

В.В.ЛАМАКИН

НЕОТЕКТОНИКА БАЙКАЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ



ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR

GEOLOGICAL INSTITUTE

V. V. LAMAKIN

NEOTECTONICS OF BAICAL
DEPRESSION

(Transactions, vol. 187)

PUBLISHING OFFICE «NAUKA»

Moscow 1968

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

В. В. ЛАМАКИН

НЕОТЕКТОНИКА
БАЙКАЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ

(Труды, вып. 187)

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва 1968

В книге рассматривается раздвиго-провальное происхождение Байкальской впадины в зависимости от планетарных движений в коре и мантии Земли, вызванных приливными волнами и неравномерным распределением земных масс. Горизонтальное смещение направлено в основном к северо-западу. Описаны главные черты строения неотектонической впадины и ее связь с древними структурами коры и глубинным разломом, проникающим в мантию. Горные хребты, обрамляющие впадину, определяются как тектонические противоположия, возникшие значительно позже впадины, в зависимости от ее углубления. Указаны многочисленные и разнообразные проявления молодых горизонтальных сдвигов до 10—15 км в размахе и их соотношение со сбросами, изгибами и вообще вертикальными составляющими неотектоники. Обращено внимание на сдвиговые формы рельефа, на депрессию рек и речных отложений. Отмечено сейсмическое своеобразие Байкальской впадины. Показана связь происходящих в ней землетрясений и микропульсаций земной коры с периодическими неравенствами лунно-солнечных приливов. Выделены благоприятные структуры для образования термо-минеральных источников.

Высказывается мнение о глубинном происхождении байкальской нефти и отсутствии условий для ее промышленных скоплений. В связи с описанием Байкальской впадины указаны признаки горизонтальных неотектонических смещений в широком окружающем пространстве.

Книга рассчитана на геологов, геофизиков, географов.

Бibl. назв. 367. Табл. 6. Рисунков 58. Фото 28.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

академик *А. В. ПЕЙВЕ* (главный редактор),

К. И. КУЗНЕЦОВА, академик *В. В. МЕННЕР*, *П. П. ТИМОФЕЕВ*

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Н. С. ЗАЙЦЕВ

EDITORIAL BOARD:

Academician *A. V. PEIVE* (Editor-in-Chief)

K. I. KUZNETZOVA, Academician *V. V. MANNER*, *P. P. TIMOFEEV*

RESPONSIBLE EDITOR

N. S. ZAITZEV

ОТ РЕДАКТОРА

В предлагаемой вниманию читателя книге «Неотектоника Байкальской впадины», написанной большим знатоком геологии неоген-четвертичных отложений и геоморфологии берегов и смежных горных сооружений района озера Байкал В. В. Ламакиным, подводятся итоги многолетнего разностороннего изучения, проводившегося автором с некоторыми перерывами, начиная с 1927 г., этой своеобразной во всех отношениях «жемчужины Сибири», уникальной глубоководной пресноводной впадины мира.

Ее происхождению, особенностям ее развития, населяющему органическому миру, климатическим особенностям, связям с гидрографией, влиянию на физико-географические и геологические процессы смежных территорий уже посвящена достаточно большая литература.

Однако В. В. Ламакин на основе обобщения и критического рассмотрения (нередко весьма жесткого) всего материала, накопленного предшественниками, и огромных данных своих личных наблюдений, вносит очень много нового в широкую проблему происхождения Байкала и разнообразных проявлений его природы. Он предлагает свою раздвиго-провальную гипотезу образования Байкала. Она кратко изложена им в научно-популярной книге «По берегам и островам Байкала», выпущенной Издательством «Наука» в 1965 г., книге, которая уже получила ряд благожелательных отзывов. Идея о раздвижении и провале участка земной коры в связи с образованием Байкала в своей основе не нова; она высказывалась, как отмечает сам автор, рядом исследователей еще очень давно.

Тем не менее В. В. Ламакин, привлекая для ее обоснования почти все существующие материалы и факты по геологии и геофизике, а также данные и из других наук и особенно наблюдения и выводы из области изучения неотектонических явлений, рассматривает эту гипотезу, как никто до него, наиболее широко. Именно в этой книге, пожалуй, наиболее полно аргументировано, что Байкальская впадина является структурой растяжения, при своем формировании постепенно расширявшейся и смещавшейся в северо-западном направлении. При этом автор приходит к выводу, что ее формирование сопровождалось не только вертикальными блоковыми смещениями, но и горизонтальными сдвигами. Таким образом, в вопросе происхождения впадины озера Байкал автор, как нам кажется, правильно синтезирует и вертикальные и горизонтальные движения земной коры.

Большой практический интерес и научную остроту представляют собой новые данные, приводимые В. В. Ламакиным в главах «Микропульсации земной коры и землетрясения» и «Геологические особенности землетрясений в Прибайкалье и соседних районах», а также и в некоторых других разделах работы. Безусловно, однако, не со всеми выводами и положениями автора читатель во всех случаях может согласиться. Многие из них, особенно частные вопросы и некоторые общие недостаточно аргументированы и могут быть интерпретированы иначе. Так, например, автором не вполне доказано положение о том, что одновременно с формированием

Байкальской впадины происходило отодвигание древней дорифейской Сибирской платформы на северо-запад; при описании многих конкретных сдвигов недостаточно привлечено геологических данных, а последнее ведется в основном с геоморфологических позиций; не вполне удачна принятая автором в некоторых местах тектоническая терминология; ряд вопросов о связях Байкальской впадины с глубинными разломами, подкоровым строением Земли и общепланетарными явлениями — дискуссионны.

Однако все это отнюдь не уменьшает значения, новизны, целостности и важности затронутых и освещаемых автором в книге научных вопросов и больших геолого-тектонических проблем. Следует надеяться, что ее выход в свет будет встречен с интересом и привлечет достаточное внимание исследователей к дальнейшему изучению и разрешению поставленных в ней задач.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В работе описывается происхождение Байкальской впадины, которое объясняется проваливанием земной коры вследствие ее раздвижения. В основе такого объяснения впадины лежат идеи, впервые возникшие почти 200 лет назад. Впоследствии подробные исследования Прибайкалья усовершенствовали их и к началу XX в. они были объединены в стройную геологическую концепцию. Время от времени некоторые ученые отклонялись от преемственного объяснения причин возникновения глубочайшего озера. Но их соображения не укреплялись в науке. Современные геологические и геофизические данные позволяют существенно уточнить предшествующие достижения и описать образование Байкальской впадины с большей обстоятельностью.

Мнения о раздвижении и провале земли, которые вызвали появление Байкала, впервые высказаны знаменитыми натуралистами XVIII в. П. С. Палласом и И. Г. Георги. Они порознь, но в одном и том же 1772 г. побывали на Байкале. Впечатления о необыкновенно глубоком озере и его обрывистых берегах навели Палласа на мысль, что оно расположено в огромной щели между раздвинувшимися горами. Георги признал Байкальскую впадину за большой провал, разъединивший реки Верхнюю и Нижнюю Ангару. Оба ученых считали, что образование озера произошло внезапно, вследствие переворота в земле. Георги предполагал, что переворот сопровождался ужасным землетрясением.

В науке того времени еще не было принято представление о большой продолжительности геологических событий вообще. Однако в 1785 г. Эрик Лаксман, исследовавший перед тем горы у южной оконечности Байкала, высказался за их медленное и постепенное происхождение. Это вносило некоторую поправку к воззрениям Палласа и Георги о катастрофичности образования соседнего озера.

Через сто лет после первых решений вопроса о происхождении Байкала выдающийся геолог И. Д. Черский, специально изучавший в 1877—1880 гг. береговую полосу вокруг всего озера, отверг мнение о байкальском провале (см. работы И. Д. Черского за 1873—1895 гг.). Он пришел к ошибочному убеждению, что Байкал находится в широкой синклинальной складке, постепенно сжимавшейся и углублявшейся, начиная с палеозоя, в древнейших кристаллических породах, которые перед этим были смяты в крутые более узкие складки других простираний. Древние складки были хорошо им изучены в береговых обрывах.

Черский без должных оснований отождествил по способу образования впадину озера и предшествующую складчатость, которую он наблюдал в обнажениях. Но несмотря на ошибку в определении происхождения Байкала, он сразу продвинул далеко вперед изучение озерной впадины, поставив его на прочную геологическую основу. Он составил подробнейшее описание берегов Байкала и показал сложность образования его впадины в сильно раздвинувшихся рамках геологического времени.

Ошибку И. Д. Черского вскоре исправил В. А. Обручев. Наблюдая высокие береговые обрывы горных хребтов над Байкалом, он в 1890 г. решил, что в отношении способа образования озерной впадины более правы старые академики Паллас и Георги. Он признал Байкал тектоническим провалом, который произошел по сбросам. По мнению Обручева, ошибка Черского зависела от его увлечения береговыми обнажениями кристаллических пород. В обнажениях бросаются в глаза древние складчатые структуры. Другие особенности впадины ускользают при этом из внимания. В отличие от И. Д. Черского В. А. Обручев положился на современный рельеф. Он придал значение обрывистым берегам озера, расположенного среди широких и довольно плоских горных хребтов.

Исходя из тех же особенностей рельефа и большой глубины Байкала, Обручев не согласился с Черским и в определении палеозойского возраста озерной впадины. Он нашел, что впадина гораздо моложе. Впоследствии Обручев считал ее возраст третичным соответственно с возрастом древнейших байкальских отложений на южном берегу озера. Это повлекло за собой следующий вывод, что образование сбросовой впадины Байкала отделено длительным промежутком времени от возникновения ранее существовавших на ее месте складчатых гор, которые были размыты и полностью сглажены задолго до появления озера.

О происхождении Байкала В. А. Обручев неоднократно писал в многочисленных работах (1897—1954 гг.). Свои первые впечатления о Байкале и мысли о его происхождении, возникшие в 1890 г., В. А. Обручев между прочим просто и образно изложил в книге «Мои путешествия по Сибири», изданной в 1948 г.

По мнению Черского, большая синклиналиальная складка Байкала вложена в более древнюю складчатость. Черский впервые подметил совмещение молодой структуры с древней, но упустил из виду их принципиальные различия по способу образования и большой разрыв во времени. Это упущение восполнил Обручев, по мнению которого среди древних складок сжатия расположился молодой грабен, т. е. структура раздвижения. Принципиальное различие древней и молодой структур было дополнительно подчеркнуто тем, что образование их разделено огромным промежутком времени. Своим решением вопроса о происхождении Байкала Обручев положил начало развитию учения о неотектонике вообще, хотя сам термин «неотектоника» появился много позже — в 1947 г. (В. А. Обручев, 1948б). Можно сказать, что Байкал является колыбелью учения о неотектонике.

Образование Байкальского грабена Обручев, а затем и Зюсс (Suess, 1901) допускали только в условиях раздвижения земной коры, которое могло позволить опуститься тектонической глыбе под озером. Зюсс, создавший контракционную теорию в неотектонике, теорию почти повсеместного сжатия Земли, в отношении Байкала и соседних грабенов сделал исключение, признав их за структуры раздвижения.

С начала нынешнего века геологическая литература о Прибайкалье стала быстро умножаться и в последние десятилетия не может быть обобщимой в целом. Она доступна для использования только по отдельным специальным разделам. Нас в первую очередь интересуют исследования, авторы которых приводят наблюдения, важные для решения вопроса о происхождении Байкала.

Для подробного неотектонического описания Байкальской впадины из старых работ наиболее важны тщательные описания и карта береговой полосы озера, составленные 80—90 лет назад Черским. Интересны также его исследования Тункинской долины и соседних местностей. Благодаря точности они и сейчас представляют ценнейший геологический материал. Новые геологические достижения не подорвали их научного значения. Весьма интересны до сих пор и вдумчивые исследования А. Л. Чекапов-

ского (1870а, б, 1874), совершившего непосредственно перед Черским несколько поездок в Прибайкалье.

В. А. Обручев побывал на Байкале и в Тункинской долине в 1889 и в 1890 гг. в начале своих сибирских путешествий и высказал правильное суждение о происхождении озера, но подробным изучением озерной впадины ему не пришлось заняться. В последующие годы он обстоятельно исследовал Селенгинскую Даурию, что дало ему возможность создать теорию глыбовой тектоники. Описания рельефа и геологии Селенгинской Даурии, сделанные В. А. Обручевым, служат очень важным сравнительным материалом при изучении Прибайкалья.

Важные геологические сведения о Северо-Восточном Прибайкалье содержатся в описаниях В. К. Котульского. Они относятся к началу нынешнего века (1913—1917 гг.). Теперь к ним прибавилась богатая россыпь геологических данных, важных для выяснения неотектоники, которые собраны Л. И. Салопом (1964, 1967), лично исследовавшим огромные пространства и использовавшим наблюдения других лиц.

Из современных исследователей С. В. Обручев и другие геологи, изучая геологию Прибайкалья и Восточных Саян, тоже добыли много ценного для разрешения неотектонических вопросов этой области. Замечательны скрупулезные исследования мезозойских надвигов, сделанные недавно В. Н. Даниловичем в двух узко ограниченных районах на разных берегах Байкала. Работы Даниловича являются весьма содержательными геологическими миниатюрами. В них, в частности, даны точные сведения о горизонтальных составляющих молодых разломов, пересекающих более древние надвиги. Это — первые достоверные данные о неотектонических сдвигах в Прибайкалье.

В то же время многие другие авторы до сих пор подходят с принципиально неправильных позиций к объяснению структуры Байкальской впадины и окружающих ее горных областей. Поэтому их мнения страдают ошибками. Изучение природы у них нередко подчинено умозрительным схемам, которые одна за другой возникают по тому или другому поводу в геологии. При этом не обращается внимания на многие важные признаки неотектоники, что отклоняет исследователей далеко в стороны от разрешения ее очередных задач. Это отразилось в мнениях о Байкальской впадине, которые высказывались, например, Е. В. Павловским и Н. В. Думитрашко.

Е. В. Павловский (см. работы за 1936—1956 гг.) в решении вопроса о структуре и возрасте Байкальской впадины исходил из изучения главным образом докембрийских кристаллических пород и, кроме того, принял во внимание сравнительно небольшие их надвиги на юрские отложения в истоке Ангары и в устье Селенги. При этом характерно, что надвиги им специально не исследовались, так что остались незамеченными их полная нивелировка позднейшим рельефом мелового — палеогенового возраста, с одной стороны, и последующая переработка неотектоническими движениями, с другой. Это повлекло за собой включение надвиговых явлений в образование структуры озерной впадины. Павловский положил в основу своих суждений о Байкальской впадине геологические явления, гораздо более древние, чем сама впадина.

Отложения неогенового — четвертичного возраста, связанные по своему происхождению с впадиной, а также особенности рельефа недостаточно принимались во внимание Е. В. Павловским. Между тем в них-то и следовало искать подробные следы геологической истории Байкала. Павловский как бы повторил ошибку Черского, не обратив должного внимания на разъяснение ее В. А. Обручевым. Это привело к гипотезам «рампа», «аркогенеза», «тафрогенеза» и другим попыткам объяснить Байкальскую структуру сжатием «Байкальского свода» с разрывом его вершины. Е. В. Павловский не отделил мезозойские надвиги от образования

Байкальской впадины в неогене и четвертичном периоде, происходившего вследствие раздвижения и проваливания земной коры.

Не разделяя отложений сингенетичных с Байкальской впадиной и более древних, Е. В. Павловский высказался за ее юрский возраст. В действительности древнейшими байкальскими отложениями являются третичные, хорошо известные на юго-восточном берегу озера. Их возраст был впервые установлен Черским по растительным остаткам и позднее подтвержден другими исследователями. Юрские же озерные отложения, известные у истока Ангары и близ устья Селенги, оставлены не Байкалом, а другим гораздо более древним озером, которое располагалось по краю Сибирской платформы, распространяясь далеко на северо-запад от Прибайкалья.

Суждения Н. В. Думитрашко (см. работы за 1939—1952 гг.) о Байкальской впадине основаны на впечатлениях о рельефе земной поверхности и литературных геологических источниках. Однако по общим впечатлениям о рельефе невозможно изучить его происхождение. Не подкрепляя геоморфологические исследования одновременным исследованием поверхностных отложений, Думитрашко пришла к превратным представлениям. Например, ровные площадки разного происхождения на горных склонах к Байкалу она определяла как древние озерные террасы, тогда как многие из них являются сбросовыми ступенями. Думитрашко не обратила внимания на отсутствие озерных отложений на таких террасах тектонического происхождения. Это обстоятельство не позволило выявить истинное положение поднятых береговых линий четвертичного возраста и определить их тектонические деформации, что необходимо для понимания важных неотектонических особенностей разных участков береговой полосы озера.

Н. В. Думитрашко упустила из виду и перекрытие современными байкальскими отложениями четвертичного пролювия в других местах побережья озера, которое ясно указывает на опускание берега, а не на поднятие. Выяснение признаков опускания берегов не менее важно для понимания неотектоники озерной впадины, чем наблюдения за неравномерными поднятиями ее береговой полосы на других участках. Не прибегая к соответствующим наблюдениям, Думитрашко не заметила мелкую раздробленность неотектоническими движениями береговой полосы озера и вообще всей Байкальской впадины в целом.

Структуру Байкальской впадины в целом Н. В. Думитрашко определила как нечто среднее между грабеном и синклиналью, не заметив внутреннего противоречия в таком определении. Грабен образуется в условиях раздвижения земной коры, а синклираль в условиях ее сжатия. Одно исключает другое.

Особое место в изучении неотектоники Прибайкалья занимают работы Н. А. Флоренсова (см. работы за 1948—1965 гг.). Они содержат обобщение огромного геологического материала преимущественно по мезозою и третичному периоду, а также касаются и четвертичного времени. Флоренсов более широко и методически более правильно подошел к выяснению вопроса о происхождении Байкальской впадины и других соседних структур. Он включил в круг изучаемых явлений разнообразные неогеновые и четвертичные отложения, а также поверхностный рельеф. Однако четвертичная геология изучалась им все же фрагментарно. Отсутствовало углубленное выяснение стратиграфии четвертичных отложений и распространения их литогенетических комплексов в Прибайкалье. Почти совсем не обращено внимание на современные движения земной коры. Это, разумеется, отразилось в высказываниях Н. А. Флоренсова по вопросам неотектоники. Я далеко не согласен с ним как в отношении геологии Прибайкалья, так и в отношении методики неотектонических исследований.

Четвертичные отложения и рельеф взаимно связаны друг с другом в каждом отдельном месте. Кроме того, они закономерно изменяются в пространстве. Нельзя изучать одни проявления четвертичной геологии, не обращая внимания на другие. Только всесторонний подход к изучению четвертичной геологии, включая в нее и геоморфологию, может наилучшим образом обеспечить достоверность результатов проведенной работы. А точные и подробные сведения по четвертичной геологии совершенно необходимы для выяснения неотектоники.

Изучая и описывая неотектонику, я отступил от принятого в геологии правила проследивать преобразования земной коры в исторической последовательности, начиная с глубокой древности. Это сделано несмотря на то, что неотектоника является продолжением предшествующего развития земной коры и неотделима от него по существу. Оправданием избранного мной подхода к неотектонике служит то, что при общепринятом порядке геологического изучения структур земной коры почти утрачивается возможность широкого использования многих специфических методов четвертичной геологии, в частности геоморфологии. А их применение необходимо для лучшего выяснения молодых структур. В настоящее время при глубокой специализации разных направлений в науке невозможно с одинаковой полнотой охватить в одном исследовании всю геологическую историю, включая четвертичный период.

Для выяснения неотектоники очень важно исследование современных движений земной коры. Их надо вести всеми доступными методами. На Байкале удастся воспользоваться лимнологическим, геодезическим, ботаническим, историческим методами, а также сообщениями очевидцев недавних поднятий и опусканий берегов озера. Сопоставление сформировавшихся структур с современными движениями позволяет правильнее понять те и другие. Современные движения при детальном их изучении за некоторый промежуток времени позволяют подметить такие их закономерности, как микропульсации, которые помогают объяснить тектонические движения, происходившие в прошлом.

Землетрясения — это резкие проявления неотектонических движений. Изучение геологии землетрясений может объяснить структурные особенности земной коры в разных местностях. Поэтому при изучении неотектоники необходимо обращать пристальное внимание на расположение очагов землетрясений и геологические условия их возникновения.

Важное значение для выяснения щелеватости и подземных полостей в горных породах могут приобрести геоакустические исследования. К сожалению, соответствующих наблюдений в Прибайкалье пока еще сделано слишком мало.

Для решения вопроса о происхождении Байкала и образования его впадины весьма полезно использование биологических и биогеографических данных. Происхождение своеобразной байкальской фауны и флоры и происхождение самого озера, как это давно признано, должны выясняться одновременно. Даже геологическая история небольших Ушканьих островов, расположенных посреди Байкала, приобретает важное дополнение в виде сведений о существовании на этих островах эндемичных видов растений.

Неотектоника — это такая тектоника, которая чаще всего является повторной, наложенной тектоникой на предшествующую структуру, сложенную коренными породами данной местности. Залегание древних пород бывает столь сильно деформировано до начала неотектонических движений, что не везде может быть использовано для их выяснения. Развитие новой структуры часто отделено большим промежутком времени от предшествующей, и тогда обособление их друг от друга становится наиболее резким.

Четвертичные отложения распространены почти повсеместно. Поэтому деформации их залегания могут хорошо показывать новейшее развитие многих структур. Этим определяется особенно большая ценность четвертичной геологии для изучения неотектоники. Неогеновые отложения хотя и охватывают больший промежуток времени и в них отражается развитие структур за длительный срок, меньше распространены в горных странах. В одних местах они смыты, в других погребены под четвертичной толщей. Поэтому для понимания неотектоники такой обширной области, как Прибайкалье, в них можно почерпнуть меньше геологических свидетельств, чем в четвертичных отложениях. В то же время очень большое значение имеет выяснение деформаций уровня древнего пенеппена, сформировавшегося на обширной площади в Прибайкалье в течение мелового и палеогенового времени, до возникновения Байкала.

В последние годы открылись новые возможности применения геоморфологического метода к изучению неотектоники благодаря подробным топографическим съемкам Восточной Сибири. Если вертикальные смещения земной поверхности можно часто увидеть в небольшом пространстве, например, в одном горном обрыве, то для выявления горизонтальных смещений приходится сравнивать разные подробности рельефа и их закономерные соотношения на довольно обширных площадях, а это осуществимо только с помощью хороших карт.

К сожалению, в обширных горных областях вокруг Байкала четвертичные отложения и особенно тектонические деформации их залегания остаются слабо изученными. Поэтому для выяснения неотектоники гор пока приходится обращаться главным образом к особенностям рельефа без проверки получаемых выводов со стороны наблюдений над соответствующими отложениями. Этот недостаток особенно ощутим при изучении горизонтальных смещений по сдвигам.

В настоящее время многие черты сбросового рельефа и общие закономерности влияния вертикальных движений земной коры на формирование ее поверхности более или менее известны. В отличие от этого вопросы образования сдвигового рельефа, его депривации, т. е. горизонтальных искривлений и изломов, очень мало затронуты в геологии. Совсем не изучены проявления депривации поверхностных отложений под влиянием сдвигов, происходящих одновременно с накоплением наносных толщ.

Между тем весьма важные признаки медленно развивающихся молодых тектонических сдвигов можно, например, найти в особенностях строения речных русел и залегания речных отложений. Проявления депривации, происходящей одновременно с эрозией и аккумуляцией, могут служить показателями возраста сдвиговых смещений. Подобные явления удалось местами заметить при исследовании береговой полосы Байкала. В горах они менее известны.

Образование рельефа и поверхностных отложений, связанных с ним, в значительной степени вызвано неотектоническими движениями. Поэтому они должны изучаться совместно. Это определяет очень важное значение методов четвертичной геологии для неотектонических исследований. Вместе с тем изучение поверхностных отложений в зависимости от динамических условий земной коры необходимо для правильных суждений о самих отложениях. Только таким путем могут быть выяснены, например, динамические фазы речных и некоторых других отложений, сопоставлены древние террасы на разных участках речных долин, а также на озерных и морских берегах. Только при учете неотектоники могут быть поняты особенности в распространении исчезнувших озер и древних ледников разного возраста. Несмотря на очевидность всего этого, некоторые геологи, даже специалисты по четвертичной геологии, пренебрегают неотектоникой. Это влечет за собой ошибочные решения как литогенетических, так и стратиграфических вопросов.

Изучение неотектоники должно составлять самостоятельную задачу в широком цикле геотектонических исследований. Зависимость неотектонических движений от ранее созданных структур, их связь с предшествующей историей земной коры следует рассматривать, спускаясь в глубь геологического времени. Изучая неотектонику, мы должны видеть ее на первом плане.

В связи с этим интересно вспомнить, что еще в 1869 г. А. Л. Чекановский, коснувшись задач геологического изучения Восточной Сибири, придавал особенно важное значение исследованию молодых проявлений тектонических движений. Он писал:

«Только геолог, углубившийся мыслью в давно былое, может сродниться с убеждением, что земная кора... так же гибка, так же эластична, как волны моря; что и она в равной мере способна вспучиваться или низвергаться в глубь...» (Чекановский, 1870, стр. 126).

И далее: «Присвоить себе это убеждение нелегко; еще труднее не упускать его из виду при оценке фактов. Все наше существование основано на прочности, непоколебимости земной поверхности». В то же время «все наши розыскания в ее истории упираются на ее шаткости. И потому, если мы наши выводы и умозаключения будем основывать лишь на отрицательных данных, они могут быть в высшей степени ошибочны». Но «они получают значение и крепость приисканием доводов положительных». «Такого рода соображения должно постоянно иметь в виду при изучении геологии Иркутской губернии в период ее существования от каменноугольной формации», т. е. за время, начиная с юры, как сказали бы теперь мы. Чекановский называл «каменноугольной формацией» угленосные отложения юрского возраста, которые распространены к северо-западу от Байкала по окраине Сибирской платформы.

Мне пришлось исследовать Прибайкалье в течение длительного времени, хотя и с перерывами. Исследования начаты в 1927 г. по совету В. А. Обручева, который, по мере возможности, поддерживал их до своей кончины (1956 г.). В первые три года, с 1927 по 1929 г., мы с братом Н. В. Ламакиным пересекли в разных местах западную половину Хамар-Дабана, расположенную с юга от Тункинской долины и оконечности Байкала. Кроме того, мы побывали на р. Джиде и Джидинском хребте. В 1934 г. я специально исследовал Тункинскую долину.

В 1948 г. мне удалось возобновить изучение Байкальской впадины; в частности, исследования были сделаны на Ушканьих островах и в Баргузинской долине. С 1950 г. я занялся подробным исследованием четвертичной геологии береговой полосы вокруг всего Байкала. Полевые наблюдения продолжались до 1960 г. Кроме описаний побережья, составлена крупномасштабная карта четвертичных отложений. Результаты исследований частично опубликованы. В настоящей работе я избегал повторов. В ней описываются в основном главные черты неотектоники Байкальской впадины и соседних с нею гор.

Авторский реферат работы издан в 1966 г. (Ламакин, 1966).

ЗНАЧЕНИЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ В ОБРАЗОВАНИИ ЕЕ ГОРНОГО ОБРАМЛЕНИЯ

Байкальская впадина состоит из сильно удлиненной котловины самого Байкала и протянувшихся от ее оконечностей Верхне-Ангарской долины на севере, Тункинской долины и озера Косогола (озеро Хубсугул) на юге, а также ответвляющейся к северо-востоку Баргузинской долины (рис. 1).

Байкальская впадина возникла в середине третичного периода. Древнейшие байкальские отложения относятся к миоцену, а возможно, и к концу олигоцена. Неогеновые отложения, связанные с образованием Байкальской впадины, известны на большей части ее протяжения. Лучше всего они изучены на южном берегу Байкала как в поверхностных выходах, так и в буровых разрезах. Они известны и по восточному берегу Байкала, а также в Баргузинской и Тункинской долинах. По-видимому, озерные отложения этого возраста залегают и в Верхне-Ангарской долине в погребенном состоянии под четвертичной толщей.

Неогеновые отложения Байкальской впадины наиболее подробно описывались Г. Е. Рябухиным (1934б, 1935), Г. Б. Пальшиным (1955), Н. А. Логачевым (1958), Э. И. Равским с группой сотрудников (1960, 1964), Н. А. Флоренсовым (1960а) и др. Еще раньше хорошие описания их на южном берегу Байкала даны И. Д. Черским (1886) и В. К. Яковлевым (1904). В самое последнее время Л. И. Салоп (1964) указал участок распространения предположительно третичных байкальских отложений на южном берегу Баргузинского залива возле устья р. Максимихи. Здесь они распространяются на 8 км от берега.

На южном берегу Байкала неогеновые отложения очень большой мощности залегают в непосредственной близости от подножия Хамар-Дабана. Они разделяются на две толщи. Нижняя из них — миоценовая — мощностью до 1200 м отличается большей мощностью и песчано-глинистым составом. Она содержит пласты бурого угля. По многочисленным растительным остаткам, включая семена и пыльцу, ее возраст определяется со времен Черского миоценом. Верхняя толща, по составу преимущественно песчано-галечная, отличается сравнительно небольшой мощностью. Сохранившиеся в ней растительные остатки, главным образом пыльца, показывают плиоценовый возраст.

Миоценовая угленосная толща подстилается песчанистой глиной с включениями известковистого песчаника, которые похожи на гальки. Мощность глины 50—80 м. Она считается древней корой выветривания. Ее возраст следует определить как палеогеновый.

На угленосной толще лежит плиоцен мощностью до 180—250 м. Он разделяется на две главные фации: речные конгломераты с гальками до 5—10 см в поперечнике и озерные байкальские пески, галечники и глины. Местами одна фация целиком вытесняет другую из разреза.

В Тункинской долине нижняя толща неогена также состоит из угленосных отложений. По возрасту они, вероятно, соответствуют миоцену на

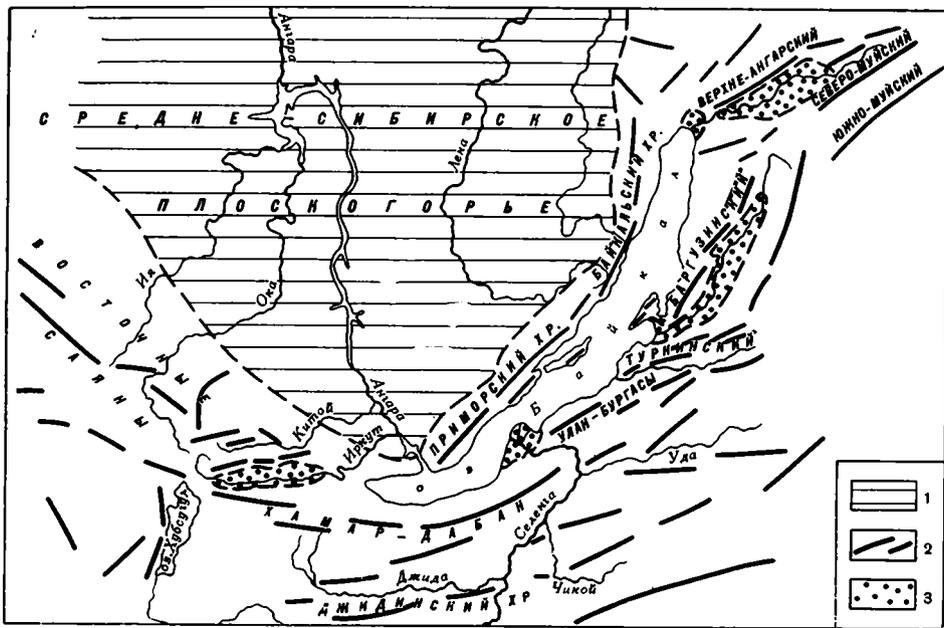


Рис. 1. Схема расположения Байкальской впадины
 1 — Средне-Сибирское плоскогорье; 2 — горные хребты; 3 — сухие участки Байкальской впадины

южном берегу Байкала. Угленосные отложения в Тункинской долине покрываются галечной толщей. В ее верхней части появляются валуны и щебень. Галечная толща обогащена лимонитом и отличается охристой окраской. Большое количество железа в цементе отложений зависит, по-видимому, от близкого залегания разновозрастных базальтовых покровов, которые подвергались размыву. Мощность галечной охристой толщи достигает 500 м. Большинство исследователей она относится к плиоцену. Э. И. Равский, чрезмерно опускающий границу между неогеном и четвертичным периодом, называет возраст этой толщи эоплейстоценовым.

Над охристой толщей выделяется в Тункинской долине так называемая туфогенно-осадочная толща мощностью 100—250 м. Она состоит из песков, песчаников и галечников, переслаивающихся с базальтовыми покровами. Н. А. Флоренсов, по-видимому, правильно считает ее верхним горизонтом неогеновых отложений.

К началу четвертичного периода в Тункинской долине следует отнести озерно-болотные темные супеси и пески с торфянистыми прослойками, чередующиеся со светлым тонким песком; их мощность около 20 м. Они содержат пыльцу кедровой тайги, которая характерна для нижнечетвертичных (эоплейстоценовые) отложений почти всего Прибайкалья, включая побережье северной оконечности Байкала (Ламакин, 1959б, 1961а, б, 1962а, г). К плейстоцену в Тункинской долине относятся морены и мощные озерные пески с пылью тундровой (безлесной) растительности.

Вообще в сложении плейстоценовых толщ во всей Байкальской впадине большое участие принимают речные и флювиогляциальные отложения с большим содержанием галек и валунов. Во многих местах распространены морены.

Изменения в составе разных стратиграфических горизонтов неогеновых и четвертичных отложений в Байкальской впадине отличаются определенной закономерностью. И на берегу Байкала, и в Тункинской долине

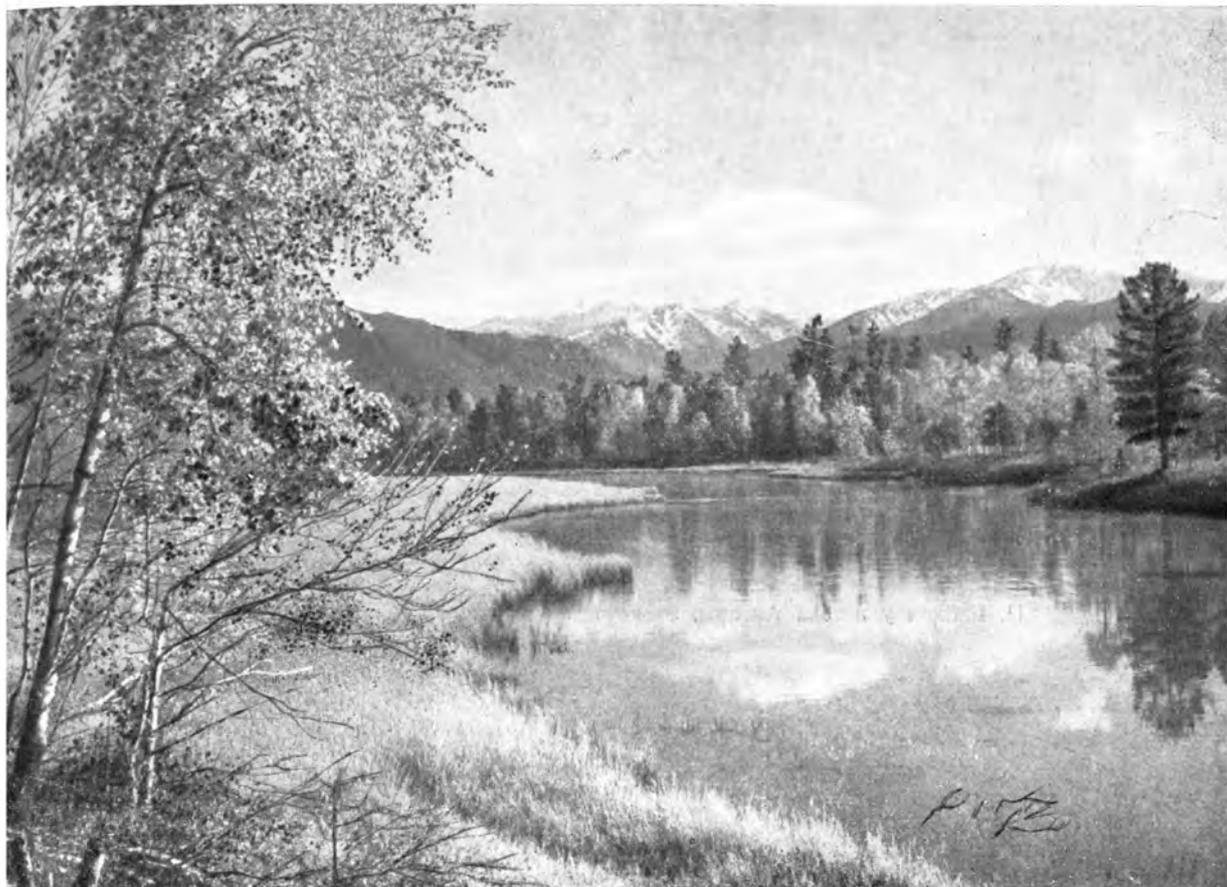
неогеновые отложения в своей нижней более мощной толще, относимой к миоцену, образованы угленосными песчанс-глинистыми фациями, а в верхней менее мощной части, относимой к плиоцену,— песчано-галечными отложениями. В их верхнем горизонте у подножия Тункинских гольцов содержатся щебень и валуны. По-видимому, здесь нанос имеет пролювиальное происхождение. В плейстоценовых отложениях валунистый материал получает большое распространение в составе речных отложений у подножия Хамар-Дабана как в Тункинской долине, так и на южном берегу Байкала. При этом валуны не только вымыты из ледниковых морен, но и принесены реками из горных участков их долин.

Покрупнение состава неогеновых и четвертичных отложений в Байкальской впадине в их верхних горизонтах свидетельствует о запоздалом поднятии гор. Сначала стала проваливаться Байкальская впадина и только впоследствии произошло поднятие обрамляющих ее гор. Долгое время в течение миоцена впадина углублялась среди прилегавшей к ней равнинной и местами мелкогористой местности. Реки, стекавшие с Хамар-Дабана, приносили на берег Байкала песок и глину. По краю равнины среди наносного побережья возникали торфяные болота. Из торфяных накоплений впоследствии образовались пласты бурого угля. Высоких гор вокруг Байкала в миоцене не существовало. Они стали подниматься только в плиоцене. Реки потекли быстрее и начали выносить в озеро гальку. Поднятие горных хребтов усилилось в четвертичном периоде и продолжается с неослабевающим темпом в настоящее время. Поэтому реки превратились в бурные потоки, которые катят в Байкал крупные валуны.

Считается, что продолжительность миоцена составляет 15 млн. лет а плиоцена — 10 млн. лет. Четвертичный период продолжается 1 млн. лет. Таким образом, и по мощности отложений и по продолжительности начальный этап истории Байкала, когда он был окружен равнинной местностью, превосходил последующую эпоху, в которую над озером подыались горы, затем все более и более повышавшиеся. Байкальская впадина не проваливалась среди ранее существовавших гор, а, наоборот, горы образовались над прежде возникшим Байкалом.

Запоздалое образование горных хребтов с обеих сторон Байкальской впадины дает основание предположить, что их поднятие зависело от предварительного большого углубления озерной впадины. Горные хребты рядом с Байкалом являются тектоническими противоположностями. Вообще же они возникают по внешним краям тектонических ступеней, обрывающихся над нижерасположенными. Такие хребты были впервые отмечены П. А. Кропоткиным (1875) под названием окраинных как характерное явление на обширных пространствах Азиатского материка, где в рельефе преобладают плоскогорья, расположенные на разных высотных уровнях.

Небольшим противоположением внутри Байкальской впадины является Ушканий подводный порог, образующий возвышенный край менее глубокой Северной котловины Байкала, которая обрывается по разлому над глубочайшей Средней котловиной озера (Ламакин, 1950, 1952б). К большим горным хребтам, которые образованы противоположностями над северо-западным бортом Байкальской впадины, вдоль всего ее протяжения от Косокола до Верхней Ангары, относятся Тункинские гольцы, хребты Приморский, Байкальский, Верхне-Ангарский. С южной и юго-восточной стороны над впадиной возвышается также длинная цепь противоположностей в виде хребтов Хамар-Дабана, Улан-Бургасы, западной оконечности Туркинского хребта и всего протяжения Баргузинского. Далее, с юго-восточной стороны Верхне-Ангарской долины протягивается противоположение Северо-Муйского хребта, а с юго-восточной стороны Баргузинской долины — противоположение Икатского хребта, который образует окраинный хребет Витимского плоскогорья.



1. Хамар-Дабан над южным берегом Байкала восточнее р. Снежной (от устья Толбазихи). Вдали гора Обручева, с которой спускается падь Осиновки



II. Байкал у истока Ангары, за которым возвышается широкое Олхинское плоскогорье



III. Плосковерхие гольцы Хамар-Дабана над Тунгинской долиной

В отличие от Прибайкальских гор в Становом нагорье к востоку от Верхне-Ангарской долины отсутствует такая тесная связь в расположении высоких горных хребтов с местными впадинами — Нижне-Муйской и Верхне-Чарской. Становые впадины находятся в осевой полосе нагорья и сравнительно малы по размерам. Горы, возвышающиеся здесь над впадинами, продолжают и далее от их оконечностей. Это хребты Делюн-Уранский, Кодар с северной стороны и Южно-Муйский с южной. На северо-востоке хребет Удокан подходит к высокому и широкому Олекмо-Чарскому нагорью, которое расположено совсем в стороне от тектонических впадин.

Отмеченная особенность Нижне-Муйской и Верхне-Чарской впадин проявляется наряду с отсутствием в них третичных озерных отложений и неясными чертами асимметричного строения, столь характерного для впадины Байкала. Кроме того, впадины Станового нагорья слабо углублены среди горной страны. Все это вместе взятое не позволяет, как мне кажется, рассматривать Становые впадины в качестве впадин «Байкальского типа», каковыми их считают многие геологи по предложению Е. В. Павловского.

Подчиненное значение Прибайкальских гор по сравнению с расположенной между ними впадиной видно и по соотношению высоты первых и глубины второй. Абсолютные высоты Прибайкальских гор достигают 2500—2800 м. Над уровнем озера они возвышаются на 2000—2300 м. Но, если высоты гор отсчитывать от среднего уровня Средне-Сибирского плоскогорья (Сибирская платформа) в соседней полосе с Байкалом, то горы понизятся еще на 500 м, так как средняя высота плоскогорья равна 900 м. Можно считать, что горные хребты возле Байкала превышают плоскогорье не более чем на 1500—1800 м.

Какова же глубина впадины? Дно Байкала в южной котловине под склонами Хамар-Дабана находится на глубине 1300—1400 м; оно на 900 м ниже уровня океана. По сравнению с уровнем Средне-Сибирского плоскогорья байкальское дно углублено на 1800 м. Следовательно, глубина Байкала относительно уровня плоскогорья та же, что и высота гор. Но если принять в расчет мощность байкальских отложений, которая в Селенгинской дельте превышает 5000 м по последним геофизическим данным (Замараев, Самсонов, 1959), то глубина коренного ложа впадины от уровня Средне-Сибирского плоскогорья оказывается равной 5500 м. Таким образом, глубина опускания впадины почти в 4 раза больше, чем высота соседних с нею гор. Это согласуется с тем, что горы — явление производное от впадины.

Уровень Средне-Сибирского плоскогорья приходится принимать за начало отсчета при определении размаха поднятия гор и опускания впадины потому, что они возникли на месте древнего пенеппена, который в своем расположении приблизительно совпадал с соседним плоскогорьем. Уровень воды в озере, равно как и уровень океана, непригодны для этой цели. Отсчитанные от них высоты и глубины не показывают истинные поднятия и опускания земной поверхности при тектонических движениях.

Байкальские противоположения правильнее всего объяснить изостатическими причинами. Важное значение в их происхождении имеет освобождение плоскости сбрасывателя от давления со стороны сбрасываемой глыбы. Плоскости сбросовых разрывов в бортах Байкальской впадины склоняются к ее осевой полосе. Наклоны сбрасывателей, как правило, не отличаются слишком большой крутизной. При мощном размахе сброса с края более высокой тектонической глыбы снимается очень большая нагрузка. Становясь легче, край такой глыбы может значительно подняться над своим исходным положением. Кроме того, углубление впадины вызывает усиленный размыв ее бортов и расположенной за ними местности вследствие врезания речек. Если борт образован сбросом и достаточно крут, он просто обрушивается. Во впадину сносится огромная масса продуктов

размывания и осыпания. Дно впадины утяжеляется, а окружающая ее полоса, наоборот, облегчается и поднимается над прежним своим положением. Так растут вверх горные хребты, сопровождающие борта Байкальской впадины.

Изоэстатическая причина происхождения противоподнятий объясняет и их сильно запоздалое образование по сравнению с началом углубления впадины. Поднятия прибрежных Байкальских хребтов могли начаться только после достаточно длительного размывания бортов впадины, т. е. спустя солидный срок после ее возникновения.

Если в образовании противоподнятий главное значение имеет облегчение плоскости сбрасывателя, ограничивающего более высокую тектоническую глыбу, то поднявшийся по ее краю горный хребет получается очень узким. Это свойственно, например, Байкальскому хребту в более южной части. Здесь он образован со стороны впадины огромным Обручевским сбросом. Сброс оборвал верховья притоков Лены, которые направлены в противоположную сторону от впадины. В Байкал круто стекают с хребта только короткие, сравнительно молодые речки, которые не размыли крупных долин. Объем смытых пород над бортом впадины здесь сравнительно невелик.

В отличие от этого, если преобладающее значение в нарушении изоэстатического равновесия имеет размыв краевой полосы более высокой тектонической ступени, то возникает более широкое противоподнятие, каким является, например, Хамар-Дабан. Сбросы по хамар-дабанскому борту Байкальской впадины, включая и Тункинскую долину, подчинены тектоническому прогибу и имеют меньший размах. Поэтому здесь образовались длинные речки, которые вынесли из гор огромные массы продуктов размывных горных пород.

Околобайкальские горные хребты, образованные противоподнятиями, очень узки. Водораздельная линия Приморского хребта проходит совсем близко от берега озера, менее чем в 10 км. Иногда она приближается к берегу до 3 км. Высокий и длинный Байкальский хребет также очень узок. Его поперечник на больших участках не превосходит 10 км. Одна из выдающихся вершин этого хребта — гора Карпинского — над Южным Кедровым мысом поднимается до абсолютной высоты 2200 м (1745 м над уровнем Байкала). Несмотря на такую большую высоту, расстояние до вершины горы от берега равно всего 4 км. Над юго-восточным бортом впадины горные хребты шире. Дальше всего от Байкала протягивается гребень Баргузинского хребта в северной части. Однако этот гребень придвинут на расстояние до 10—15 км к Баргузинской долине, в зависимости от опускания которой он поднялся над ее сбросовым бортом.

Гребень Большого Хамар-Дабана с сохранившимися широкими площадями древнего пенеппла возвышается в среднем до 2000 м абсолютной высоты. Он превышает, таким образом, уровень Средне-Сибирского плоскогорья приблизительно на 1000 м. В то же время он выше только на 200 м, чем хребты, расположенные к югу от него. Ширина Большого Хамар-Дабана (между Байкалом и р. Темником — притоком Селенги) равна 50—60 км. Объем его поднятия над исходным уровнем соизмерим с мощностью и распространением неогеновых отложений в береговой полосе и на дне озера у горного подножия. По-видимому, объем снесенных с Хамар-Дабана продуктов разрушения за неогеновое время даже превосходит, и притом значительно, объем происшедшего поднятия горного хребта в зависимости от размывания поверхности.

При определении и сравнении этих объемов необходимо иметь в виду следующее. Объем снесенных пород вычисляется по объему размывных долин между базисом эрозии, т. е. уровнем Байкала, или дном впадины и уровнем древнего пенеппла. В отличие от этого объем поднятия вычисляется относительно Средне-Сибирского плоскогорья (платформы),

над уровнем которого произошло поднятие. Вполне очевидно, что интервал высот при вычислении объема смытых пород гораздо больше амплитуды поднятия. Одно это позволяет не сомневаться в большей величине объема спесенных пород по сравнению с объемом поднятия. Интересно было бы осуществить точные определения этих объемов.

Согласно гипотезе, предложенной Е. В. Павловским (1948а), Байкальская впадина образовалась в виде провала на вершине «Байкальского свода». Провал должен быть обусловлен недостатком земных масс в глубине под сводом. Под Байкальским сводом понимается область поверхностного расположения кристаллического фундамента, значительно поднятого с восточной стороны Байкала. Особенно высоко поднят кристаллический фундамент в горных хребтах Прибайкалья. В настоящее время гипотезы Павловского придерживается Л. И. Салоп (1967). Однако невозможно допустить значение такого «свода» в происхождении Байкальского провала, если принять во внимание соотношение их размеров. Ширина «свода» в полосе неотектонических поднятий высоких хребтов, сопровождающих с обеих сторон протяжение Байкальской впадины, равна 200 км. Она определяется по расстоянию между северо-западными подножиями Приморского и Байкальского хребтов, с одной стороны, и юго-восточными подножиями Хамар-Дабана в Джидинской впадине, а также хребтов Улан-Бургасы и Икатского, — с другой. Высота поднятия «свода» над уровнем Средне-Сибирского плоскогорья равна 1 км. Она определяется по средней высоте неплененизированных гор, которые обрамляют Байкальскую впадину.

Простой геометрический расчет показывает, что приращение ширины земной поверхности при дугообразном вывпячивании «свода» в указанных размерах составило бы всего 10 м. Такая ничтожная величина приращения поверхности при поднятии не могла бы обеспечить образование Байкальского провала, который отличается огромным объемом. Средняя глубина коренного ложа Байкальской впадины от уровня Средне-Сибирского плоскогорья составляет не менее 2 км при средней ширине впадины в 60 км. Следовательно, площадь вертикального сечения впадины равна приблизительно 120 км². Можно представить себе, что при поднятии «свода» на его поверхности образовалась трещина шириной в 10 м или ряд трещин, общая ширина которых тоже равна 10 м. Если такая трещина, уходя вниз, постепенно выклинивается, то она должна достичь глубины 24 000 км, чтобы вместить в себя объем земных масс, провалившихся при образовании Байкальской впадины. Иными словами, глубина трещины на залке Байкальского свода должна превышать в 2 раза диаметр земного шара. Исходя из сделанного расчета, невозможно согласиться, что сводовое поднятие прибайкальской полосы земной поверхности, если бы оно и существовало в действительности, может объяснить происхождение Байкала.

Подобное объяснение вообще неприменимо к большим тектоническим впадинам. Это относится, в частности, к Муйской и Верхне-Чарской впадинам, расположенным в Становом нагорье. Хотя они и отличаются от Байкальской впадины важными структурными особенностями, но тоже обязаны своим происхождением провалам земной коры.

Поперечное сечение Муйской впадины шириной 40 км и глубиной 1,5 км составляет 60 км². Высота Станового нагорья, среди которого находится впадина, равна 1 км над прилегающими пространствами. Ширина нагорья 200 км. Если Становое нагорье и поднялось в действительности в виде свода, то изогнувшаяся в виде пологой дуги его поверхность могла увеличиться в ширину только на 10 м. Величина приращения поверхности такая же, как и в Прибайкальском «своде». Если бы от этого в поверхности «свода» возникла сужающаяся книзу трещина, то она должна проникнуть в глубину на 12 000 км, чтобы вместить объем

опустившихся земных масс. Иными словами, трещина пронизала бы насквозь земной шар.

Ширина Верхне-Чарской впадины 25 км, а глубина 2,5 км. Ее поперечное сечение составляет приблизительно 60 км². При ширине Станового нагорья в 200 км и высоте сводового поднятия в 1,5 км над соседними пространствами дугообразное выгибание может расширить земную поверхность только на 20 м. И такое расширение ничтожно мало по сравнению с объемом провалившихся земных масс.

Объяснение происхождения Байкала в зависимости от поднятия «Байкальского свода» несколько не выигрывает в правдоподобности и в том случае, если принять во внимание не только горные хребты над самим Байкалом, а всю более обширную область высокого расположения кристаллического фундамента, составляющую «Байкальский свод» в широком понимании или, по другому наименованию, — «Древнее темя Азии». В. М. Синицын (1962) древнюю сушу, возникшую благодаря поднятию в районе Байкала, называет Байкалидой.

Вся область высокого поднятия кристаллического фундамента между Байкалом и восточной границей каледонской складчатости близ г. Читы раскинулась на 500 км. Если принять во внимание, что горы в Забайкалье сильно смыты за длительное время поднятия фундамента, начавшегося в палеозое, то все же амплитуда поднятия за все время едва ли может превзойти 5—6 км. Но и при таком допущении ширина трещин на Байкальском своде окажется не больше, чем 120—140 м. Из них половина должна быть оставлена для образования Забайкальских грабен и только другая уделена Байкалу. Но и эта величина расширения земной поверхности ничтожна по сравнению с объемом земных масс, опустившихся под Байкальской впадиной.

На невозможность объяснения происхождения Байкала растрескиванием и проваливанием замка «Байкальского свода» указывают и другие обстоятельства. Из них наиболее важным является вторичное происхождение прибайкальских гор по сравнению с озерной впадиной. Оно тоже решительно не позволяет согласиться с мнением о проваливании Байкала на вершине треснувшего «свода».

Следует иметь еще в виду и то, что Байкальская впадина расположена не на вершине «свода», под которым земные массы оказались якобы в недостатке, а протягивается по его границе с Сибирской платформой. Вместе с тем возникновение Байкала отделено огромным промежутком времени от поднятия кристаллического фундамента, образовавшего широкую «свод». Поднятие фундамента происходило уже в конце докембрия и палеозое. Кроме того, невероятно, чтобы под кристаллическим фундаментом, если он выпирается снизу, оказался бы недостаток земного вещества.

Кроме того, Е. В. Павловский ошибочно определял возраст Байкальской впадины, считая его юрским. В действительности впадина возникла в начале неогена или в самом конце палеогена (Ламакин, 1952б). Сначала Байкал разлился среди палеогеновой равнины, покрытой мощной корой выветривания каолиново-маршаллитового типа. Уцелевшие остатки коры выветривания, сильно размытой в связи с поднятием прибайкальских гор, распространены главным образом с западной стороны Байкала, на хребте Приморском и на острове Ольхоне. Мощность сохранившихся продуктов выветривания местами превышает 80 м. Они залегают клочками в отдельных углублениях среди невыветрелой породы. Выветривание проникало в кристаллические породы особенно глубоко карманами по трещиноватым и вообще более податливым участкам. Первоначальная мощность коры выветривания, по-видимому, намного превосходила наблюдаемую в настоящее время.

Возникновение мощных каолиновых и маршаллитовых продуктов выветривания было связано с длительным существованием древнего пенеп-

лена и субтропическим климатом. Образование пенепплена началось после небольших глыбовых надвигов кристаллических пород на среднеюрские озерные отложения. Надвиги наиболее обстоятельно изучены в истоке Ангары и с южной стороны Селенгинской дельты. Пенепленизация продолжалась приблизительно 100 млн. лет, в течение всего мела и палеогена, в связи с этим надвиги были полностью сnivelированы.

Каолиново-маршаллитовая кора выветривания распространена в Прибайкалье таким образом, что приурочена преимущественно к северо-западному берегу средней части Байкала. На противоположной стороне озера небольшое скопление выветрелых продуктов маршаллитового типа встречено мной только в одном месте на берегу озера Котокель. Слабое распространение древней коры выветривания с восточной стороны Байкала нельзя приписать более сильному современному размыву местности. Горы Туркинские и Улан-Бургасы в общем одинаковы по высоте с хребтом Приморским. Различие в распространении коры выветривания на разных берегах озера не может существенно зависеть и от большего количества современных дождей и снега на восточном берегу. Климатические особенности разных берегов Байкала резко обозначились только в четвертичном периоде, когда продолжалось поднятие гор, а климат в общем стал суше и прохладнее.

Развитию коры выветривания в более восточной части добайкальского пенепплена препятствовал более расчлененный древний рельеф этой местности. Так, в Хамар-Дабане к югу от Тункинской долины наблюдается значительная расчлененность древнего эрозионного рельефа, который погребен под базальтовыми покровами неогенового возраста. Размах неровностей древнего рельефа здесь равен нескольким сотням метров. Таким образом, еще до поднятия больших гор здесь существовала мелко-гористая поверхность. Полная пенеппленизация рельефа была достигнута только с северо-западной стороны средней части Байкала.

Граница мелко-гористого района в добайкальское время приблизительно соответствовала краю Сибирской платформы, под которым следует подразумевать восточную границу распространения глыб, состоящих из архейских пород. Они являются тектоническими осколками платформы. В таком положении край платформы вдается в восточный берег Байкала в средней части его протяжения. Область полной пенеппленизации располагалась, по-видимому, только в пределах платформы, а на прилегающей полосе каледонской складчатости, подвергавшейся поднятиям, существовал неровный рельеф с мелко-гористыми водоразделами. Область расчлененного рельефа, вероятно, обрывалась на северо-запад небольшим уступом.

Как и современная Байкальская впадина, так и древний уступ на северо-западной стороне мелко-гористого рельефа, существовавшего в добайкальское время, связаны с границей платформы, а не с поднятием «Байкальского свода». И само это поднятие было, как надо думать, невелико в меловом и третичном периодах. Палеогеновые и неогеновые осадки почти отсутствуют с внешних сторон от «свода», который не мог бы избежать размывания при значительном поднятии. Сколько-нибудь существенных накоплений третичных отложений нет ни к востоку, ни к западу от Байкала. С западной стороны отсутствуют и меловые осадки. На востоке, в Забайкалье, верхнемеловые и нижнемеловые осадки залегают в сравнительно небольших грабенах, возникших в мезозое. Осадочный материал смывает с соседних горных хребтов, существовавших в то время.

Кристаллический фундамент в Забайкалье занял возвышенное положение еще в палеозое. Из позднейших движений до образования Байкала позже других проявились в Прибайкалье надвиги. В истоке Ангары глыбы кристаллического фундамента надвинуты, местами по крутым плоскостям, на юрский конгломерат, в состав которого входят не только

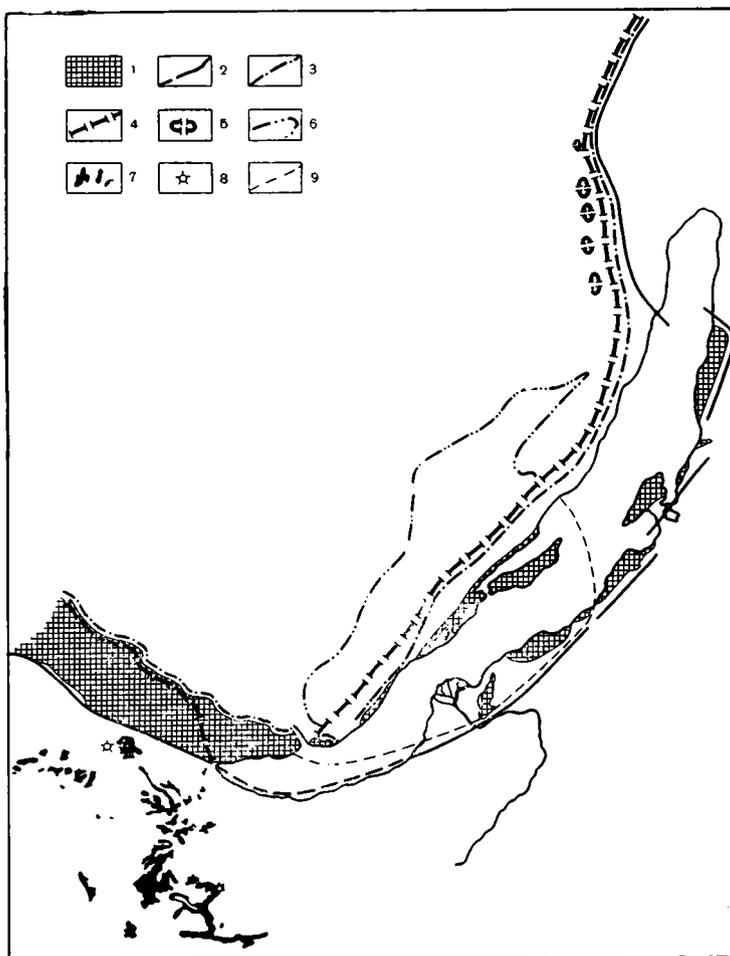


Рис. 2. Геологические условия образования Байкальской впадины

1 — глыбы архейских пород. Геологические границы: 2 — Сибирской платформы (граница архей); 3 — осадочных пород; 4 — Средне-Сибирского плоскогорья; 5 — горные гряды у западного подножия Байкальского хребта; 6 — подножие Онотской возвышенности; 7 — третичные и частью четвертичные базальты; 8 — плейстоценовые вулканы; 9 — юго-восточная граница каолиновой — маршаллитовой коры выветривания мелового и частью палеогенового возраста

гальки, но и довольно крупные валуны. И состав юрского конгломерата, и перекрывшие его надвиги говорят о значительных тектонических поднятиях и других осложнениях рельефа в юрское и, возможно, нижнемеловое время. Однако все возникшие неровности рельефа успели совершенно сгладиться за последующее время при образовании добайкальского пенеплена. Мезозойские надвиги не выражаются в рельефе.

В меловое и палеогеновое время поднятие слабо продолжалось только с внешней стороны платформы. Темп поднятия был настолько слабым, что оно позволяло существовать мелко-гористому рельефу, который местами немного разнообразил общий равнинный характер поверхности.

С сильными тектоническими движениями, начавшимися в неогене, которые привели к образованию Байкала, связаны излияния базальтовой лавы. Но, как уже говорилось, движения земной коры вначале, т. е. в миоцене, выразились главным образом в углублении озерной впадины среди слабо возвышенной равнинной местности. Базальтовые покровы

залегают и в Тункинской долине и на вершинах гольцовых нагорий с обеих ее сторон, т. е. и в Хамар-Дабане и в Восточных Саянах (рис. 2).

В. А. Обручев (1938, стр. 1306—1309) считал, что базальты в главной своей массе излились до поднятия гор. По его мнению, трудно допустить, чтобы базальтовая лава искала себе выходы на поверхность по более длинным путям к горным вершинам, пренебрегая более простым достиганием впадин. Впоследствии, в конце неогена и в четвертичном периоде базальтовые покровы по обеим сторонам Тункинской долины были высоко подняты вместе с горами.

Замечательно, что самые молодые потухшие вулканы, относящиеся к четвертичному периоду, известны только на дне Тункинской долины и в понижениях горного рельефа в Восточных Саянах, а также на р. Дзиде и ее притоках с южной стороны Хамар-Дабана. На вершинах гор молодые лавы не найдены. На то, что Прибайкальские горы поднялись позже главных излияний базальтов, указывают также крутые наклонные покровы этих пород по склону Хамар-Дабана над Тункинской долиной. Жидкая лава не могла бы застыть на крутом склоне; она стекла бы вниз к горному подножию. Очевидно, залегание базальтовых покровов на крутом склоне зависит от горбообразного поднятия Хамар-Дабана после лавовых излияний (Ламакин, 1935).

Наибольшей тектонической активности Байкальской впадины по сравнению с обрамляющими ее противоположностями горных хребтов соответствует своеобразный характер ее сейсмичности. Эпицентры почти всех землетрясений в Прибайкалье, и сильных и слабых, приурочены к Байкальской впадине, а не к горам. В этом отношении сейсмичность Прибайкалья представляет исключительное явление на территории СССР, а может быть, и на всем Азиатском материке.

На связь землетрясений с Байкалом обратил внимание еще П. С. Паллас (1788, стр. 386—387). По-видимому, он написал об этом со слов местного населения, так как побывал на Байкале проездом и не мог лично заметить эту особенность местной природы. К сожалению, современные авторы, и не только сейсмологи, но и геологи, не считаясь с многочисленными картами землетрясений, которые они сами же составляют, не обращают должного внимания в своих описаниях на сейсмическую обособленность Байкальской впадины от ее горного обрамления. Это замечается и в новых работах В. П. Солоненко (1958), Н. А. Флоренсова (1960), С. Л. Соловьева (1960), А. А. Трескова и К. В. Пшениčkова (1961), а также других лиц.

Байкальские землетрясения достигают силы 9—10 баллов. Они возникают в толще земной коры, и их очаги не спускаются, как правило, глубже 20—30 км. Эпицентры землетрясений располагаются в узкой полосе озера и его берегов, а также в сухих ответвлениях его впадины, т. е. в Тункинской, Баргузинской, Верхне-Ангарской долинах и в котловине Косогола. За редкими исключениями они не выходят за пределы впадины в соседние горы, даже ближайшие из них. Связь землетрясений с глубоким проваливанием Байкала, а не с поднятиями гор, подчеркивается дополнительно тем, что сейсмические очаги наиболее густо располагаются в Южной и Средней котловинах Байкала, которые особенно глубоки, и гораздо реже разбрасываются в северной части Байкала, отличающейся меньшей глубиной. Довольно редко случаются землетрясения и в сухих долинах Байкальской впадины, а также и в Косогольской котловине, которые тоже расположены на более высоком уровне.

Рассмотренная особенность сейсмичности Прибайкалья вполне отчетливо видна на карте землетрясений этой области, составленной А. А. Тресковым и К. В. Пшеничковым, которая помещена в книге «Землетрясения в СССР» (1961). Приуроченность землетрясений к углубляющейся впадине и отсутствие их очагов в соседних горах довольно определенно харак-

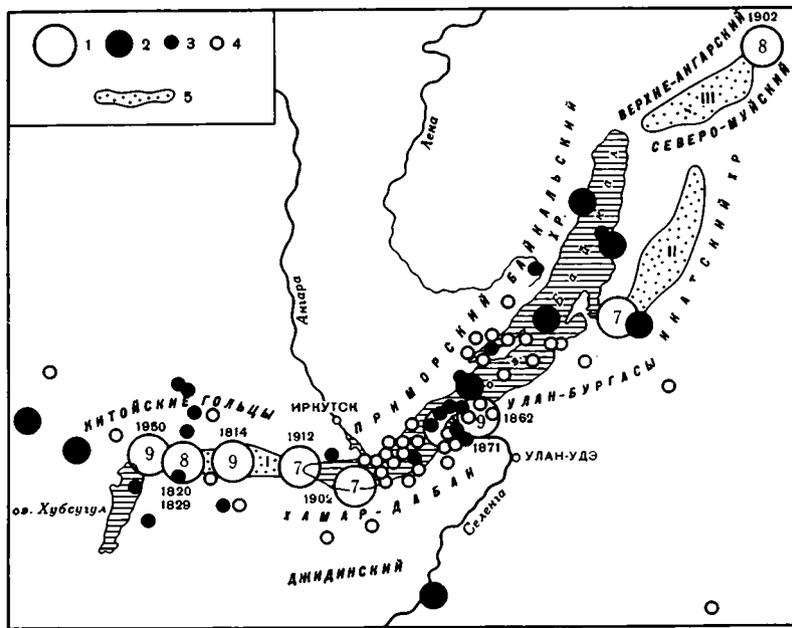


Рис. 3. Эпицентры землетрясений в Прибайкалье (по карте из работы А. А. Трескова и К. В. Пшениčkова «Сейсмичность Байкальской зоны», 1961)

1 — эпицентры разрушительных землетрясений (цифрами обозначены балльность в эпицентре и год землетрясения); 2 — эпицентры землетрясений, зарегистрированных удаленными станциями; 3 — эпицентры землетрясений силой 4—6 баллов; 4 — не более 3 баллов; 5 — сухопутные впадины байкальского типа: I — Тункинская, II — Баргузинская, III — Верхне-Ангарская

теризует тектоническое соотношение впадины и горных противоположностей. Прибайкальские горы — сравнительно пассивные, подчиненные структуры. Они поднимаются в зависимости от опускающейся впадины (рис. 3).

В связи с только что сказанным приходится кратко остановиться на сообщениях В. П. Солоненко (1964, 1965) и В. С. Хромовских (1965) о неведомых древних землетрясениях необыкновенной силы, неизвестно когда случившихся в горах над Байкалом, в частности на Хамар-Дабане. В качестве признаков землетрясений приняты тектонические щели. Названные авторы произвольно приписывают чуть не каждой зияющей трещине «сейсмогенное» происхождение. Указываются и «эпицентры» древних землетрясений, о которых догадываются В. П. Солоненко и В. С. Хромовских.

Однако эти сообщения вряд ли можно признать достаточно убедительными. В геологии хорошо известны тектонические щели и большие ущелья в районах, где не бывает сколько-нибудь заметных землетрясений. Так, например, на Кольском полуострове, в Хибинах и Ловозерских тундрах подробно описаны тектонические ущелья в горах. Лично мне пришлось наблюдать, как одно из таких ущелий в вершине речки Ийдичпок в Ловозерских тундрах, разрастаясь и в ширину и в длину, разрывает своей заостренной оконечностью лишайники на горной поверхности, гладкой тогда-то мощным ледником. Ущелье растет на наших глазах, а землетрясений при этом не происходит. Молодые тектонические щели раздвижения я встречал и на поверхности Войского поднятия на Средней Печоре, но разрушительных землетрясений здесь тоже не бывает.

В Байкальской впадине некоторые крупные опускания отдельных участков побережья озера тоже не сопровождаются землетрясениями. Так, опускание в 1930—1931 гг. большой площади на западной стороне Ангаро-

Кичерской дельты, где проходит Обручевский сброс, оставшиеся в памяти жителей пос. Нижнеангарска, произошло плавно, без каких-либо сотрясений. В 1930 г. в бассейне Байкала выпали обильные дожди, озеро поднялось и затопило низменные берега, в частности в устье р. Кичеры. Но после спада воды в озере на следующий год низменная местность у Кичерского устья только кое-где и притом слабо выступила из воды.

До опускания побережья пос. Нижнеангарск стоял рядом с устьем р. Кичеры, с его правой стороны. Опускание местности заставило жителей переселиться за 2 км на древние байкальские террасы к подножию горного склона, где поселок находится сейчас. Возле устья осталась небольшая группа построек (Чечевки). Одновременно с опусканием бывшего места поселка опустились и превратились в болота пахотные и сенокосные угодья к северу от него на поверхности дельты. В 1956 г. я лично мог видеть по берегам нижнего течения р. Кичеры и в стороне от них или и даже целые стволы погибших деревьев, преимущественно лиственниц, которые погружены комлями в воду или в подтопленные торфяники и дельтовые наносы. Деревья раньше росли, располагаясь на достаточно сухой поверхности выше уровня воды, а затем погибли вследствие затопления побережья (Ламакин, 1965б).

Приуроченность очагов землетрясений к внутренней полосе Байкальской впадины резко отличает Прибайкалье от всех других сейсмических районов на территории СССР. И в Средней Азии, и на Кавказе эпицентры землетрясений приурочены, наоборот, к горным хребтам, которые являются там самостоятельными поднятиями, а не противоположностями как в горном обрамлении Байкала. На Кавказе и в Средней Азии сейсмичны горы, а не впадины, расположенные между ними (Атлас землетрясений в СССР, 1962). В этом отношении очень показателен Иссык-Куль, во впадине которого находится всего несколько эпицентров землетрясений и притом сравнительно слабых, тогда как севернее, в Запальском Алатау и Кунгей-Алатау они сосредоточены очень густо. Много землетрясений возникло также с южной и юго-восточной стороны этого озера в хребте Терсей-Алатау (рис. 4). Очаги землетрясений в Монгольском Алтае на территории Китая и Монголии также приурочены к горному хребту. На продолжении Монгольского Алтая к юго-востоку в горах Гобийского Алтая произошло сильнейшее землетрясение в 1957 г., описанное многими авторами (Солоненко и Флоренсов, 1960б).

И в Копет-Даге и на Большом Балхане землетрясения связаны с горными поднятиями. То же самое и в Эльбурсе на территории Ирана. На Кавказе подавляющее число эпицентров землетрясений составляет полосу, протянувшуюся по Главному Кавказскому хребту, а другие их группы расположены в горных поднятиях Малого Кавказа. Котловина озера Севан остается почти свободной от очагов землетрясений. Их мало и под Каспийским морем. В Черном море очаги редки за исключением подводного склона у южного берега Крыма.

Замечательно, что и в Становом нагорье северо-восточнее Байкальской впадины землетрясения возникают по большей части не внутри широких впадин, а в горах. Например, сильнейшее Муйское землетрясение 1957 г. произошло в хребте Удокан к юго-востоку от большой Муйской впадины по краю небольшой Намаракитской тектонической долины. Едва ли можно согласиться с заявлением В. П. Солоненко (1964), специально изучавшего район этого землетрясения, что оно типично для «Байкальского сейсмического пояса». В действительности тектонические условия в очаге Муйского землетрясения в основном, по-видимому, существенно отличны от условий байкальских землетрясений. И другие сильные землетрясения в Становом нагорье связаны с горными хребтами Удоканским и Южно-Муйским.

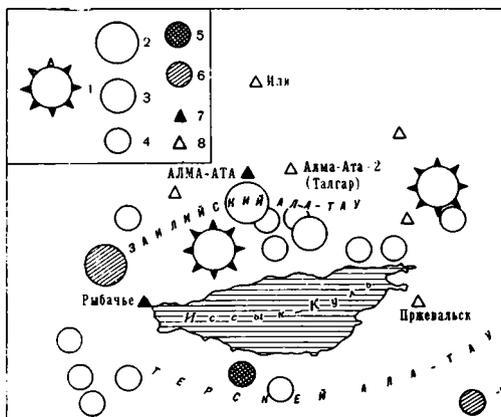


Рис. 4. Эпицентры сильных и разрушительных землетрясений в районе озера Неськ-Куль (по карте из работы А. А. Фогеля и И. В. Горбуновой. «Сейсмичность Северного Тянь-Шаня», 1964)

1 — $M = 7\frac{1}{2}$; 2 — $M = 7\frac{1}{2}-6\frac{1}{2}$;
 3 — $M = 6\frac{1}{2}-5\frac{1}{4}$; 4 — $M = 5-4\frac{1}{4}$;
 5 — точность класса А; 6 — класса В; 7 — сейсмические станции обидея типа; 8 — региональные сейсмические станции (незаштрихованные эпицентры — точность неизвестна)

По расположению сейсмических очагов Байкальская впадина несколько похожа на Курильскую в Тихом океане, где подавляющая часть очагов, находящихся в земной коре, т. е. не спускающихся глубже — в мантию, густо расположена вдоль глубоководного рва. Только фокусы землетрясений более глубокого заложения распространяются, очевидно, по наклонному разлому и на северо-запад от Курильского рва. На Камчатке очаги мелкофокусных землетрясений почти отсутствуют, а глубинные — в мантии — возникают только близ южной оконечности полуострова и вдоль его восточного берега напротив Курильского рва.

По-видимому, в Курильской впадине, так же как и в Байкальской, землетрясения вызываются горизонтальными смещениями с тектоническим проваливанием по глубинным разрывам.

Известно, что сильной сейсмичностью отличаются и другие глубоководные океанические рвы. Однако между их сейсмичностью и сейсмичностью внутриматерикового Байкальского рва существует большая разница в глубине очагов землетрясений. В то время как для океанических рвов характерны глубокофокусные землетрясения, очаги которых располагаются нередко на глубинах в несколько сот километров, очаги байкальских землетрясений ограничиваются толщей земной коры, не заходя в ней глубже двух-трех десятков километров.

Наряду со всем этим Байкальский ров по своим сейсмическим особенностям довольно похож на Великие Восточно-Африканские рвы. По данным Г. П. Горшкова (Gorshkov, 1963), узкая полоса особенно часто повторяющихся землетрясений в Африке протягивается от озера Альберт на севере через озера Эдуард, Киву, Танганьика, Руква до озера Ньяса на юге. Местами здесь насчитывается более 100 землетрясений в году. В южной половине Танганьики и в районе озера Руква землетрясения настолько сильны, что нередко отличаются катастрофическим характером. В 1910 г. на юге Танганьики землетрясение достигало 7,3 по величине магнитуды. Сильная сейсмичность свойственна также впадине озера Рудольфа и другим африканским грабенам. Однако широкие пространства соседних плоскогорий остаются свободными от сейсмических очагов. Особенно замечательно, что и высокие горы, поднимающиеся местами совсем рядом с Танганьикой, отличаются в большинстве от ее впадины сравнительно слабой сейсмичностью. Следует принять во внимание, что их высоты над озером приблизительно одинаковы с байкальскими горами.

Хорошо известно, что африканские грабены похожи на Байкальскую впадину во многих отношениях, а озеро Танганьика и по своей глубине и характеру фауны и флоры напоминает Байкал. Л. С. Берг (1922) давно

сравнил между собой эти два озера. Глубина Танганьики равна 1435 м, т. е. всего на 185 м меньше глубины Байкала. Уровень Танганьики расположен на абсолютной высоте 773 м, т. е. на 320 м выше Байкала. Впадины обоих озер углубляются ниже уровня океана. Глубина озера Ньясы тоже не малая — 706 м (рис. 5).



Рис. 5. Грaben Танганьики, по Б. Хивену (1966)

Озеро Танганьика, так же как и Байкал, протянулось по западному краю высокого поднятия древнего кристаллического фундамента, образующего Восточно-Африканское плоскогорье. Далее на запад фундамент погружается под осадочный чехол палеозойских, мезозойских и четвертичных отложений, слагающих обширную область в бассейне Конго. Возникает вопрос о происхождении Танганьикских гор. Не образованы ли они тектоническими противоположностями, подобно Байкальским горам?

Происхождение гор вокруг Танганьики вполне заслуживает специального изучения, особенно, если принять во внимание сложение осадочной толщи во впадине этого озера. По отрывочным сведениям, которые приведены Л. Каэном (1958), можно догадываться, что состав толщи в верхних горизонтах крупнее, чем в нижних. Л. Каэн отметил такое изменение состава отложений третичного возраста в одном месте. Если окажется, что оно характерно для всей толщи, залегающей во впадине, то вряд ли останется сомнение, что Танганьикские горы образовались как противоположностями и подобны Байкальским горам.

Глава II

О СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ СМЕЩЕНИИ БАЙКАЛА

Неогеновые байкальские отложения известны в полосе, протянувшейся по южному и восточному берегу озера. На южном берегу они обнажаются в поверхностных выходах и пробурены на большую глубину. Они пробурены и в Селенгинской низменности, где залегают в погребенном состоянии. Далее они подстилают на небольшой глубине четвертичные отложения в районе пос. Энхалук, где вскрыты буровой скважиной. Еще далее на север они встречены буровыми скважинами на Чивыркуйском перешейке.

Г. Е. Рябухин в 1934 г. показал на карте распространение третичных отложений в Байкальской впадине. Они приурочены к узкой полосе на юго-восточной стороне озера между устьем р. Мури на юге и Чивыркуйским перешейком на севере. Но эту полоску надо еще более удлинить. На юго-западе ее надо протянуть до Кыркидайского мыса, у которого третичные отложения были описаны в 1904 г. В. К. Яковлевым. На севере полосе третичных байкальских отложений следует продолжить до самой оконечности озера.

По геофизическим данным, о которых сообщает Б. Ф. Лут (1964), мощность осадков в Северо-Байкальской котловине достигает в углублениях коренного ложа очень большой величины. Весьма значительна мощность рыхлых отложений на дне озера напротив восточного берега между Чивыркуйским заливом и р. Сосновкой. Напротив западного берега у мысов Солонцовых и Заворотного коренное ложе впадины опущено на 2000 м, считая от уровня озера, и мощность осадочной толщи превосходит 1200 м. Особенно велика мощность осадков под северной оконечностью Байкала, где она равна 4000 м. За короткое четвертичное время не успело бы накопиться столь мощных отложений. Ясно, что большая часть осадочной толщи и в Северной котловине Байкала отложена в третичный период.

На месте мелководного Чивыркуйского залива с островами, состоящими из кристаллических пород, третичные отложения и сколько-нибудь мощные четвертичные, по-видимому, отсутствуют. Можно допустить и другие перерывы в распространении байкальских неогеновых пород вдоль юго-восточной стороны озера. Несмотря на это, ясно, что они существуют во всех трех котловинах Байкала, которые обладают приблизительно одинаковым возрастом. Байкал на всем своем протяжении образовался в общем одновременно. Тогда же возникли и окончания Байкальской впадины в виде Верхне-Ангарской, Тункинской, Косогольской котловин и ответвление впадины в виде большой Баргузинской долины.

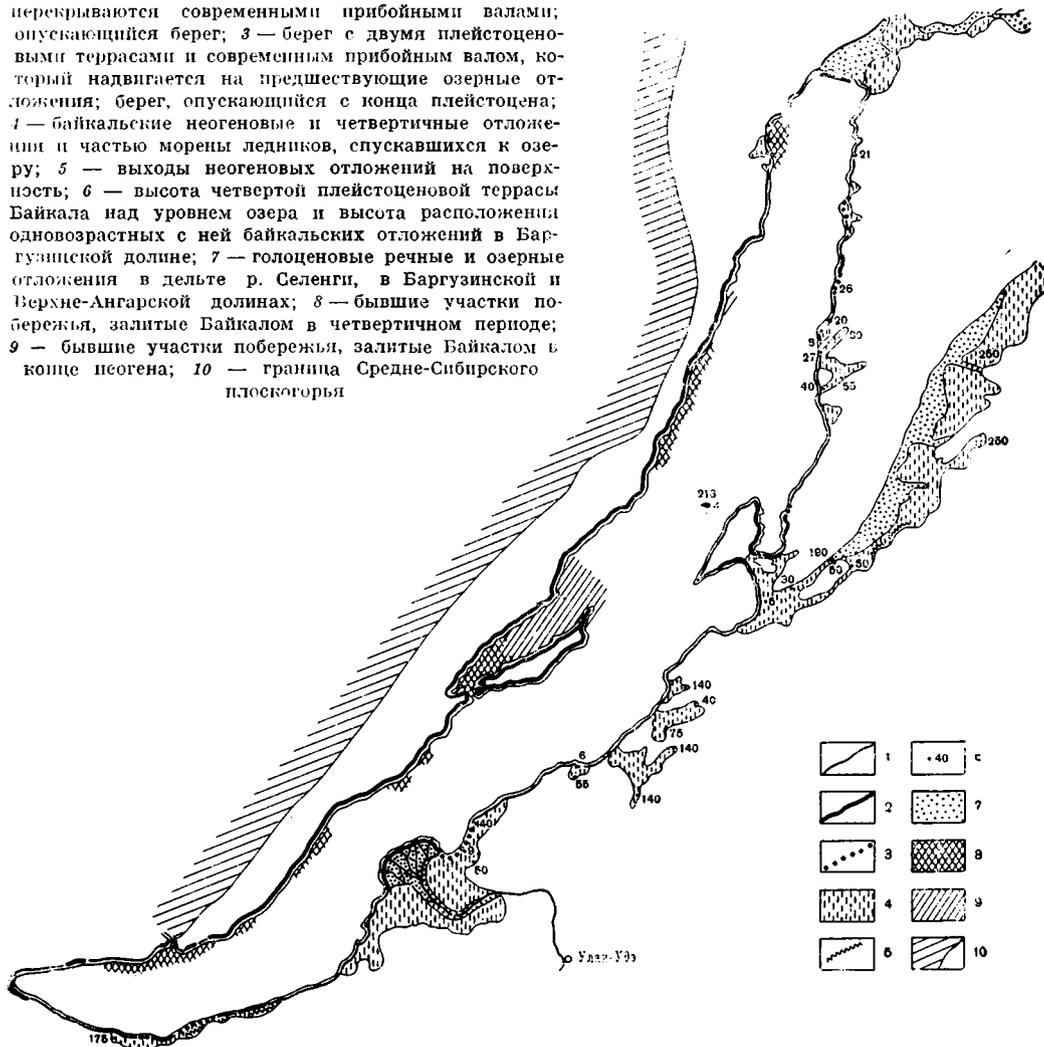
Приуроченность неогеновых отложений в поверхностных выходах к юго-восточной стороне Байкала показывает, что они здесь сравнительно приподняты над глубинами осевой полосы озера. Наиболее высоко эти

отложения залегают на южном берегу Байкала в районе пос. Танхой. В Баргузинской долине плиоценовые отложения подняты к поверхности на юго-восточной стороне долины близ южного ее окончания у дер. Алги. Места наиболее высокого залегания неогеновых отложений и на побережье Байкала и в Баргузинской долине расположены одинаково относительно общего очертания обеих впадин — в юго-восточных выступах. Вряд ли это может быть случайным совпадением.

Вдоль северо-западного берега Байкала третичные отложения самого Байкала отсутствуют. На острове Ольхоне неогеновые озерные отложения относятся к небольшим местным водоемам, существовавшим недолгое время (Ламакин, 1960; Рыбаков, 1964). В северной части западного берега Байкала, в районе устья Молокона, в морену максимального

Рис. 6. Схематическая карта смещения Байкальской впадины

1 — берег с эоценовыми и плейстоценовыми террасами и современными байкальскими отложениями, возвышающимися над уровнем прибоя; поднимающийся берег; 2 — берег, на котором древние террасы отсутствуют, а отложения рек, впадающих в озеро, перекрываются современными прибойными валами; опускающийся берег; 3 — берег с двумя плейстоценовыми террасами и современным прибойным валом, который надвигается на предшествующие озерные отложения; берег, опускающийся с конца плейстоцена; 4 — байкальские неогеновые и четвертичные отложения и часть морены ледников, спускавшихся к озеру; 5 — выходы неогеновых отложений на поверхность; 6 — высота четвертой плейстоценовой террасы Байкала над уровнем озера и высота расположения одновозрастных с ней байкальских отложений в Баргузинской долине; 7 — голоценовые речные и озерные отложения в дельте р. Селенги, в Баргузинской и Верхне-Ангарской долинах; 8 — бывшие участки побережья, залитые Байкалом в четвертичном периоде; 9 — бывшие участки побережья, залитые Байкалом в конце неогена; 10 — граница Средне-Сибирского плоскогорья



оледенения включено много переотложенной пылицы неогенового возраста. Несомненно, что в состав морены Молокоинского ледника вошел материал из озерных или речных отложений, накопившихся у подножия Байкальского хребта в дочетвертичное время (Ламакин, 1960). Сами отложения остаются до сих пор неизвестными. По-видимому, их было немного. Если пыльца отложилась в озере, то оно существовало короткое время. Вероятно, это был небольшой местный водоем. В Баргузинской долине вообще нет озерных неогеновых отложений в поверхностном залегании вдоль ее северо-западной стороны, над которой протягивается Баргузинский хребт (рис. 6).

Указанные особенности в залегании неогеновых озерных отложений в Байкальской и Баргузинской впадинах зависят, по-видимому, от их тектонических перекосов к северо-западу. Байкал несколько смещается — как бы выплескивается — к северо-западу по мере развития вмещающей его впадины. Озеро затопливает полосу, которая раньше служила его побережьем.

В дельте Селенги и на прилегающей к ней низменности мощность древних байкальских, частью дельтовых отложений особенно велика. Бурением у Посольска рыхлая толща пройдена на глубину приблизительно 3000 м. Геофизические исследования в дельте Селенги показывают мощность напосов (включая четвертичные) в 5000 м. На южном берегу Байкала мощность рыхлой толщи тоже велика. Бурение показало, что она не менее 1500 м. Большие мощности рыхлой неогеновой толщи, приуроченные к юго-восточной стороне Байкала, при отсутствии байкальских отложений соответствующего возраста на противоположной стороне позволяют считать, что юго-восточная сторона в общем более древняя.

К тому же на юго-востоке, в особенно углубленной Усть-Селенгинской котловине коренного ложа, рыхлые отложения в нижней части толщи как будто являются самыми древними по сравнению с другими районами Байкальской впадины. В последнее время З. Х. Файзулина и Е. И. Козлова (1966) описали растительную пыльцу из глубин осадочной толщи, пройденной буровыми скважинами по внешнему краю Селенгинской дельты у села Исток. Названные палинологи определили ее возраст как палеогеновый.

Такое определение основано на том, что к составу пылицы, характерной для неогеновых отложений на южном берегу Байкала, в истокских скважинах примешана пыльца пальм. Если пыльца не попала случайно в образцы бурового шламма, изучавшиеся З. Х. Файзулиной и Е. И. Козловой, то по возрасту пробуренные отложения следует отнести, вероятнее всего, к олигоцену. Следовательно, в Усть-Селенгинской котловине байкальские отложения могут указывать, что эта котловина, возможно, является началом образования Байкала. Но при этом допущении нельзя упускать из вида постепенное изменение растительности в течение третичного периода. В связи с этим обстоятельством невозможно сколько-нибудь достоверно отделить по пыльцевым спектрам олигоцен от миоцена в толще байкальских осадков. К сожалению, стратиграфическое расчленение третичных байкальских отложений основано главным образом на изменениях состава растительной пылицы, содержащейся в их разных горизонтах. Более надежных критериев нет.

Кроме того, к описанию З. Х. Файзулиной и Е. И. Козловой приходится отнести вообще с сомнением. Оно связано с нашумевшей недавно историей открытия «морского палеогена» в разрезе одной из тех же истокских скважин. Мнимый «морской палеоген» указывался здесь палеонтологами по обломкам морских раковин, найденных в буровом шламме. Это палеонтологическое открытие оказалось курьезной ошибкой, которая быстро разъяснилась. Морской ракушник был привезен откуда-то издалека,

кажется, с Азовского моря, на птицеферму, находящуюся в районе бурения, с целью подкормки птиц. Оттуда он попал в скважины. Возможно, ракушник использовался при креплении буровых колонн. Особенно удивительно то, что «морской палеоген» в Байкальской впадине был описан по обломкам раковин субфоссильного характера (Попова и др., 1963; Мерклин, 1964; Логачев, Попова, 1965).

Впрочем, как ни решится в будущем вопрос о возрасте осадочной толщи в истокских скважинах, это не может отразиться на нашем общем представлении о происхождении Байкала. Многочисленные другие данные говорят о том, что опускание Байкальской впадины началось с ее юго-восточной стороны. Отсюда она расширялась до современного северо-западного берега озера. Этот процесс продолжается и в настоящее время. Байкал, смещаясь к северо-западу, захватывает на этой стороне новую полосу суши и оставляет позади себя участки бывшего озерного дна. Байкальская впадина при этом целиком не смещается, в отличие от озера, а только расширяется, так как поднятые озерные отложения на юго-востоке продолжают составлять ее дно. Смещение Байкала обусловлено поперечным перекосом его впадины. Такой же перекосок происходит и в Баргузинской долине. Ее северо-западная сторона углубляется быстрее, и в настоящее время занята поймой р. Баргузин.

Тектонический перекосок Байкальской и Баргузинской впадин продолжается и в четвертичном периоде. Почти на всем протяжении юго-восточный берег озера от северной до юго-западной оконечности сопровождается древними байкальскими террасами эоплейстоценового и плейстоценового возраста. Террасы часто прерываются по протяжению выступами горного склона или участками, где они размыты. Признаки опускания берега наблюдаются на редких и коротких промежутках. Например, на севере опускается мыс Понгонье, на юге — мыс Кыркидай. Опусканию подвержена внешняя полоса Селенгинской дельты с заливом Провал, а также побережье Чивыркуйского залива.

Четвертичные байкальские отложения особенно высоко залегают в северной части восточного берега Байкала. Так, южнее р. Томуды близ горы Чубар они известны на высоте 480 м. Отложения здесь описаны Н. В. Думитрашко и Г. Г. Мартинсоном (1940). Эти отложения залегают гораздо выше системы четырех плейстоценовых террас на соседнем побережье и сильно размыты, поэтому их следует рассматривать как эоплейстоценовые образования. Эоплейстоценовые байкальские террасы наблюдаются и южнее. Справа над нижним течением р. Кабаньей возле ущелья Якшакан с северной его стороны высота террасы равна 300 м, а с южной — 240 м. Еще южнее, на мысе Валукан, высота эоплейстоценовой террасы еще меньше, а именно 120 м. Террасы этого же возраста существуют и в других местах Баргузинского берега.

Далее к югу эоплейстоценовая терраса шириной более 10 км расположена на высоте 100 м между р. Сухой и заливом Провал близ устья Селенги. На южном берегу эоплейстоценовые байкальские террасы срезают неогеновую толщу преимущественно озерных отложений, точнее, их кровлю и верхние горизонты. Весьма характерна терраса справа от нижнего течения р. Переемной, над Белым яром. На юге уровень эоплейстоценовых террас ниже, чем в более северной части Байкала. Но четвертая плейстоценовая терраса на южном берегу близ устья р. Мурина образует так называемую Морскую гору высотой 175 м над Байкалом. Здесь плейстоценовые байкальские отложения подняты наиболее высоко непосредственно рядом с Байкалом.

Байкальские плейстоценовые отложения проникают и в глубь побережья по небольшим поперечным впадинам среди гор на весьма значительные расстояния: по Езовскому зачербу вдоль р. Езовки — на 20 км, по р. Большой — на 25 км, по р. Турке — на 25 км, по р. Кике — еще

дальше. Им же сложен Чивыркуйский перешеек. Обширное поле четвертичных байкальских отложений внедряется в побережье по нижнему течению р. Селенги. Они распространены в глубь берега на 60 км. Древнебайкальские отложения особенно далеко заходят от современного берега озера по Баргузинской долине, протягиваясь здесь на расстоянии 220 км.

С удалением от берега плейстоценовые байкальские отложения постепенно повышаются в своем залегании. В конце Езовского зацербра они поднимаются до 80 м над Байкалом, в конце Баргузинской долины достигают 250—300 м высоты, по р. Кичке, повышаясь с удалением от берега, они располагаются на высоте 140 м.

Большой участок распространения плейстоценовых байкальских отложений находится на восточной стороне Северо-Байкальской низменности, расположенной при впадении в Байкал рек Кичеры и Верхней Ангары.

Велики на восточной стороне Байкала и площади речных отложений, которые имеют очень молодой возраст. Это — дельта р. Селенги и пойма этой реки выше по течению от дельты, а также пойма р. Баргузин в одноименной долине. По возрасту эти образования относятся к голоцену.

Большое распространение древних террас на юго-восточном берегу Байкала зависит от его поднятия, происходившего с перерывами, во время которых накапливались озерные толщи. Но признаки поднятия берега существуют и на тех его участках, которые вследствие крутизны лишены террас. Поднятие берега в таких местах определяется по расположению волноприбойных гротов выше современного уровня воздействия абразии, но превышению более старых голоценовых прибойных валов над более молодыми и т. д. (рис. 7).

Как ни крут берег, все же его поднятие вызывает отступление озера. Юго-восточный берег местами больше, местами меньше надвигается на озеро. Противоположное движение — опускание юго-восточного берега — проявляется на немногих очень коротких участках, притом довольно крутых. Такие участки почти не нарушают общего фронта наступания юго-восточного берега на озеро.

Наоборот, противоположный северо-западный берег Байкала на большей части своего протяжения опускается в четвертичном периоде, что определяется по разнообразным признакам. Здесь отсутствуют байкальские отложения, кроме тех, что слагают современные береговые валы. И вообще нет байкальских отложений, которые хоть сколько-нибудь были приподняты над уровнем современного приобья. Внешние береговые валы у самой береговой линии отличаются большей высотой по сравнению с более внутренними, если таковые существуют рядом. В устьях многочисленных рек речные отложения опускаются под уровень озера и перекрываются современным озерным галечником или песком. Особенно ясно это видно по периферии пролювиальных конусов, на которые надвигаются современные береговые валы. На многих пролювиальных мысах поверх погрузившегося пролювия возникли мелкие прибрежные озера, отделенные от Байкала прибойными валами. Они весьма характерны для северной части Байкала. На северо-западном побережье Байкала, в южной части, где пролювий развит слабо и устья долин расположены низко, озеро вдается в сушу ингрессионными губами, какими являются губы Берхин, Анга, Ая и др.

Опускание берега происходит столь быстро, что на длинном его протяжении от Кедровой губы на севере до мыса Шартлы на юге в воду погрузились комлями и погибли многие лиственницы. Часть деревьев опущена комлями только в галечник берегового вала. Эти деревья тоже большей частью погибли и ждут своей очереди, чтобы оказаться в воде. Огромный ствол засохшей лиственницы торчит из берегового вала, надвигающегося на пролювиальный конус на мысе Зогдук в Малом море.



IV. Сбросовый обрыв Приморского хребта над Байкалом у пади Малой Бугульдейки



V. Волноприбойные гроты, поднятые выше современной границы волновых ударов на северо-западном берегу Байкала близ пади Сенной (западнее поселка Коты)



VI. Карьер на вершине Приморского хребта над речкой Харгиной в мощной залежи кварцевого песка (маршаллит), составляющего здесь древнюю кору выветривания



VII. Пролувий в подножии Малого Кадильного мыса, подмытый волнами Байкала. Крупный щебень с супесью в верхнем горизонте снесен с крутого горного склона, а мелкий галечник со слабо промытой супесью в нижнем горизонте вынесен из соседней Малой Кадильной пади. Граница между ними — на высоте $3\frac{1}{2}$ м над уровнем Байкала (в 1957 г.)

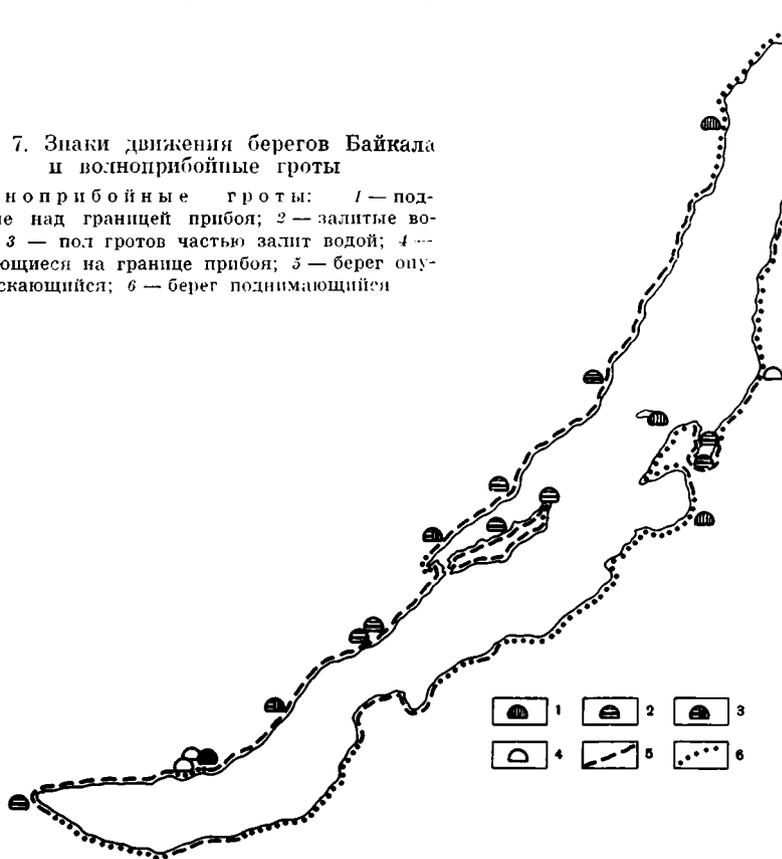
Опускание северо-западного берега происходит по Обручевскому сбросу. По сбросу срывается вниз прибрежная полоса горного склона Байкальского хребта в северной части озера, тогда как гребень хребта поднимается сзади сбросовых обрывов. В южной части Байкала сопровождающий его Приморский хребет низок. Он поднимается слабее, но берег и здесь подвержен быстрому опусканию.

На северо-западном берегу только лишь сравнительно короткие участки подвергаются продолжительному поднятию в четвертичном периоде. Самым крупным из таких участков является западный берег в северной оконечности озера, к северу от мыса Котельниковского. Южнее, на небольшом расстоянии от этого мыса короткий берег в губе Бургунду тоже поднимается. Участки берега, подверженного поднятию, расположены и близ истока Ангары, а также у пос. Коты на юге Байкала. На всех этих участках существуют плейстоценовые байкальские террасы, расположенные в несколько высотных рядов. Кроме того, и северо-западный берег Малого моря, но на очень коротких участках, местами поднимается с конца плейстоцена. Здесь сравнительно недавно байкальские отложения немного приподняты над уровнем Байкала.

Ольхон в целом подвержен опусканию, но на юго-восточном его берегу у мыса Шинтуй существует местная древняя плейстоценовая терраса на небольшой высоте над уровнем озера. В 7 км юго-западнее, за мысом Ижимей, при выходе к берегу лаги Улан-Нур, озерный валунно-галечный нанос с угловатыми глыбами и щебнем, залегающий в отвесном обнажении, поднят на высоту около 10 м над уровнем Байкала. Над обнажением расположен крутой конус пролювпальных выносов из лаги. Мыс Шинтуй и лага Улан-Нур очерчивают с двух сторон участок

Рис. 7. Знаки движения берегов Байкала и волноприбойные гrotы

Волноприбойные гrotы: 1 — поднятые над границей прибой; 2 — залитые водой; 3 — пол гrotов частью залит водой; 4 — остающиеся на границе прибой; 5 — берег опускающийся; 6 — берег поднимающийся



местного поднятия юго-восточного берега Ольхона, служащий подножием самой высокой горы острова — Ижимей.

В определении знаков вертикальных движений берегов Байкала я основываюсь преимущественно на своих наблюдениях, сделанных вокруг всего озера в 1948 — 1960 гг. Кроме того, мною приняты во внимание наблюдения Б. И. Дыбовского, И. Д. Черского, А. П. Орлова, В. К. Яковлева, Ю. М. Шейнманна, Н. В. Думитрашко и других исследователей.

Наряду с этим я вынужден был отказаться от использования работ Е. К. Гречищева (1957, 1959, 1960), А. С. Ескина, Г. Б. Пальшина, Е. К. Гречищева и Г. И. Галазия (1959), Г. И. Галазия (1959), В. С. Мякокина (1959а, 1959б), Н. П. Ладохина (1960), Н. П. Ладохина, Е. К. Гречищева (1961) и некоторых других. Эти работы состоят из курьезных ошибок, которые показывают отсутствие необходимых теоретических знаний у их авторов и, в частности, недостаточную осведомленность в методике исследования озерных берегов. В них превратно описаны многие особенности в строении берегов Байкала, и из ложных предпосылок сделаны неправильные заключения.

Как пример можно привести суждение Г. И. Галазия (1959) о том, что на опускающемся берегу вообще не может откладываться волноприбойный нанос, не может существовать береговой вал. В действительности, как это хорошо известно даже из общих руководств по динамической геологии и физической географии, опускание озерного или морского берега само по себе не препятствует отложению наносов, которое зависит от баланса их поступления на берег и уноса с него. Нанос откладывается и на опускающемся берегу, если он достаточно пологий.

Н. П. Ладохин (1959) пришел к заключению о невозможности использовать засечки Черского для выяснения современной подвижности берегов Байкала в связи с тем, что придавал слишком большое значение колебаниям уровня озера, которые вызываются ветрами. Однако высоты засечек при их нивелировках отсчитываются от уровня воды в тихую погоду, когда ветры не влияют на положение уровня озера.

Е. К. Гречищев (1957, 1960) отрицал возможность использовать для определения поднятий и опусканий берегов Байкала расхождения старых геодезических нивелировок, произведенных в разные годы вдоль железной дороги по берегу в южной части озера. Он, между прочим, утверждал, что повторные нивелировки сделаны по испорченным реперам. Однако невозможно предостеречь себя, чтобы топографы пользовались реперами, не внушающими доверия, не отмечая их состояния. Возможно, некоторые реперы попортились после сделанных нивелировок. В то же время я лично мог убедиться в 1960 г., что, например, на станции Байкал первоначальный репер сохранился в полной неприкосновенности до наших дней.

А. С. Ескин, Г. Б. Пальшин, Е. К. Гречищев, Г. И. Галазий (1959) заявили, что древние волноприбойные пещеры или гроты на берегу Большого Ушканьего острова, поднятые над уровнем современной абрази, не могут служить признаком поднятия острова. Они сослались на то, что и теперь волны при особенно высоком уровне воды и сильных ветрах иногда забрасывают гальку в гроты. Но одно дело забросить гальку, а другое дело выдолбить грот.

Для уяснения пригодности высоко расположенных волноприбойных гротов или пещер, как признаков поднятия берега, весьма интересна так называемая Большая пещера на том же Ушканьем острове. Она выдолблена волнами в кристаллическом известняке. Ее пол расположен на высоте 3 м 20 см над уровнем Байкала (по моему наблюдению 18.VIII 1956) и почти на 1,5 м превышает современный предел действия прибоа. Пол находится на уровне самой молодой из древних террас острова («нулевая» терраса), которая образовалась только на берегу сильнее поднимающейся юго-восточной стороны острова (Лемакин, 1965).

Пол Большой пещеры сложен мелким озерным песком с галькой. Он горизонтально слоист. Поверх песка лежит немного известково-углистой насыпки, оставшейся в пещере от костров первобытных охотников. В насыпке и подстилающем песке содержится множество черепков глиняной посуды наряду с нерпычными костями. Археолог Л. П. Хлобыстин определил, что черепок из основания насыпки относится, по-видимому, к началу нашей эры. Можно считать, что уже тогда пещера стала возвышаться над границей прибоя, вследствие поднятия берега. Вышележащие обломки посуды внутри известково-углистой насыпки принадлежат к первому тысячелетию нашей эры (Хлобыстин, 1963). Ясно, что А. С. Ескин и его соавторы ошиблись.

Подобными недоразумениями являются и другие сведения в отмеченных здесь работах Г. И. Галазия, Е. К. Гречищева, А. С. Ескина, Н. П. Ладохина, В. С. Мякокина, Г. Б. Пальшина по вопросам тектонических движений байкальских берегов. Поэтому нет необходимости более задерживаться на их рассмотрении.

Опускание северо-западного берега, образованного Обручевским сбросом, и одновременное поднятие протянувшихся над ним горных хребтов зависят от того, что шарнир между противоположно направленными движениями проходит вдоль горного склона над Байкалом. В отличие от этого, в поднятие юго-восточного берега с соседними горами вовлекается и прибрежная полоса озерного дна, что видно по расположению древних террас. Шарнир движений проходит здесь под водой.

Поднятие и опускание разных берегов Байкала показывают противоположные соотношения в их расположении относительно шарниров, которые разделяют поднимающиеся горы и опускающееся дно впадины. На опускающемся берегу шарнир протягивается по суше перед наступающим озером, а на поднимающемся берегу — по дну озера перед наступающей сушей.

Шарниры движений в бортах впадины отличаются большей прямизной, чем берег. Это видно, например, на Танхойском берегу в южной части озера. Здесь на участках берега, выдвинувшихся в озеро по обеим сторонам устья р. Снежной, а также с запада от устья р. Переемной существуют признаки опускания берега, тогда как в соседних губах они сменяются признаками поднятия. Шарнир движения здесь срезает мысы и пересекает губы по прямой линии.

Отступление северо-западного берега происходит посредством откалывания от него горных глыб и опускания их по сбросам. Отколовшейся глыбой, которая сброшена в озеро, является островок Столбовской близ Песчаной губы. Он известен также под названием Бакланьего камня. На сбросовое происхождение этого островка еще в 1861 г. указывал Г. Радде (1861). По-видимому, и рядом расположенные мысы Большая и Малая Колокольни, огораживающие Песчаную губу, тоже сброшены со склона Приморского хребта.

Самой большой сброшенной глыбой, отделившейся полностью от северо-западного берега, является остров Ольхон. Такой же огромной глыбой, отделившейся от Приморского хребта по расколу, но не опустившейся в озеро, являются Прибрежно-Ольхонские горы. Они протянулись по берегу южнее Ольхона, от которого отделены проливом Ольхонские ворота. Пролив образовался по тектоническому разрыву берега.

В северной части Байкала Богучанский остров тоже образован сброшенной глыбой, большая часть которой опустилась под уровень воды. На ее месте образовалась Богучанская губа, среди которой находится остров.

Характерной особенностью сброшенных с северо-западного берега глыб Ольхона, Богучанского и Столбовского островов, а также Колокольных мысов является их вздыбленность над глубинной полосой Байкала. Их склоны пологи в сторону суши и обрывисты к открытой полосе Байка-

ла. Вершины глыб находятся над юго-восточными их сторонами. Отступающий берег теряет отдельные свои глыбы, сбрасывая их с себя в Байкал.

Сзади Ольхона на противоположной стороне Малого моря в его южной части тоже существуют осевшие тектонические ступени у подножия Приморского хребта. Северная из таких глыб образует Курминский мыс, состоящий из гнейсовой небольшой горки, которая присоединена к берегу намывной косой. Ближе к р. Сарме расположена более широкая ступень над мысом Хадартуй. Южнее р. Сармы тектоническая ступень протянулась над заливом Мухор, а далее она вдаётся в сквозную долину р. Куцелги.

Для южной части Малого моря также свойственны скалистые низкие островки. Самые значительные из них Угунгой и Зумугой. Островки находятся среди мелководного пространства. На них совершенно нет байкальских отложений. Скалистые обрывы островков в воде свидетельствуют о большой силе абразии, что зависит, вероятно, от опускания островков. Несомненно, что весь южный угол Малого моря очень недавно — в четвертичном периоде — погрузился в воду. Наверху над водой остались только в виде островков водораздельные горки, поднимавшиеся когда-то между речными падами.

При выходе из Малого моря на северо-западном берегу Байкала находится скалистый мыс Арул, образованный отколовшейся глыбой. Она соединена с берегом пролювиальным шлейфом, который спускается с Приморского хребта. Далее к северу небольшая тектоническая глыба образует мыс Халтыгей. На Онгурёнском берегу севернее пос. Онгурёны по берегу протягиваются прибрежные горные гряды, также образованные тектоническими глыбами, отколовшимися от берегового хребта.

А. В. Волин (1963) обратил внимание на дугообразное очертание тектонических обрывов над некоторыми большими горными глыбами, которые откалываются вниз со склонов горных хребтов. Глыбы перекошены, их поверхности запрокинуты вниз в сторону хребтов. А. В. Волин назвал такие откалывающиеся и полностью отколовшиеся тектонические глыбы «циркульными». Вдоль циркульных отколов протягиваются соответственно изогнутые речные долины.

Между прочим, на северо-западном берегу Байкала А. В. Волин различил большую циркульную глыбу, очерченную реками Голоустной и Бугульдейкой с ее притоком Куртуном. Рядом, северо-западнее, между реками Бугульдейкой и Сармой расположена другая циркульная глыба Прибрежно-Ольхонских гор. Большие глыбы разделяются на второстепенные. Остров Ольхон, по мнению Волина, тоже является циркульной глыбой. На его юго-восточной стороне выделяются циркульные глыбы второго порядка. Посредством откалывания и сбрасывания этих глыб юго-восточный берег Ольхона, надо думать, опускается в Байкал. Небольшая циркульная глыба отмечается на берегу Байкала в районе Кочериковской речки севернее Ольхона.

Севернее на берегу Байкала выделяется тектоническая ступень мыса Саган-Марян. Между губами Мужинай и Болсодей находится небольшая горка, названная Коврижкой. Это — тоже отколовшаяся глыба. Она соединяется с материковым берегом пролювиальными выносами с Байкальского хребта.

Начиная с мыса Котельниковского и далее на север берег Байкала сопровождается широкой тектонической ступенью Горемыкско-Тыйского плато, которое расположено между озером и отодвинувшимся от него высоким Байкальским хребтом. И от края широкого плато откололись и оказались сброшенными в озеро отдельные мелкие глыбы. Одна из них образует Богучанский остров, другая — мыс Лударь, соединенный с соседним горным склоном низкой седловиной. И Богучанский остров и мыс Лударь

перекошены. Они вздыблены над Байкалом и полого склоняются в противоположную сторону.

На северо-западной стороне Байкала видны многочисленные проявления продольного Обручевского сброса, по которому берег отодвигается в северо-западном направлении. Байкал здесь наступает и завоевывает новые пространства (Ламакин, 1955а). Местами можно непосредственно наблюдать погрузившиеся в воду участки побережья. С южной стороны пос. Коты в прозрачной воде можно разглядеть, плывя в лодке в удалении от берега, выступы скал на дне озера. Они обрываются утесами к озерным глубинам и рассечены трещинами. Это — сброшены в воду высокие скалы, ранее составлявшие берег. Возле оконечности Лиственичного мыса близ истока Ангары опустилась под уровень воды широкая плоская терраса. Она находится на небольшой глубине, и ее вынуждены обходить не только крупные пароходы, но и моторные катера.

В других местах несложные промеры прибрежных глубин обнаруживают подводные продолжения береговых падей на дне озера. Они были открыты Б. И. Дыбовским и В. И. Годлевским (1877, 1897) на нескольких участках берега от мыса Лиственичного до Голоустного. В последнее время подводные продолжения береговых падей подробно сняты на карту в районе пос. Коты (Кожов, 1947).

На севере Байкала у мыса Большая Коса на расстоянии около 1 км от берега находится подводная банка. Здесь так мелко, что на дне отчетливо видна плоскоокатанная галька, точно такая же, как в пролювиальном паюсе на соседнем берегу. Банка образует затопленную озером оконечность конуса пролювиальных выносов Большой Косинской речки.

В других местах глубоководные промеры показали, что на обрывистом подводном склоне, образованном Обручевским сбросом, существуют выступающие утесы и скалы среди круто-покатой осыпи. Такие выступы обнаружены на подводном откосе острова Ольхона к полосе открытого Байкала на глубине в несколько сот метров. Подобные выступы, состоящие из коренных пород, представляют осевшие в глубину сбросовые глыбы, которые ранее возвышались над водой.

Существует множество и других свидетельств наступания Байкала на северо-западный берег в течение четвертичного периода. Ширина опустившихся участков побережья, которые теперь затоплены водой, равна в среднем 5—7 км; затопленная недавно площадь шире всего в южной части Малого моря. Здесь на дно озера опустился участок берега около 12 км ширины.

Приблизительно такова же ширина тех участков противоположного юго-восточного побережья, которые выступили из-под уровня Байкала в четвертичном периоде. По крупным речным долинам древние байкальские отложения заходят очень далеко от берега озера, но их распространение связано с временным плавным опусканием всего Забайкалья, которое вслед затем выправилося в своем расположении и продолжает подниматься сейчас.

Исходя из различий в строении противоположных берегов Байкала, я давно пришел к убеждению, что озеро сместилось в северо-западном направлении за четвертичное время в среднем не менее чем на 6 км. Местами смещение превосходит 10 км (Ламакин, 1957). В дальнейшем к представлению о горизонтальном смещении Байкала в северо-западном направлении присоединились и другие исследователи. Так, С. М. Замараев и В. В. Самсонов (1959) на основании специального изучения Селенгинской дельты и слагающих ее наносов пришли к заключению, что «осевая линия третичной Байкальской впадины» проходила по переднему краю дельты. В четвертичном периоде, скорее всего с верхнего плиоцена, осевая линия впадины, по их мнению, сместилась к северо-западу приблизительно на 10 км.

Южный берег Байкала, где подняты неогеновые озерные отложения, выступил из воды в начале четвертичного или в конце третичного периода. Это следует из того, что верхняя часть поднятых отложений относится к верхнему плиоцену. Сверху неогеновые отложения срезаны или зоплейстоценовой или плейстоценовыми террасами. Кое-где неоген выступает на поверхность. Признаков устойчивого наступания юго-восточного берега в сторону озера до конца третичного периода нет.

Строение миоценовой толщи на южном берегу, для которой характерно чередование пластов бурого угля с глинистыми и песчанистыми слоями. свидетельствует только лишь о временных колебаниях берега при его направленном длительном опускании в неогене. Поднятие берега произошло здесь вслед за поднятием гор над Байкалом. Ввиду этого нет основания говорить о смещении всего Байкала в целом в третичном периоде.

Наряду с этим в неогене в связи с развитием Обручевского сброса происходило одностороннее отступление северо-западного берега озера. Еще в то время Байкал стал надвигаться на Сибирскую платформу. В связи с этим в конце третичного времени образовалась внешняя часть Малого моря шириной в 20 км.

Начало образования Малого моря в конце неогена определяется присутствием отложений мелких местных озер неогенового возраста на Маломорском берегу Ольхона. Отложения залегают в нескольких местах на коренных породах непосредственно у берега, который подтачивается снизу прибоем. В других случаях эти отложения подстилаются древней каолиновой корой выветривания и в значительной мере состоят из продуктов ее переотложения. Мощность отложений местных озер невелика — всего несколько метров. Их можно видеть с северной стороны от пос. Хужиры, а также на мысе Красном против острова Ядор и в других местах.

Местные озера не могли существовать над высоким обрывом берега Малого моря, так как вода вылилась бы оттуда. Очевидно, впадина Малого моря опустилась позже. Южная, островная часть Малого моря образовалась еще позже — в четвертичном периоде.

Северо-западное наступание Байкала в неогене при расширении его впадины и смещение в том же направлении озера в четвертичном периоде дают основание различать у Байкала и его впадины переднюю, или фронтальную, сторону и тыловую — заднюю сторону. Следовательно, у озера и впадины есть также фланги: правый и левый. Фронтом Байкальской впадины, которым она движется к северо-западу, служит Обручевский сброс (рис. 8).

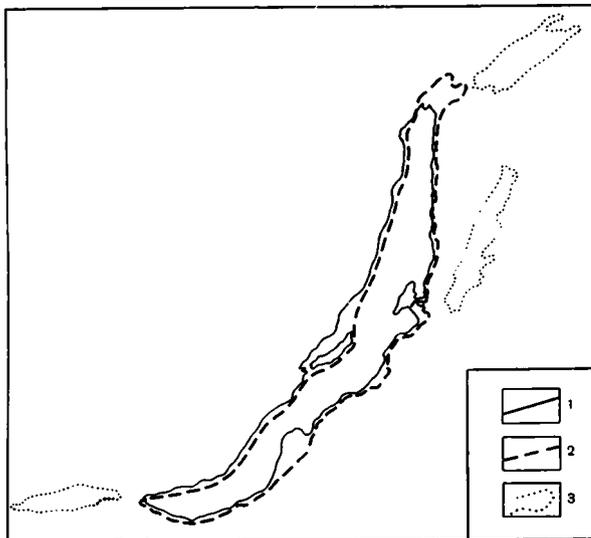
Со смещением Байкала к северо-западу вполне согласуются особенности речной сети с северо-западной стороны озера, недавно описанные В. С. Аносовым (1964). Известно, что в Прибайкалье широко распространены древние долины с сохранившимися аллювиальными отложениями плейстоценового возраста. Аносов исследовал специально долину р. Голоустной. Он сообщает, что остатки древней речной сети в современном рельефе сохранились в виде широких (до 2—3 км) долин с плоскими днищами, состоящими из террас. К древним долинам на многих участках приурочены современные реки. Наиболее отчетливо выражены в рельефе древние долины рек Голоустная, Хогот, Куртун, Манзурка и Бугульдейка. Они составляют «единую Голоустенско-Манзурскую древнюю долину», которая протягивается от побережья Байкала до пос. Качуг на Лене.

По сообщению В. С. Аносова, на дне Голоустенско-Манзурской долины залегают аллювиальные плейстоценовые отложения мощностью 90 м. В соседней местности, в бассейнах рек Манзурки и Хогота эти отложения подстилаются неогеновыми глинами, которые отчасти размыты.

В бассейнах рек Иликта, Чанчур и Анай расположена система других древних долин, сравнительно мелких и сильно преобразованных эрозией и

Рис. 8. Схема северо-западного смещения Байкала

1 — современный берег Байкала;
2 — берег Байкала в неогене; 3 —
обсохшие котловины в ответвлениях Байкальской впадины, заключающие озерные отложения неогенового и четвертичного возраста



денудацией. Они сохранились в виде реликтов. Анайско-Чанчурская долина и долина р. Иликты, по-видимому, порознь впадали в Лену. Древний аллювий в них, вероятно, отложен в плейстоцене. Он залегает на коренных докембрийских и кембрийских породах.

По составу галек и падению косой слоистости в плейстоценовом аллювии выясняется северо-западное направление древнего стока воды на всем протяжении древних долин, включая и те их участки, которые в настоящее время направлены к Байкалу.

Так, например, в долине р. Голоустной 70—80% галек состоит из кислых эффузивов и гранитов, которые господствуют в конгломератах юрского возраста на берегу Байкала близ пос. Коты.

Близ берега Байкала древние долины и залегающие в них аллювиальные плейстоценовые отложения оборваны со стороны озера очень молодыми сбросами.

По мнению В. С. Аносова, эти сбросы, отодвинувшие берег Байкала к северо-западу, оборвали верховья рек, направлявшихся ранее к Лене. В полосе побережья, где произошло обезглавливание рек, вода потекла в противоположную сторону — в Байкал, образовав короткие долины современных байкальских притоков.

Однако с В. С. Аносовым нельзя согласиться в том, что Байкал образовался в четвертичное время, а не в неогене. Аносов ошибочно думает, что неогеновые отложения на юго-восточной стороне Байкала накапливались не в сплошном широком озере, а в ряде отдельных линейных депрессий, возникших между такими же линейными зонами поднятий в первый этап образования Байкальского грабена. К этим депрессиям Аносов причисляет также «Баяндаевскую» и «Боролокскую». Кроме них, он предположительно пишет еще о существовании «Голоустенско-Анайской» и «Кочериковско-Онгурёнской». Названные депрессии расположены с северо-западной стороны Байкала и отличаются небольшой глубиной. Они в действительности не имеют ничего общего с Байкальской впадиной, которая в неогене провалилась у юго-восточного берега озера на несколько километров.

Выяснение разных особенностей северо-западного смещения Байкала может иметь и практическое значение. Так, В. С. Аносов допускает образование промышленных россыпей золота в древнем аллювии «Голоустенско-Манзурской долины», исходя из того, что р. Голоустная прежде

начиналась среди юрских золотоносных конгломератов на берегу Байкала и текла отсюда на северо-запад к Лене.

Сквозные долины, пересекающие Приморский хребет близ Байкала, были открыты и описаны А. Л. Чекановским (1874). Он писал, что реки Голоустная, Большая Бугульдейка, Анга и Сарма текут к Байкалу «из-за хребта Приморского, пересекают его и затем вступают в местность, прилегающую к озеру, — Прибрежье Байкала». Чекановский описал сквозную долину между реками Ангой и Большой Бугульдейкой. Он отметил, что некоторые притоки р. Большой Бугульдейки текут против направления главной реки. Это наблюдение Чекановского очень важно. Противоположное направление притоков по сравнению с главной рекой может зависеть от того, что главная река уже после разработки ее бассейна потекла вспять. Таким образом, Чекановский за 90 лет до Аносова указал интересные особенности прибайкальских рек, некоторые из которых направлялись ранее к Лене.

Затем И. Д. Черский (1880), побывав в верховьях р. Бугульдейки, описал сквозную долину, пересекающую Приморский хребет и Охотскую возвышенность. В концах сквозной долины текут в противоположные стороны реки: р. Бугульдейка — в Байкал и р. Манзурка — в Лену. Черский указал на признаки ранее существовавшего на водоразделе озерного бассейна, который распространялся также на верховья р. Малой Манзурки и на часть р. Анги. В бассейне залегают наносы, содержащие кости носорога. Перед тем Чекановский, по-видимому, определял эти наносы в качестве речных, в связи с чем считал, что водораздел в сквозной долине образовался после их отложения. Он, очевидно, признавал, что поднятие Приморского хребта разорвало течение р. Бугульдейки, направлявшейся к Лене. Южный отрезок древней реки направился к Байкалу, а северный — превратился в р. Манзурку.

К другому мнению пришел Черский. Он отметил, что наносы в верховьях р. Бугульдейки состоят из суглинка и сыпучего слоистого песка и содержат мелкую гальку. В них встречены кости носорога. Они залегают в «озеровидном расширении», которое выполнялось «ровным, плоским и мощным покровом» наноса до значительной высоты, как это наблюдается и сейчас в верховьях р. Бугульдейки («Долгая степь»), где покров мало размыт. Черский склонился признать нанос озерным. Он в связи с этим думал, что озеро находилось на ранее возникшем водоразделе и соединилось с Леной посредством долины р. Манзурки, в которой располагался ряд других озерных бассейнов.

Древнее озеро в верховьях р. Бугульдейки принимало в себя, по мнению Черского, верхнюю часть течения р. Анги. По средней ущелистой части р. Анги и по нижней узкой части р. Бугульдейки (ныне р. Куртун) мог произойти позднейший спуск всех этих озер. Спуск озерных вод произошел не позже плейстоцена. Черский не отрицал и возможность тектонического поднятия в районе, где ранее было озеро.

Затрагивая вопрос о влиянии тектонического поднятия на изменение течения прибайкальских рек, Черский останавливал внимание на р. Голоустной, долина которой в среднем, юго-западном, течении до того широка, что могла вмещать значительный озерный бассейн. Он был связан, по мнению Черского, с таким же бассейном на речке Зонгут, а затем и с системой р. Бугульдейки через р. Куртун. Черский предполагал, что раньше, по всей вероятности в третичном периоде, все среднее течение р. Голоустной принадлежало системе р. Бугульдейки. Только впоследствии оно соединилось с современным приустьевым участком р. Голоустной. Такое преобразование реки, как считал Черский, «по всей вероятности, не могло обойтись без соответственных колебаний почвы».

Черский по сравнению с Чекановским большее значение придавал разливам озер и меньшее — тектоническим движениям в преобразовании реч-

ной сети Прибайкалья. Современные исследования показывают, что представление Чекановского правильнее.

Бугульдейско-Манзурская сквозная долина настолько четко выражена, что привлекла к себе внимание Черского как один из возможных путей переселения в Байкал нерпы из бассейна Лены и Северного Ледовитого океана. Водная связь между Леной и Байкалом могла осуществляться, согласно представлениям Черского, через озерные бассейны в сквозной долине.

Но еще задолго до исследований И. Д. Черского И. Г. Георги, задумываясь о происхождении в Байкале морских животных, нерпы и омуля, допускал, что их переселению способствовала близость истоков Лены с байкальскими речками, особенно с р. Ангой. Между ними во время одного из сильных наводнений, как он думал, могла установиться непосредственная связь (Ламакин, 1964а). Георги путешествовал по Байкалу в 1772 г. Таким образом, вопрос об изменениях речного стока в Прибайкалье в недавнее геологическое время был поставлен в науку почти 200 лет назад. Толчок к этому был дан со стороны биогеографических особенностей Байкала.

Длительное углубление и расширение Байкальской впадины к северо-западу со смещением заключенного в ней озера в том же направлении являются характерной чертой развития этой структуры, которое продолжается вплоть до настоящего момента. Между тем Байкал разлился в длину за сравнительно короткое время, в неогене. Длина впадины при этом не играет столь существенной роли в процессе ее образования как соотношение глубины с шириной и расположением осевой линии озера. Байкал мог бы сейчас быть несколько длиннее или короче, но от этого не изменился бы основной план строения впадины.

Образование Байкала и его впадины вдоль всего протяжения в неогене позволило мне давно говорить об одновозрастности и изначальном единстве всего этого озера в целом (Ламакин, 1950, 1952, 1960). Разумеется, Байкал возник не в одно мгновение на всем протяжении, но озеро и его впадина от юго-западной до северо-восточной оконечности существовали уже в третичном периоде. К сожалению, у нас нет данных, чтобы подробнее и достаточно достоверно узнать историю разрастания Байкала в длину, так как его осадки большей частью скрыты от наблюдений под водой. Можно только предполагать, что Байкал получил современную длину уже в миоцене.

Древний возраст Байкала на всем его протяжении и гидрологическое своеобразие, связанное со слабой прогреваемостью воды, обусловили образование в озере необыкновенно богатой эндемичной фауны и флоры. Их состав в общем мало изменяется по протяжению Байкала. Несущественные отличия в составе между северными и южными районами Байкала не четко разграничены и, как правило, не совпадают с какими-либо геологическими рубежами. Они объясняются различиями температурных условий существования организмов.

Говоря об одновозрастности и изначальном единстве Байкала, я не соглашался со своими предшественниками в изучении озера — Г. Ю. Верещагиным (1940, 1947), Н. В. Думитрашко (1948, 1952) и Е. А. Пресняковым (1940). Они вообще утверждали, что Байкал первоначально был разобцен в своих трех глубоководных котловинах, что в течение длительного времени он последовательно разрастался в длину с юга на север, т. е. озеро вдоль протяжения отличается по возрасту. При этом северная его часть образовалась только в четвертичном периоде.

Объединение Байкала из ранее разобценных частей связывалось названными авторами с опусканиями перемычек, которые в настоящее время разделяют под водой три глубоководные котловины озера. Однако должных оснований для такого суждения не было. В действительности Ушкапий порог между Северной и Средней котловинами и подводное

продолжение Селегенской дельты, выступающее между Средней и Южной котловинами, образовались позже самого Байкала. Возраст Северо-Байкальской котловины принимался как четвертичный по отсутствию третичных отложений на северных берегах озера, хотя их надо было предполагать скрытыми под ним и в этой части, что теперь и подтвердилось по данным геофизических исследований.

Недавно к представлению о первоначальной разобщенности Байкала и его разном возрасте вдоль протяжения вернулся Б. Ф. Лут (1964), внося в это представление долю модернизации. Суждение Лута основывается на неравномерной мощности осадков на дне Байкала, которая стала известна благодаря геофизическим исследованиям. Лут считает, что там, где донные осадки мощнее, озеро древнее. Он сообщает, что в более южной части Северо-Байкальской котловины, ближе к Ушканьим островам, осадочная толща на дне озера отличается в общем уменьшенной мощностью. Только в отдельных особенно значительных углублениях коренного кристаллического ложа осадки приобретают здесь более или менее нормальную мощность.

Уменьшенную мощность осадков Б. Ф. Лут объясняет очень молодым опусканием под уровень озера суши, ранее существовавшей севернее Ушканьих островов. Опускание суши и ее дальнейшее погружение в глубины озера произошло, по мнению Лута, только в середине четвертичного периода. До этого затопления суша долгое время служила широким перешейком между ранее возникшим озером в современной северной оконечности Байкала, с одной стороны, и во всей остальной части Байкала, с другой. В то же время среди перешейка уже существовали близ мысов Солонцовых и Заворотного и близ р. Сосновки углубления коренного ложа впадины, которые были залиты местными озерами. Благодаря своей древности эти углубления почти заполнились осадками. Только в середине четвертичного периода оба местных озера вследствие опускания перешейка слились с Байкалом, который разросся до современной северной оконечности.

Я нахожу, что суждение Б. Ф. Лута глубоко ошибочно. Байкал после своего образования в неогене не был разобщен перешейком. Прежде всего об этом свидетельствует единство по возрасту и происхождению каждого из бортов Северо-Байкальской котловины, возвышающихся и над районом с уменьшенной мощностью донных осадков и над районами с увеличенной их мощностью. И тут и там горные борта впадины образовались в неогене, западный — посредством сброса на всем этом протяжении, а восточный — вследствие тектонического прогибания.

На Баргузинском берегу, начиная с мыса Валукиан и далее на север, известны сохранившиеся площадки байкальских террас древнечетвертичного (эоплейстоценового) возраста. К уровню Байкала, как к базису эрозии, привязаны многочисленные долины на этом берегу. Они были размывы реками задолго до максимального оледенения. По ним ледники спускались с Баргузинского хребта в самый Байкал. Только сравнительно короткий участок восточного берега между Сосновкой и Чивыркуйским заливом образован молодым местным сбросом, по-видимому, четвертичного возраста. По этому сбросу опустилась внешняя полоса бывшего берега, что несколько расширило здесь Байкал к востоку.

На западном берегу Байкала многие долины остаются висячими над горными подножиями по всему протяжению берега независимо от того, расположен ли он над районом уменьшенной мощности осадков в озере или по обеим сторонам от него. То, что долины висят над берегом, объясняется молодыми поднятиями Байкальского и Приморского хребтов и надвиганием озера на их опускающиеся подножия.

Обращает на себя внимание еще одно важное обстоятельство. Участки увеличенной и уменьшенной мощности осадков не обозначаются в релье-

фе озерного дна среди Северо-Байкальской котловины. Дно выровнено осадками и превращено в обширное плоскоглубие. Это свидетельствует, что озерная аккумуляция происходила длительное время во всей Северо-Байкальской котловине.

Уменьшенную мощность осадков на дне Байкала к северу от Ушканьих островов следует объяснить, по моему мнению, именно аккумулятивным выравниванием рельефа коренного ложа впадины, расчлененного и продолжающего расчленяться тектоническими движениями. В осевой полосе озера в удалении от берегов осадки состоят преимущественно из диатомового ила с примесью глинистого и алевритового материала терригенного происхождения. Глубинные течения разносят осаждающийся легкий ил с повышенных мест озерного дна в углубления донного рельефа. Накапливаясь большими массами в углублениях, озерный осадок выравнивает дно Байкала. По этой причине и образовались обширные плоскоглубия, столь характерные для всех трех главных котловин Байкала.

Понятно, что и в южной части Северо-Байкальской котловины, где ее коренное ложе опущено на меньшую глубину, чем в соседних местах, осадочная толща отличается уменьшенной мощностью. В связи с этим нельзя признать правильным мнение Б. Ф. Лута о существовании здесь древнего перешейка с двумя небольшими местными озерами, который погрузился в Байкал в четвертичном периоде.

Рассматривая вопрос об уменьшенной мощности осадков на значительном пространстве озерного дна севернее Ушканьих островов, не следует упускать из вида, что в этом месте Байкал очень широк, а крупные речные притоки отсутствуют. Если на самом севере в Байкал впадают крупные реки Верхняя Ангара, Кичера, Тья, Рель, Томпуда и другие, то южнее, до Малого моря на западе и Чивыркуйского залива на востоке, в Байкал стекает гораздо меньше речной воды. Приносимый реками терригенный глинистый и алевритовый материал поступает в эту часть Байкала в меньшем количестве и распределяется на большей площади по сравнению с другими районами озера.

Приходится вообще сказать, что мощность осадков сама по себе не может служить надежным показателем возраста озер и морей, а равно и их отдельных районов. О большей или меньшей древности разных частей озер тектонического происхождения приходится судить не столько по разной мощности осадков, сколько по степени выравнивания ими структурных неровностей погребенного коренного ложа. Это относится и к Байкалу.

Выравнивание озерного дна осадками можно по морфологическому значению сравнить с эрозионным выравниванием горного рельефа. Чем древнее горы, тем более они сглажены речным размывом. Сглаженность горного рельефа служит в известной мере показателем его возраста. Подобно этому идеально ровные плоскоглубия во всех трех Байкальских котловинах убеждают нас в их большой древности.

Байкальские плоскоглубия обязаны своим существованием тому, что на больших пространствах сравнительно мелкое тектоническое расчленение донного рельефа нивелируется озерной аккумуляцией. Только в отдельных местах тектонические движения на дне озера происходят столь интенсивно, что преодолевают аккумулятивное выравнивание, ярким примером чего служит Ушканый порог. Дно Байкала опускается довольно равномерно сразу на больших пространствах и притом весьма быстро. Это не позволяет осадкам заполнить озеро, которое не только не мелеет, но с течением времени становится все глубже и глубже.

Глава III

ПОПЕРЕЧНОЕ РАЗДВИЖЕНИЕ И АСИММЕТРИЯ БАЙКАЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ

С односторонним северо-западным раздвижением Байкальской впадины генетически связана такая важная особенность ее структуры, как асимметрия. Северо-западный борт впадины образован, в основном, огромным сбросовым обрывом, а сравнительно пологий юго-восточный борт — более или менее плавным тектоническим изгибом земной коры. Впадина расширяется в одностороннем направлении путем последовательного оседания по отколам тектонических глыб с ее северо-западного борта. Отколы — это проявления движений по Обручевскому сбросу. Расширение впадины вследствие развития Обручевского сброса придает ему главенствующее значение в развитии всей Байкальской структуры.

Дно впадины на тыловой стороне оседает посредством прогибания. По мере развития изгиба увеличивается его крутизна. При этом возникают вторичные разрывы и сбросы. Над шарниром перекоса изгиб становится выпячиванием, т. е. выпирается изверху. С этим отчасти связано наступание берега на озеро в четвертичном периоде (рис. 9).

Северо-западное смещение полосы Обручевского сброса и наряду с этим приуроченность наибольших мощностей байкальских осадков к тыловой стороне впадины позволяют думать, что Байкал вначале был немого уже. Он протягивался рядом со своим современным юго-восточным берегом. Здесь, вероятно, находится глубокий ров, скрытый осадками в рельефе озерного дна. Осадки накопились в нем за продолжительное время. Этот погребенный ров протянулся вдоль первоначальной байкальской щели, которая с течением времени расширялась посредством отодвигания сбросов по ее северо-западной стороне.

Байкальская впадина является односторонним расщелением земной коры.

Дно Байкала несколько моложе с приближением к его фронтальной стороне. Поэтому и осадки менее мощны у северо-западного берега. Современное дно Байкала во всех трех глубоководных котловинах отличается обширными плоскоглубьями. Ровность дна изумительна. Промеры глубин показали широкие, совершенно плоские участки дна без каких-либо неровностей непосредственно рядом с осыпным склоном северо-западного берега, образованного сбросами. Сочленение дна и осыпного склона происходит под резким углом. На юго-восточной стороне байкальские плоскоглубия сравнительно плавно переходят в изгибовый борт впадины.

Глубины Центрально-Байкальского плоскоглубия напротив острова Ольхона на большой площади превышают 1600 м, но максимальная из них все же не больше 1620 м. Эхолот, работая с точностью до 2 м, совершенно не изменял своих показаний на расстояниях в несколько километров. В Южно-Байкальской котловине большая часть плоскоглубия располо-

жена на глубинах 1300—1350 м. В Северной котловине дно озера также плоско, но находится на меньшей глубине.

Накопленные байкальские осадки в плоскоглубиях полностью скрывают неровности опустившихся глыб, на которые разбито по сбросам скальное основание впадины. Выравнивание донного рельефа в Байкале облегчено отложением диатомового ила. Скорлупки диатомей столь легки, что легко переносятся с места на место по дну озера даже медленными течениями воды. Естественно, что они больше застревают в углублениях дна. Диатомовый ил распространен во всей широкой полосе глубоководных впадин. Во время оледенений эта полоса, вероятно, только сужалась за

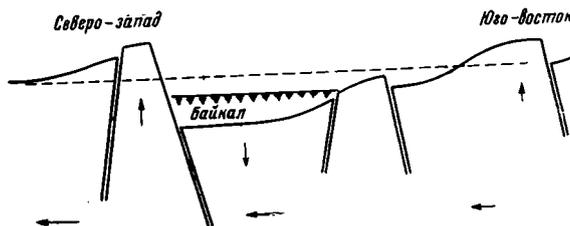


Рис. 9. Схема строения Байкальской впадины. Стрелки указывают направления и относительный размах тектонических движений

счет увеличения приноса терригенного материала с берегов, но протягивалась все же на большом расстоянии. В третичном периоде, когда реки спокойнее стекали в Байкал с невыросших еще гор, терригенные глинистые осадки могли более свободно разноситься течениями воды, способствуя выравниванию донного рельефа в осевой полосе современных глубин.

От раздвижения Байкальской впадины, по-видимому, зависит большая величина внутреннего теплового потока под байкальским дном. Определение потока, сделанное недавно сотрудниками Института физики Земли (личное сообщение Ю. Г. Богомолова), показало, что на дне Байкала величина потока в два раза больше, чем обычно под платформами, и приближается к величинам, которые характерны для океанического дна. Сильный поток внутриземного тепла, поднимающийся ко дну океанов, объясняется малой мощностью под ними земной коры, близостью мантии. Под Байкалом же, где мантия расположена очень глубоко, большую величину внутриземного потока тепла приходится объяснить сильной целеватостью земной коры во всей ее толще.

Представление о раздвижении Байкальской впадины отнюдь не ново. Без горизонтального раздвижения или растяжения впадина не могла бы проваливаться по сбросам. Об этом давно писали Э. Зюсс (Suess, 1901) и В. А. Обручев (1932а, 1947). Для провала необходимо освобождение под ним соответствующего пространства.

Мнение о Байкальской впадине как о тектонической щели впервые было высказано почти 200 лет назад П. С. Палласом, который посетил Байкал в 1772 г. Под впечатлением сделанных наблюдений Паллас (Pallas, 1776, стр. 292) написал, что Байкал расположен как бы в огромной щели или расщелине («Kluft») между разорванных гор («gerissene Gebirge»). Более подробное мнение о раздвижении Байкальской впадины изложил затем Эрман (Erman, 1838, 1843), побывавший на Байкале в 1829 г. Он считал Байкальскую впадину «расщелением» (Spaltung) земной коры, которая поднята напором магмы снизу. При выпирании кора разрывалась

с поверхности на огромном пространстве и частью обваливалась по краям возникшего разрыва. Мнение Эрмана о происхождении Байкала подробно изложено В. А. Обручевым (1933) в истории геологического исследования Сибири. Оно менее отвечает современному объяснению, чем краткая формулировка Палласа, сделанная в более общей форме.

И. Г. Георги (Georgi, 1775), исследовавший берега Байкала в том же 1772 г., что и П. С. Паллас, высказал мнение, что это озеро возникло просто в виде провала, может быть, в связи со страшным землетрясением. Мнения Палласа и Георги, хотя и отличались одно от другого, но не были противоречивыми. Как провал нельзя представить себе без раздвижения земной коры, так и широкое раздвижение легче понять, если допустить, что оно сопровождалось провалом. Весьма примечательно в этом отношении, что В. А. Обручев (1931, 1948а) хотя и различал, но не противопоставлял эти мнения. Он отмечал, что Паллас и Георги высказались за провальное происхождение Байкала.

Асимметрия Байкальской впадины столь характерна для нее и столь резко выражена на всем длинном протяжении в 1500 км от Косогола до Верхней Ангары, что давно привлекла к себе внимание многих исследователей. Однако правильное ее объяснение было найдено не сразу. В 1889 г. В. А. Обручев, проезжая по Тункинской долине, подобно своим предшественникам заметил различие в крутизне гор по сторонам долины; с севера над долиной Тункинские гольцы имеют вид отвесной стены, тогда как с южной стороны Хамар-Дабан отличается сравнительно пологими склонами. В то время В. А. Обручев (1948а), как это он описал впоследствии, объяснил асимметрию склонов Тункинской долины различием возраста. Он подумал, что Хамар-Дабан возник раньше, а потому сильнее размыт, и его склон стал положе. Крутизна обрыва Тункинских гольцов зависит от большей их молодости.

Позднее мною и Н. В. Ламакиным было выяснено, что различие в крутизне тектонических склонов Байкальской впадины и, в частности, Тункинских гольцов и Хамар-Дабана зависит не от различий в их возрасте, а от различий в образовании этих горных хребтов. По особенностям в залегании неогеновых базальтовых покровов по сторонам от Тункинской долины было установлено, что отвесный обрыв Тункинских гольцов образован сбросом, а сравнительно пологий склон Хамар-Дабана — изгибом земной коры при тектоническом вспучивании этих гор (В. В. и Н. В. Ламакины, 1930; В. В. Ламакин, 1935). Это объяснение было принято и В. А. Обручевым (1938) и теперь признается многими геологами. С течением времени оно существенно дополнилось выяснением первостепенного значения одностороннего горизонтального раздвижения Байкальской впадины к северо-западу для образования ее асимметричной формы, что недавно описано в специальных работах (Ламакин, 1963б, в). Отодвигающийся северо-западный борт впадины образован Обручевским сбросом, по которому происходит откалывание и опускание земной коры под Байкалом (рис. 10—12). В то же время противоположный берег плавню изгибается к опускающемуся дну Байкала. Возникающие на нем сбросы имеют второстепенное значение.

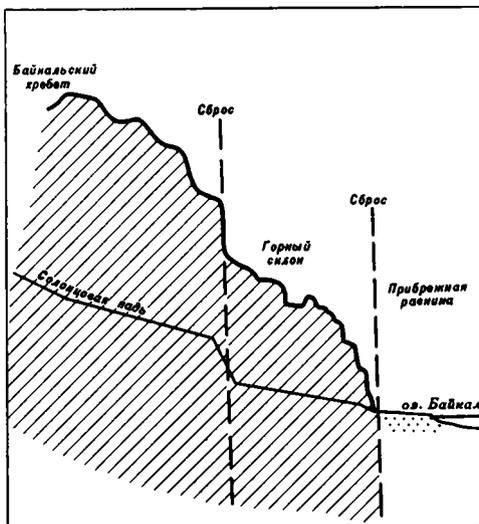
Оглядываясь в прошлое столетие, задаешься вопросом, почему такое объяснение байкальской асимметрии не появилось в науке раньше на основании известных наблюдений И. Д. Черского (1878), который на южном берегу Байкала отметил моноклинальное залегание неогеновых байкальских отложений с довольно значительным падением в сторону озера. Вспучивание Хамар-Дабана с изгибом его склона над Тункинской долиной было, в сущности говоря, определено по подобному же моноклинальному залеганию на этом склоне базальтовых покровов. По-видимому, сначала было трудно допустить в глыбовой тектонике наряду со сбросами и участие плавных изгибов, также созданных вертикальными

Рис. 10. Схема сброса в Солонцовой пади

движениями земной коры. И до сих пор неогеновые отложения в Байкальской впадине недостаточно используются для выяснения ее структуры.

Впрочем, четвертичные отложения еще слабее изучаются для той же цели. А они еще лучше могут освещать молодую структуру в связи с их большим распространением. Несколько лет, начиная с 1948 г., я прослеживал по берегам Байкала его древние террасы. Удалось точно выделить участки береговой полосы, где террасы существуют и где отсутствуют. Плейстоценовых террас обычно бывает четыре и они вместе составляют определенную систему. Высота террас многократно меняется вдоль их протяжения. Изменения высоты террас разного возраста происходят согласно, но искривления более верхних значительнее, чем более низких, т. е. молодых. Это зависит, разумеется, от тектонических движений побережья озера, которые охватывают длительное время и продолжаются сейчас.

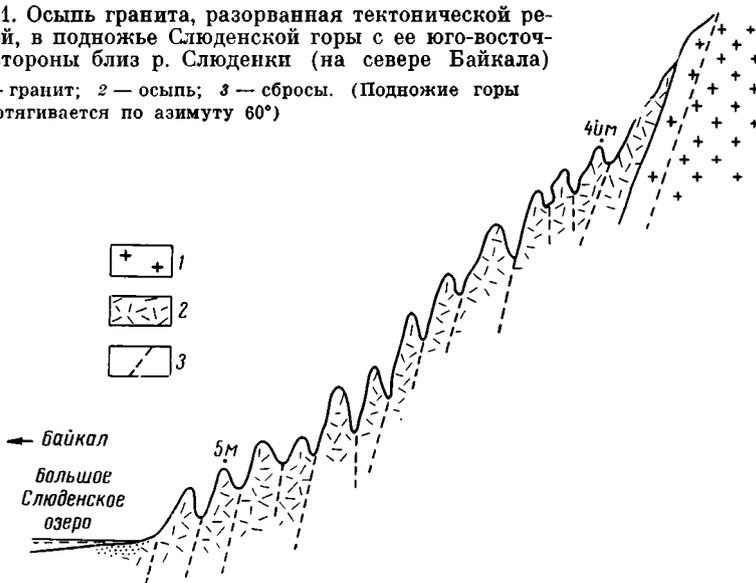
Но для выяснения изгибовой структуры тылового борта Байкальской впадины важнее обратить внимание на постепенное повышение волноприбойных линий древних террас по мере удаления от Байкала. Как уже отмечалось, на юго-восточной стороне Байкала террасы, главным образом IV плейстоценовая, вдаются в берег по отдельным понижениям в горном склоне. При этом их волноприбойные линии постепенно повышаются, что указывает на тектонический перекосяк берега. Так, при выходе Езов-



Но для выяснения изгибовой структуры тылового борта Байкальской впадины важнее обратить внимание на постепенное повышение волноприбойных линий древних террас по мере удаления от Байкала. Как уже отмечалось, на юго-восточной стороне Байкала террасы, главным образом IV плейстоценовая, вдаются в берег по отдельным понижениям в горном склоне. При этом их волноприбойные линии постепенно повышаются, что указывает на тектонический перекосяк берега. Так, при выходе Езов-

Рис. 11. Осыпь гранита, разорванная тектонической решеткой, в подножье Слюденской горы с ее юго-восточной стороны близ р. Слюденки (на севере Байкала)

1 — гранит; 2 — осыпь; 3 — сбросы. (Подножие горы протягивается по азимуту 60°)



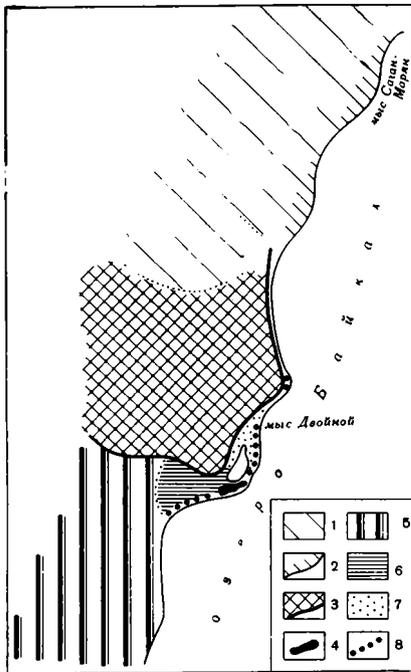


Рис. 12. Сбросовый берег между мысами Саган-Марьян и Двойной

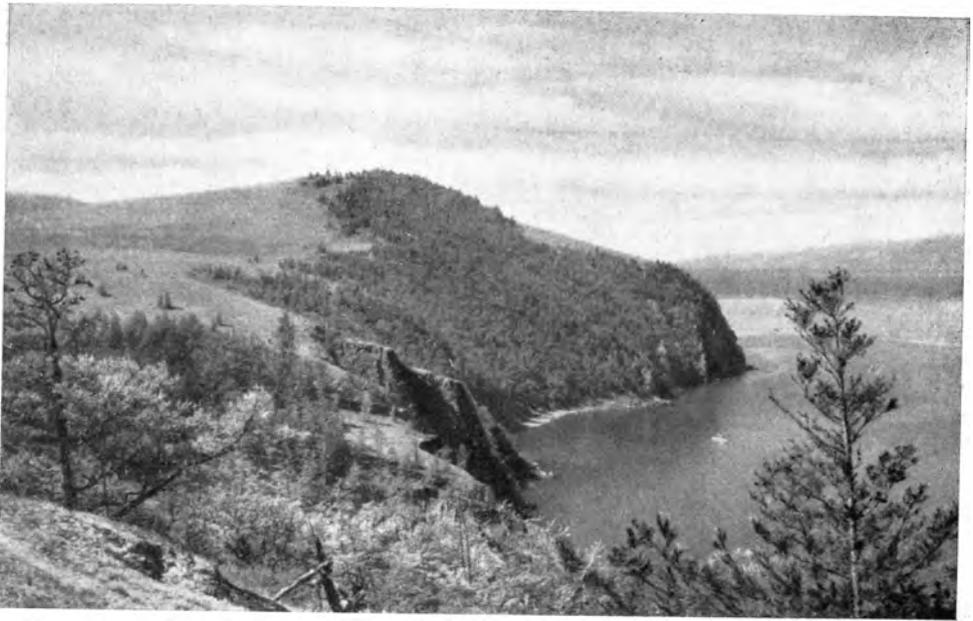
1 — тектоническая ступень горного склона Байкальского хребта; 2 — береговые утесы, образовавшиеся по сбросам; 3 — морена первого постмаксимального оледенения; 4 — участок морены, сброшенный почти до уровня Байкала; 5 — пролювиальная равнина; 6 — болото в низине, сложенной пролювием; 7 — низкая площадка из байкальского галечника с гравием, расположенная на уровне озера в 1953 г.; 8 — современный прибойный галечный вал, надвигающийся на предшествующие отложения вследствие опускания берега

ского защерба к Байкалу IV терраса у своей волноприбойной линии находится на высоте 27 м с северной стороны устья р. Езовки, а в конце защерба на расстоянии 20 км от озера — на высоте 80 м (рис. 13). Перекос береговой линии в среднем равен 2,5 м на 1 км. Значительны повышения волноприбойных линий Байкала в глубь берега и в других местах (рис. 14).

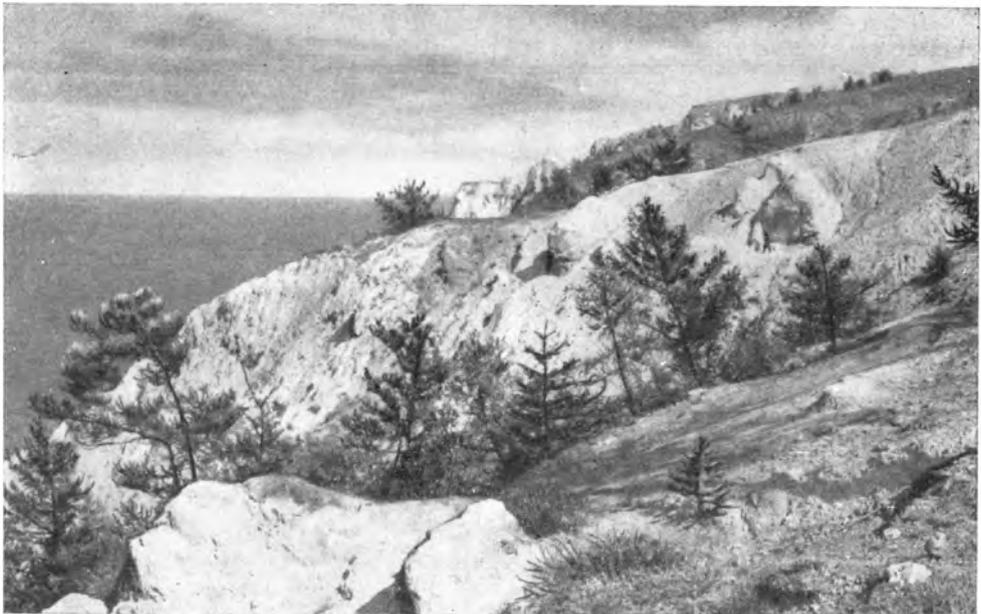
На Танхойском берегу Байкала тектонический наклон IV волноприбойной линии поперек берега дает величину 20 м на 1 км расстояния в районе устья р. Мурин и 18 м — в районе р. Мишихи. С такими наклонами интересно сопоставить наклон поверхности неогеновых отложений на этом же берегу, который равен 30—40 м на 1 км расстояния. Это наклон, собственно говоря, эоплейстоценовой террасы, которая срезает миоценовые и плиоценовые отложения. Поверхность кристаллического фундамента здесь же наклонена еще круче. Ее наклон составляет в среднем 60 м на 1 км расстояния, что дает 3000 м на 50 км расстояния до осевой полосы Хамар-Дабана (Ламакин, 1958).

Горы, разумеется, сильно размывались во время поднятия, так что их высота в Хамар-Дабане значительно ниже 3000 м. Кроме того, перекас горного склона должен быть наиболее круг близ шарнира его изгибания. В осевой полосе горного противоположия, как и на дне озера, перекас выполаживается. Следовательно, и по этой причине горные вершины Хамар-Дабана могут иметь меньшую высоту, чем дает расчет тектонического перекаса при допущении его равномерности на большом расстоянии.

Однако наблюдаемые перекасы древних уровней абразии и аккумуляции на берегу озера, эрозии и магматических излияний в Хамар-Дабане согласно свидетельствуют о том, что поднятие гор с тыловой стороны Байкальской впадины происходило главным образом в виде вспучивания земной коры. Вместе с тем последовательное увеличение крутизны перекасов от молодых уровней к более древним показывает, что вспучивание происходило постепенно в течение длительного времени. Возникновение же самих уровней зависело от остановок в ходе вспучивания.



VIII. Остров Ольхон над губой Мангаш-Утуг в Малом море



IX. Каолиновая кора выветривания на северо-западном берегу Ольхона у мыса Красного



X. Пролив Ольхонские ворота. Вид с запада



XI. Северо-восточная сторона мыса Курмы и острова в южной части Малого моря.
Вдали Ольхон

Точно так же и прогиб впадины у ее тылового борта происходил довольно постепенно, о чем можно судить, например, по однородности осадков мощностью до 1200 м в угленосной толще миоценового возраста на Танхойском берегу Байкала.

Подробное исследование изгибовой структуры заднего борта Байкальской впадины и сбросовой структуры ее переднего борта определенно показывает, что асимметрия впадины зависит от разного происхождения ее бортов. Но, принимая вместе с тем во внимание одностороннее северо-западное расширение впадины, следует уточнить представление о возрасте ее горного обрамления. Нет никаких оснований думать, что горы на противоположных сторонах впадины имеют разный возраст. Однако все особенности Байкальской структуры согласно показывают, что современные сбросовые обрывы у подножия на фронтальной стороне Байкальской впадины моложе изгибового склона гор на тыловой ее стороне.

Сбросовые обрывы с течением времени, отступая в глубь суши, обновляются. Те, которые возникли раньше, превратились в осыпи. Молоды только новые обрывы, а весь Обручевский сброс в целом, по-видимому, так же стар, как и изгибовый горный склон впадины напротив него. Впрочем, и тектонический изгиб сейчас все же не такой, каким он был вначале. С течением времени изгиб становится круче, усиливается его эрозионное расчленение. Следовательно, он тоже, но по-своему, обновляется, хотя местами на склоне Хамар-Дабана неогеновые базальтовые покровы, выгнутые кверху поднятием, без перерывов опускаются с горных вершин в Тункинскую долину.

Недавно В. П. Солоненко (1965) попытался дать свое объяснение асимметричной формы Байкальской впадины в связи с изучением района

Рис. 13. Схематическая карта четвертичных отложений в районе Езовского защерба

1 — байкальские плейстоценовые отложения; 2 — байкальские эоплейстоценовые отложения; 3 — поднимающийся берег; 4 — берег с поднятыми IV и III плейстоценовыми террасами, но подверженный опусканию с конца плейстоцена; 5 — современные аллювиальные и дельтовые отложения; 6 — торфяники; 7 — морена максимального оледенения (плоская); 8 — морена первого постмаксимального оледенения; 9 — коренные кристаллические породы; 10 — моренные валы; 11 — тектоническое ущелье; 12 — высотные отметки (ж) четвертой плейстоценовой байкальской террасы над уровнем озера (данные за 1960 г.); 13 — высотная отметка (ж) эоплейстоценовой байкальской террасы над уровнем озера

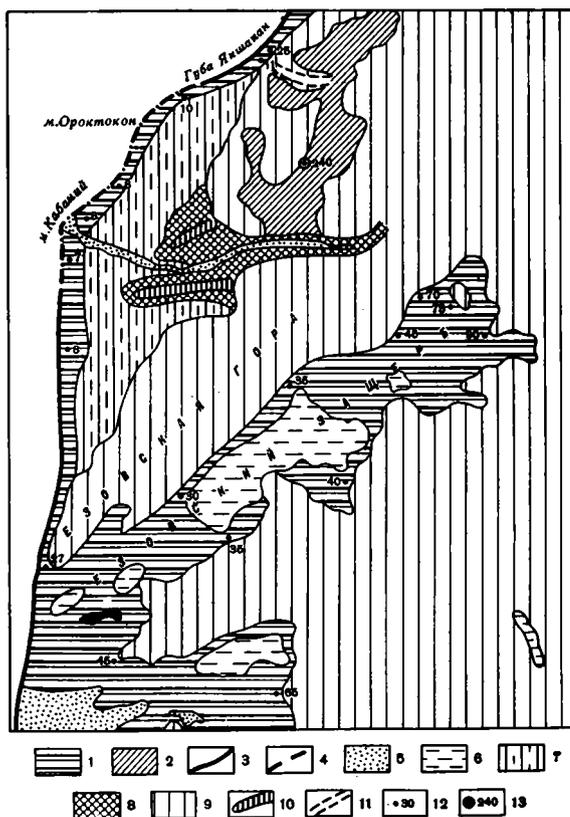
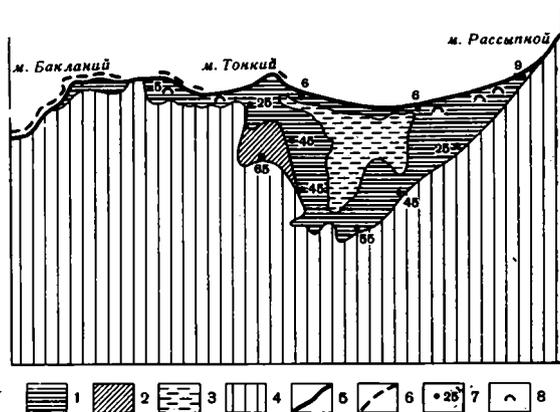


Рис. 14. Схематическая карта четвертичных отложений на побережье Байкала в районе губы Таланки

1 — байкальские плейстоценовые отложения; 2 — байкальские эоплейстоценовые отложения; 3 — торфяники; 4 — коренные кристаллические породы; 5 — поднимающийся берег; 6 — цоколь из кристаллических пород в основании байкальских террас; 7 — высотные отметки над Байкалом (м); 8 — дюны



сильного Муйского землетрясения 1957 г. Он подумал, что причина асимметрии Байкальской впадины заключается в асимметрии так называемого Байкальского свода, под которым понимается поднятие кристаллического фундамента в районе Байкала. По мнению Солоненко, та сторона «свода», которая обращена в платформе, короче и круче «забайкальской». Байкальская впадина будто бы находится на крутом склоне «свода», и это обусловило ее асимметрию. Большая контрастность вертикальных движений по северным или северо-западным склонам «свода» вызвала здесь резко выраженные разломы большого протяжения, в то время, как на противоположных склонах тектонические деформации могли не пойти дальше изгиба.

С соображениями В. П. Солоненко нельзя согласиться. Прежде всего, как уже было написано, не поднятие горной области Прибайкалья обусловило проваливание Байкальской впадины, а, наоборот, образование впадины вызвало более молодое поднятие обрамляющих гор. Кроме того, Байкальская впадина одинаково асимметрична на всем своем протяжении, но только на среднем участке расположена по краю издавив поднявшегося кристаллического фундамента. Северная часть Байкала, Верхне-Ангарская, Баргузинская, Тункинская и Косогольская долины находятся во внутренней полосе поднятия кристаллического фундамента. Несмотря на это, они не менее асимметричны, чем горные берега Байкала. Не менее важно и то, что поднятие фундамента охватывает настолько широкую полосу, что обе его стороны, т. е. и та, которая обращена к платформе, очень пологи. При такой отлогости поднятия фундамента оно не могло вызвать совершенно различное строение противоположных бортов Байкальской впадины.

Относительно причины асимметрии Байкальской впадины интересно писал А. В. Пейве (1961), который так же как и я (Лемакин, 1955а), нашел ее в горизонтальных движениях земной коры. Пейве вообще считает, что горизонтальные движения со свойственной им необратимостью объясняют асимметрию главнейших тектонических зон, таких, как Балтийский щит, Урал, Аппалачи, с их резко различными западной фронтальной и восточной тыловой сторонами. При этом он отметил, что особенно асимметричны структуры с восточной стороны Сибирской платформы, где находится Байкальская впадина. Следуя за Зюссом, А. В. Пейве справедливо признает, что каждая структурно обособленная зона имеет «фронт» и «тыл». Впрочем, А. В. Пейве, развивая дальше эту правильную мысль, слишком широко обобщает особенности противоположных сторон асимметричных структур вообще. Он считает, что по фронту происходит сжатие, а в тылу — растяжение. В Байкальской впадине и по фронту и в тылу происходит растяжение. Только по фронту

эно сильнее, а в тылу слабее. Этого достаточно, чтобы возникло Байкальское расщеление, которое является огромным раздвигом.

На асимметричную структуру Байкальской впадины похоже строение Иорданского грабена в Палестине, описанное Л. Пикардом (Picard, 1965). Молодой Иорданский грабен протягивается в меридиональном направлении. Западный борт грабена на участке озера Гула гораздо круче восточного. Хотя плавное прогибание грабена сказывается на обеих его сторонах, но все же оно круче по западному борту. Вместе с тем и сбросы, сопутствующие прогибанию, отличаются большим размахом по западному борту.

Асимметричное строение Иорданского грабена проявляется и в особенностях залегания среднеплейстоценовых лавовых покровов. Базальтовые лавы над западным бортом грабена и на его дне разорваны сбросом. По сторонам от грабена лава лежит на коренных породах. На дне грабена, на его западной стороне, рядом со сбросом базальтовый покров подстилается и перекрывается плейстоценовым пролювием и озерно-болотными отложениями. В отличие от этого лавовый покров, залегающий на восточной стороне грабена, почти без разрывов спускается по тектоническому перегибу борта на дно грабена, где подстилается нижнечетвертичными отложениями (виллафранк) и покрывается плейстоценовой озерно-болотной толщей.

Изгибовое строение бортов Иорданского грабена на участке озера Гула, особенно восточного борта, ясно заметно по залеганию эоплейстоценовой толщи пород, в которой образовался грабен. По бортам этого грабена коренные породы не только разорваны сбросами, но и сильно загнуты вниз. До возникновения грабена они не подвергались тектоническому смятию и вообще смещениям. Поэтому их современное залегание полностью отражает особенности образовавшейся структуры. В отличие от этого в Байкальской впадине нет коренных пород, по которым можно было бы составить представление о ее структурных чертах, в частности, о соотношении сбросов и прогибов. Древние кристаллические породы сложно дислоцированы задолго до возникновения впадины. Поэтому суждение о структурных чертах впадины может основываться преимущественно на особенностях рельефа и на поверхностных отложениях.

Глава IV

ПОПЕРЕЧНО-БАЙКАЛЬСКИЙ ПОЯС РАЗЛОМОВ

Внутри Байкальской впадины расположены структуры Ушканьего порога и полуострова Святой Нос. Они принадлежат к Поперечно-Байкальскому поясу разломов (Ламакин, 1961б), который пересекает Байкал в средней, самой широкой его части от Онгурёнского берега на западе к Баргузинскому и Чивыркуйскому заливам на востоке. Здесь ширина озера равна 85 км. Рядом с Баргузинским заливом расположена Усть-Баргузинская впадина, а далее за Гусинской горной перемычкой протянулось к северо-востоку большое ответвление Байкальской впадины в виде Баргузинской долины.

Поперечный пояс разломов отделяет высокое Северное Прибайкалье от более низкого Среднего или Ангаро-Селенгинского Прибайкалья. По сбросам Поперечно-Байкальского пояса в равной мере смещены в вертикальном направлении и участки дна Байкала, и участки его горного обрамления. К югу от пояса разломов расположены самые глубокие Средняя и Южная котловины Байкала, а к северу — гораздо менее глубокая Северная. Вместе с тем к северу от пояса разломов по обеим сторонам Байкала протягиваются особенно высокие хребты Байкальский и Баргузинский. Южнее Байкал сопровождается низкими хребтами Приморским, Туркинским и Улан-Бургасы.

Замечательным свойством Поперечно-Байкальского пояса разломов является то, что составляющие его отдельные сбросы не обладают большой протяженностью. Ни один из них сам по себе не пересекает впадины целиком, а более длинные из них даже отклонены от поперечного направления. Кроме того, между протяжением сбросов существуют большие перерывы. Большинство сбросов в Поперечном поясе имеют диагональное направление или даже являются продольными по отношению протяжения Байкальской впадины.

Структуры Поперечного пояса разломов отнюдь не образуют перемычки в протяжении Байкальской впадины. Поперечный пояс разломов образовался по внешнему краю поднятой глыбы Северного Прибайкалья, который сильно раздробился вкось и поперек на отдельные глыбы. Они частью подняты по сравнению с первоначальным положением, частью опущены. Опускания внедряются между поднятиями по зигзагообразной линии (рис. 15).

Поперек северо-западного байкальского берега по ручью Хайрем проходит короткий сброс протяженностью всего 8 км. Он обрывает с юга Байкальский хребет, высота которого рядом со сбросом равна 1615 м над уровнем Байкала. Чанчурские горы с южной стороны сброса ниже на несколько сотен метров. По ручью Хайрем между прибрежными горами расположена плоская низина, покрытая речным наносом.

Вдоль самого Онгурёнского берега протягивается в северо-восточном направлении Онгурёнская прибрежная горная гряда, которая отделена от

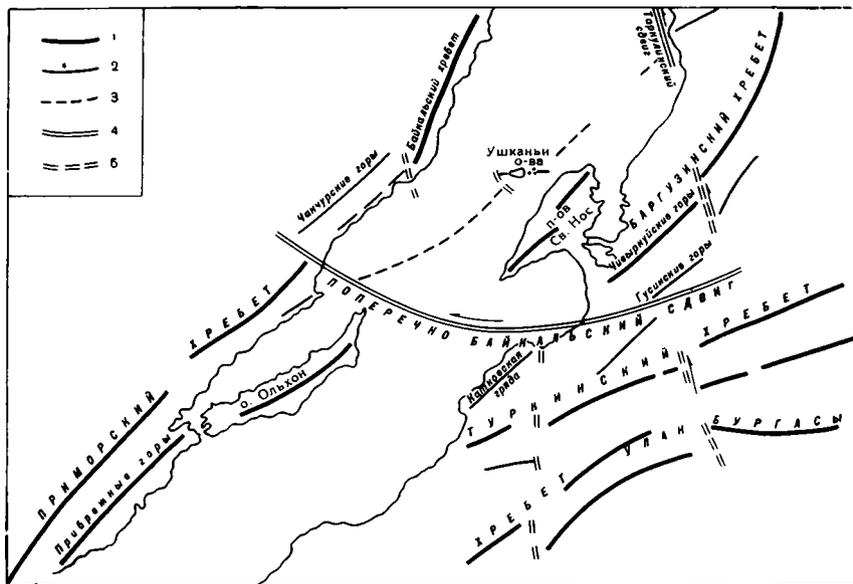


Рис. 15. Неотектонические сдвиги в средней части Байкала
 1 — горные хребты; 2 — горные гряды; 3 — подводные гряды; 4 — сдвиги отчетливые;
 5 — сдвиги предполагаемые

расположенных в глубине берега Чанчурских гор небольшим продольным грабеном. Это — Кочериковский грабен. Он сообщается с берегом не только по ручью Хайрем, но и по двум другим ручьям — Кочериковскому и Елигею, — которые пересекают Онгурёнскую гряду по поперечным расколам. Длина этих расколов всего 2—3 км. Они разделяют гряду на части.

Длина Кочериковского грабена 30 км при ширине до 3—4 км. Его дно покрыто пролювиальными выносами из падей в Чанчурских горах. Пролувиий преимущественно галечный. Кочериковский грабен косой, т. е. односторонний. Он асимметричен по тому же плану, что и вся Байкальская впадина в целом. Северо-западный борт грабена, т. е. склон Чанчурских гор крутой, а юго-восточный, образованный Онгурёнской грядой, — пологий. Онгурёнская гряда представляет косой горст с той же характерной ориентировкой асимметрии. Отвесные обрывы гряды поднимаются непосредственно из Байкала. Онгурёнская гряда — это тектонический осколок Чанчурских гор, оторвавшийся от них по небольшому разветвлению Обручевского сброса. Своим происхождением гряда напоминает остров Ольхон и Прибрежно-Ольхонские горы. Онгурёнский берег Байкала на всем своем протяжении подвержен тектоническому опусканию.

Ушканьий подводный порог с расположенными на нем Ушканьими островами разделяет Северную и Среднюю впадины Байкала. Он протягивается на юго-запад от Ушканьих островов, т. е. наискось по отношению к вмещающей его Байкальской впадине. Глубины озера на пороге равны в среднем 200—300 м. Вокруг Ушканьих островов они меньше, не более 100 м. Для порога характерна слабо выпуклая вершинная поверхность и большей частью пологие склоны к глубинным впадинам; наклоны дна колеблются около 5°. На юго-восточной стороне склоны круче и местами превращаются в подводные утесы сбросового происхождения.

Порог повышается вдоль протяжения к северо-восточной оконечности, где расположены острова, а далее круто обрывается к Курбуликскому подводному плато, со значительно большими глубинами. Ушканьий порог, таким образом, вздыблен по протяжению к северо-востоку. Особенно крут

обрыв с южной стороны Ушканьих островов к глубинам подводного желоба, отделяющего Ушканый порог от полуострова Святой Нос. Но большой крутизной отличаются обрывы и на северо-восточной стороне оконечности порога. По сообщению Г. Ю. Верещагина (1947, 1949), обрывы местами столь круты, что превращаются в отвесные утесы (углы наклона свыше 80°). Утесистые обрывы образуют полукольцо с трех сторон узкой оконечности подводного порога. Ширина ее всего 10 км. Глубина желоба перед Святым Носом около 800 м. По желобу протянулся Ушканый пролив,

Ушканый порог не примыкает к бортам Байкальской впадины даже в их подводной части. Не является он и прямым продолжением острова Ольхона. На юго-западе подводный порог оканчивается в 25 км от материкового берега, напротив мысов Арул и Замá. Ушканый порог является в полном смысле внутренней структурой Байкальской впадины, но расположен он все же на северо-восточном продолжении полосы тектонических глыб острова Ольхона и Прибрежно-Ольхонских гор, которые представляют структуры прибайкальской материковой суши.

Архипелаг Ушканьих островов состоит из одного Большого острова и трех Малых. Снизу доверху острова образованы древними террасами Байкала. На Большом острове, высота которого равна 216 м над Байкалом, таких террас можно видеть целый десяток. На низких Малых островах их существует по три на каждом островке. Наряду с этим на противоположном северо-западном берегу Байкала, на длинном участке от губы Бургунду до Малого моря совершенно нет каких бы то ни было признаков прежнего расположения уровня озера выше современного его положения. На полуострове Святой Нос террасы ниже, а на материковом побережье за ним они еще ниже. Только много севернее, на мысе Валуكان эоплейстоценовая терраса поднята на значительную высоту — 120 м, но и эта высота почти в два раза меньше высоты вершинной площадки Большого Ушканьего острова, которая срезана Байкалом. Все это позволяет не сомневаться в том, что Ушканьи острова высоко поднялись в четвертичном периоде из воды среди ранее существовавшего Байкала. Они не могут быть остатками древней суши и не могли появиться над Байкалом вследствие опускания его уровня, если допустить таковой. Архипелаг Ушканьих островов — это новообразование внутри Байкальской впадины.

Судя по выветрелости галек из кристаллического известняка и кварцита на IX террасе и вершине Большого Ушканьего острова, появление его над поверхностью воды относится к началу четвертичного периода — к эоплейстоцену. Возраст Малых Ушканьих островов совсем молодой — верхнеплейстоценовый.

Поднятие Ушканьих островов продолжается и в настоящее время. На первой террасе с восточной стороны Большого Ушканьего острова в губе Пещерка найдены остатки поздненеолитических изделий. Их давность оценивается в 4000 лет. Остатки найдены П. П. Хороших внутри озерных отложений неглубоко под поверхностью террасы (Ламакин, 1955б; Хороших, 1962). Высота террасы в губе Пещерка 8 м. Кроме нижней первой террасы, окружающей весь остров, на восточной его стороне существует местная терраса, которую приходится считать нулевой. Ее высота в губе Пещерка равна 3 м над уровнем Байкала.

Отсюда терраса прослеживается на некоторое расстояние вдоль южного берега острова, причем она постепенно снижается и затем сливается с современным бечевником (карга). Снижение и выклинивание террасы зависит от тектонического перекоса Большого Ушканьего острова. Нулевая терраса замечена мной в 1956 г. На ее поверхности археологом Л. П. Хлобыстиным (1963, 1964) найдены следы «Глазковской» культуры («бронзовый век»). Они прослежены на всем протяжении террасы.

Быстрое поднятие Ушканьих островов зависит от энергичного выпирания со дна Байкала Ушканьего порога. Порог поднимается с углубляю-

щегося вокруг него дна озера. Поэтому порог следует считать тектоническим противополоднытием, которое образуется по краю Северной Байкальской котловины, нависшей над самой глубокой Средней котловиной. Ушканый порог — это именно противополоднытие, а не сброшенная вниз тектоническая глыба, какой является остров Ольхон.

С юго-восточной стороны порог образован сбросами, а с противоположной — пологим подводным склоном, что может зависеть от северо-западного раздвижения земной коры.

Противоподнытие Ушканьего порога вызвано облегчением края подводной тектонической ступени, каковой является Северо-Байкальская котловина. Порог протягивается по краю ступени с юго-запада на северо-восток. Ступень обрывается по сбросам, составляющим общую систему Ушканского сброса, к глубочайшим пучинам Средней котловины озера. Освобождение плоскости сбрасывателя от нагрузки, которую ранее создавала глубоко сброшенная соседняя глыба, обусловило изостатическое поднытие краевой полосы выше расположенной тектонической глыбы.

Вместе с тем, по краю тектонической ступени озерные осадки, состоящие в Байкале преимущественно из диатомового ила, легче смываются в стороны придонными течениями. Перенос легких скорлупок отмерших диатомовых водорослей, которые осаждаются на дне озера, может происходить даже при слабых движениях глубинных вод, которые известны в Байкале. Сначала смывание ила происходило в одну сторону, в глубокую Среднюю котловину озера. Впоследствии же, по мере того как край тектонической ступени приподнимался все больше и больше, смывание с него ила стало осуществляться и в сторону Северо-Байкальской котловины.

Таким образом, в краевой полосе подводной тектонической ступени осадков накапливалось меньше, чем в соседних местах озера. Загрузка озерного дна осадками под внешним обрывом ступени и во внутренней ее части способствовала оседанию озерных впадин, происходящему в основном под влиянием эндогенных факторов. В то же время краевая полоса ступени оставалась более легкой, что способствовало ее поднытию по сбросу, обращенному к глубинам Средне-Байкальской котловины. Так можно представить себе образование Ушканьего порога. В северо-восточном конце он поднялся настолько, что выступил из воды, и здесь возникли Ушканьи острова.

Г. Ю. Верещагин (1936, 1940, 1947), открывший в 1932 г. юго-западнее Ушканьих островов подводную возвышенность, которая разделяет Северную и Среднюю котловины Байкала, назвал ее хребтом, хотя правильнее было определить эту возвышенность в качестве порога. Он отметил его асимметричную форму. Юго-восточный склон порога, обращенный к Средне-Байкальской котловине, очень крут и высок, а северо-западный полого спускается к осевой полосе менее глубокой Северо-Байкальской котловины. Вместе с тем Верещагин писал, что исследованный им порог, как и немногие другие повышенные места на дне Байкала в удалении от берегов, состоит из коренных пород, не покрытых илом, вследствие смывания его существующими донными течениями.

Впоследствии Б. Ф. Лут (1964) в результате более обстоятельных исследований байкальского дна внес поправку в сообщение Г. Ю. Верещагина об отсутствии озерных осадков на подводном пороге юго-западнее Ушканьих островов. Он утверждает, что во всей исследованной им части порог «прикрыт» слоем осадков. Однако он все же пишет, что геофизическими исследованиями последних лет установлено, что рыхлая толща на пороге весьма маломощна — всего несколько десятков метров. В отличие от этого у подножий порога мощность рыхлых отложений определяется приблизительно в 1000 м, а восточнее порога достигает даже 3000 м. Следовательно, колоссальная разница в мощности осадков на пороге

и в сторонах от него не подлежит сомнению даже в том случае, если на поверхности порога коренных пород нет вовсе.

Описывая происхождение подводного Ушканьего порога, необходимо остановиться на вопросе о его морфологическом значении в донном рельефе Байкала. Ушканый порог является порогом, а не хребтом, как его неправильно назвал Г. Ю. Верещагин, а теперь продолжают называть некоторые современные авторы и в их числе Б. Ф. Лут. Порог имеет второстепенное значение в рельефе байкальского дна, которое в основном состоит из глубоких котловин. Он образует только перегородку, и притом не сплошную, между двумя котловинами озера. Перегородка выступает с юго-запада в виде кулисы только до осевой полосы Байкальской впадины. Длина порога от меридиана северной оконечности Ольхона, напротив которой порог начинается, до Ушканьих островов равна всего 70 км при ширине от 10 до 40 км. Ушканый порог является только приподнятым краем подводной тектонической ступени, которая расположена в основании Северо-Байкальской котловины. Приняв во внимание все эти обстоятельства, я считаю, что Ушканый порог нецелесообразно называть хребтом, так как хребтом считают обычно возвышенности более самостоятельного значения.

И совсем неправильно применять к Ушканьему порогу название «Академический хребет», как это делает Б. Ф. Лут. Приходится разъяснить, что Г. Ю. Верещагин ошибочно продолжил открытую им юго-западнее Ушканьих островов подводную возвышенность к северо-востоку вплоть до мыса Валукан на восточном берегу Байкала. Должных оснований к этому у Верещагина не было. Предположенный длинный подводный «хребет», будто бы сплошь перегораживающий Байкальскую впадину от одного берега озера до другого, Г. Ю. Верещагин назвал «Академическим хребтом». Такой «хребет» составил в представлении Верещагина из двух приблизительно равных по длине отрезков: юго-западного, на котором расположены Ушканьи острова, и северо-восточного между островами и мысом Валукан. Впоследствии мной было выяснено, что северо-восточного отрезка «хребта» в действительности не существует.

Г. Ю. Верещагин, умерший в 1944 г., не опубликовал результатов своих позднейших промеров байкальских глубин, которые были сделаны в 1937 г., т. е. после первого описания «Академического хребта». Их удалось мне изучить в 1948 г. в архиве Байкальской лимнологической станции Академии Наук.

Эти промеры показывали, что к северо-востоку от Ушканьих островов расположено не какое-либо линейно-вытянутое повышение байкальского дна, а платообразная ступень, состоящая из нескольких пологих и широких поднятий озерного дна и отдельных замкнутых котловин. Эта платообразная ступень занимает большую площадь перед Чивыркуйским заливом. Ступень обращена внешним краем на северо-запад к Северо-Байкальской котловине в отличие от подводного порога юго-западнее Ушканьих островов, который обрывается по сбросу на юго-восток к Средне-Байкальской котловине.

Имея в виду батиметрические данные Г. Ю. Верещагина, которые оставались неизвестными, я выделил из «Академического хребта» реально существующий юго-западный отрезок под названием Ушканьего порога, а платообразную ступень, расположенную на месте хребта перед Чивыркуйским, или Курбуликским, заливом описал под названием Курбуликского плато, показав и порог и плато на схематической батиметрической карте (Ламакин, 1950, 1952б). При этом на моей батиметрической схеме внешний край Курбуликского плато протягивается от Ушканьих островов не к мысу Валукан, как протягивал Г. Ю. Верещагин предполагавшийся «Академический хребет», а к подводной Таркуликской банке, находящейся на дне Байкала против устья р. Таркулик.

В генетическом отношении Курбуликское плато является, как следует думать, неглубоко опущенной тектонической ступенью, которая оторвана от Баргузинского хребта по очень молодому сбросу. Этот сброс образует байкальский берег к северу от устья Большого Чивыркуя (Ламакин, 1952).

Описание Курбуликского подводного плато, сделанное на основании упомянутых данных Г. Ю. Верещагина, подтверждается новейшими исследованиями Б. Ф. Лута (1964). Этот исследователь сообщает, что на пространстве байкальского дна между Ушканьими островами и восточным берегом озера существует валообразная возвышенность с симметричными склонами. Она направлена в сторону Таркуликской банки. Эта местная возвышенность была изображена ранее на моей батиметрической схеме (Ламакин, 1952). Исследования Б. Ф. Лута подтвердили также наличие местной котловины, расположенной сзади этой возвышенности среди Курбуликского плато. При этом уточнилась ее глубина. Согласно профилям Г. Ю. Верещагина, я показал глубину 769 м, а Б. Ф. Лут, по данным эхолотирования, указывает здесь глубины до 780 м.

Наряду с этим Б. Ф. Лут упоминает о повышении в донном рельефе, которое будто бы находится между Ушканьими островами и полуостровом Святой Нос. Раньше оно оставалось неизвестным. За отсутствием соответствующего картографического изображения в работе Б. Ф. Лута я не берусь судить об этом повышении.

Исследования Б. Ф. Лута в общем согласуются с прежней схемой рельефа байкальского дна, которая составлена мной 15 лет назад по данным Г. Ю. Верещагина, и в частных случаях уточняют ее. Б. Ф. Лут ошибается, считая что его исследования опровергают мое представление о байкальском дне в районе Ушканьего порога и Курбуликского плато.

Ушканый порог отличается от Ольхона направлением вертикального смещения. Порог поднят со дна Байкальской впадины, а Ольхон опущен по сравнению с береговыми горами, с которыми прежде составлял единое целое. Ольхон служит прямым продолжением Прибрежно-Ольхонских гор, от которых отделен поперечным сбросом, образовавшим узкий пролив — Ольхонские ворота. Ушканый порог отделен от острова пространством шириной в 15 км. Еще важнее то, что юго-западная оконечность порога сдвинута к северо-западу от соседней оконечности Ольхона в направлении к мысам Замá и Арул.

Наряду с этим острову Ольхону и Ушканьему порогу свойственны и многие общие черты строения. Протяженность Ольхона и Ушканьего порога одинакова, она равна 70 км. Ширина их тоже одинакова, и в среднем равна 15 км. Обе глыбы расположены по внешним краям тектонических ступеней, обе асимметричны. С внешних сторон они круто обрываются к глубинам Средней Байкальской впадины, а по внутренним сторонам сравнительно полого склоняются к тем тектоническим ступеням, по краю которых расположены. Ольхон склоняется к Малому морю, а Ушканый порог — к южной оконечности Северной котловины Байкала. И Ушканская и Ольхонская глыбы одинаково перекошены. Обе глыбы простираются в общем к северо-востоку.

Опускание острова Ольхона и поднятие Ушканьего порога, т. е. различия в вертикальном направлении движений, не противоречат морфологической однородности этих структур. К тому же надо сказать, что и Ольхон не всюду только опускался. У мыса Ижмией на восточном берегу острова на весьма коротком участке плейстоценовые байкальские отложения подняты на высоту около 10 м над уровнем озера. Они указывают на поднятие в недавнем прошлом прилегающей, самой возвышенной части острова. Она образована горой Ижмией — высшей точкой острова. Ее высота над Байкалом равна 822 м. Здесь Ольхон вздыблен на северо-восток по оси своего протяжения.

Очень важно, что Ольхон и Ушканий порог представляют относительные поднятия краев тектонических ступеней. И Маломорская котловина и Северная Байкальская котловина — это сброшенные вниз тектонические ступени. Поэтому не только Ушканий порог, но и Ольхон может рассматриваться как противоположение. Но относительное поднятие острова Ушканьего порога относительно Северо-Байкальской котловины так велико, что северо-восточная оконечность порога выдвинулась кверху над водой в виде Ушканьих островов.

Следует отметить, что по размерам и форме глыба Прибрежно-Ольхонских гор похожа на остров Ольхон и Ушканий порог. Ее длина 75 км, ширина 15 км. Она тоже асимметрична и обрывается по Обручевскому сбросу к огромным глубинам Средней котловины Байкала. В то же время с тыловой стороны Прибрежно-Ольхонские горы отделены от параллельного им Приморского хребта только сравнительно узкой сквозной долиной, возникшей по продольному Еланецкому сбросу. Этот сброс представляет участок магистральной линии Обручевского сброса. Наряду с этим сброс с внешних сторон Прибрежно-Ольхонских гор и Ольхона служит ответвлением от главного направления. Несмотря на магистральный характер Еланецкого сброса, он развился слабо и по нему не образовалось широкой котловины.

Глыба Прибрежно-Ольхонских гор почти не сброшена вниз по сравнению с Приморским хребтом. Ольхонская глыба сброшена больше, так что за Ольхоном образовалось Малое море. Еще глубже сброшена Северо-Байкальская котловина, по краю которой возник Ушканий порог. Соответственно с глубиной опускания тектонических ступеней Ушканий порог особенно далеко отодвинут от материкового берега. Расстояние до Ушканьих островов от материкового северо-западного берега равно 30 км. И соответственно с разной глубиной опускания тектонических ступеней Ушканий порог подвергся значительному противоположению.

Размах сброса вдоль юго-восточной стороны Ушканьего порога невелик в связи с тем, что он протягивается над северо-восточной оконечностью Средней Байкальской котловины, где глубина значительно меньше, чем напротив Ольхона. Вообще Ушканий порог, судя по очертаниям, обладает сравнительно плавной тектоникой. Его можно назвать вспучиванием земной коры, которое вдоль юго-восточной стороны и на северо-восточной оконечности осложнено сбросом. На северо-восточной оконечности порог вздыблен по большим разломам, размах которых равен приблизительно 1000 м.

Соответственно с поперечным перекосом Ушканьего порога перекошено и поднятие Большого Ушканьего острова. Все его древние террасы увеличиваются по высоте с северо-запада на юго-восток. При этом, чем выше, т. е. чем древнее терраса, тем величина перекоса больше. Самая молодая, I терраса перекошена на 4 м на расстоянии 5 км. На северо-западной оконечности острова у мыса Короткого волноприбойная линия этой террасы находится на высоте 4 м, а над Южным мысом — на высоте 8 м. Наклон IX террасы составляет 25 м на 1 км расстояния, а наклон вершинной площадки острова, которая является X террасой, составляет 33 м на 1 км расстояния. Увеличение перекоса более древних террас Большого Ушканьего острова показывает, что перекос увеличивается по мере поднятия острова.

Поперечный перекос тектонических глыб, созданных при участии сбросов, вспучиваний и прогибов и при отсутствии надвигов, может осуществляться только в условиях достаточно большого растяжения земной коры. При образовании перекошенных тектонических глыб растяжение земной коры должно быть больше, чем в случаях симметричных поднятий и опусканий по вертикальным сбросам. Растяжение земной коры и связанное с ним ее расщеление, или раздвижение, должно обеспечить для

каждой перекошенной глыбы более широкое пространство по сравнению с тем, какое она занимала в исходном положении.

Перекоос Ольхонской глыбы особенно наглядно показывает, что для ее опускания необходимо допустить отодвигание северо-западного борта Байкальской впадины. Только такое отодвигание могло позволить Ольхонской глыбе запрокинуться к северо-западу, в результате чего образовалось Малое море (Ламакин, 1955а). С тем же расширением Байкальской впадины посредством отодвигания ее северо-западного борта связан, по-видимому, и поперечный перекоос Ушканьего порога. Очевидно, отодвигание северо-западного борта Байкальской впадины происходит вследствие отодвигания в северо-западном направлении Сибирской платформы.

Одновременно и вся цепь сброшенных глыб, состоящая из Прибрежно-Ольхонских гор, острова Ольхона и Ушканьего порога, должна была несколько подвинуться к северо-западу вслед за Сибирской платформой, чтобы уступить место для косо го опускания прилегающей к ней осевой полосы Байкальской впадины.

Определение северо-западного направления в горизонтальном отодвигании глыбовых структур северо-западной стороны Байкальской впадины основывается на том, что создавшие их огромные сбросы обращены к юго-востоку. Противоположное направление раздвижения земной коры приходится исключить. Если бы мы допустили отодвигание перекошенных тектонических глыб на юго-восток, то такое отодвигание натолкнулось бы на противоположный юго-восточный борт Байкальской впадины. Но при полном отсутствии надвиговых дислокаций в байкальской неотектонике пришлось бы в этом случае признать, что и юго-восточный борт впадины отодвинулся еще далее в том же юго-восточном направлении. Однако этому противоречит строение юго-восточного борта.

Юго-восточный борт Байкальской впадины образован в основном изгибом земной коры. Между Баргузинским заливом и р. Селенгой вдоль изгиба, т. е. параллельно берегу Байкала, протягиваются сквозные долины тектонического происхождения, названные долинами Черского (Ламакин, 1963). Они построены по тому же асимметричному плану, как и вся Байкальская впадина. Долины представляют узкие косые грабени небольшой глубины. Следовательно, и они возникли под влиянием растяжения земной коры. Сбросы в этих долинах также обращены к юго-востоку. Поэтому приходится думать, что и расщеление земной коры в них происходило в северо-западном направлении, в сторону полосы, где возник недостаток земного вещества. Но размах сбросов в сквозных долинах очень мал по сравнению с гигантским Обручевским или Главным Байкальским сбросом на северо-западной стороне озера.

Таким образом, получается, что величина растяжения земной коры, о которой можно судить по размаху сбросов, на юго-восточной стороне Байкальской впадины меньше, чем на северо-западной. Земное растяжение убывает при удалении от Обручевского сброса и от границы Сибирской платформы. Можно считать, что источник земного растяжения находится на северо-западной стороне Байкальской впадины. Растяжение является односторонним на том и другом берегах озера. Байкальская впадина подвергается одностороннему раздвижению в северо-западном направлении.

Следствием отодвигания северо-западного борта Байкальской впадины является, по-видимому, и то, что Ольхонская и Ушканская глыбы несколько повернуты — более сдвинуты к востоку своими северными оконечностями. Простираия этих глыб отклоняются к востоку по сравнению с Прибрежно-Ольхонскими горами, продолжениями которых они служат. Углы отклонения у обеих глыб приблизительно одинаковы, они равны 15° . Отклонения связаны с большим углублением и расширением к северу запрокинутых задних сторон тектонических глыб на дне Байкала — в Малом море и в Северо-Байкальской котловине.

Прибрежно-Ольховские горы простираются на северо-восток по азимуту 40° . В отличие от этого азимуты простираения Ольхона и Ушканьего порога равны 55° . Обе структуры, обособившиеся от материкового берега, как бы отломилась от него.

Еще более интересно, что при параллельных простираениях Ушканьей порог смещен к северо-западу относительно Ольхона. Обрывистая юго-восточная сторона Ушканьего порога протягивается на 15 км северозападнее от продолжения линии простираения юго-восточной стороны Ольхона. Кроме того, протяжение Ушканьего порога образует легкую S-образную извилину, которая по своему очертанию и ориентировке напоминает изогнутость в протяжении всей Байкальской впадины в целом, начиная с Верхне-Ангарской долины и кончая озером Косоголом.

Повернутость Ольхонской и Ушканской глыб от северо-западного борта Байкальской впадины можно объяснить усилением отодвигания борта впадины в полосе поперечных разломов. От этого, вероятно, зависит и расширение здесь к западу самого озера Байкал. А отодвигание борта, которое в Поперечно-Байкальском поясе имеет большую величину, чем южнее, требует допущения поперечного сдвига, который пересекает Байкал.

Повертывание глыб острова Ольхона и Ушканьего порога в горизонтальной плоскости при неотектоническом раздвижении Байкальской впадины является сравнительно слабым отголоском древнейшего, более сильного повертывания архейских глыб между устьем р. Бугульдейки и полуостровом Святой Нос. Так, архейские породы в Прибрежно-Ольхонских горах простираются к северо-востоку по азимуту 45° , чему соответствует и протяжение современного берега озера. Приближаясь к Ольхонским воротам, простираение этих пород отклоняется к востоку и на острове Ольхоне направлено по азимуту 70° (Черский, 1889а; С. В. Обручев, Великославинский, 1953). В Ушканьем архипелаге простираение архейской толщи, состоящей из кристаллических известняков и кварцитов, поставленных на голову, становится широтным (Ламакин, 1951; Ескин, 1957).

Угол между простираением архея на Ольхоне и в Прибрежно-Ольхонских горах равен 25° , а между простираением на Ушканьих островах и в Прибрежно-Ольхонских горах достигает 45° . Следовательно, угол повертывания архейских глыб в три раза больше угла повертывания неотектонических глыб. Архейские глыбы — это осколки, отделившиеся от края Сибирской платформы при ее смещении в протерозойское время. И тогда Сибирская платформа отодвигалась к северо-западу. Впоследствии сжатие земной коры, вызвавшее каледонскую складчатость, захватило и оторванные глыбы. При этом возникло резкое угловое несогласие в простираении архея и протерозоя на Ушканьих островах. На северной стороне этого архипелага протерозойские известняки, алевролиты и песчаники простираются к северо-востоку по азимуту $45-75^\circ$ при широтном простираении архея на остальной площади островов.

Поперечно-Байкальский неотектонический сдвиг намечается по южной стороне пояса разломов. Вообще по левому сдвигу северная часть Байкальской впадины смещена к западу по сравнению с южной. На восточной стороне озера горная глыба полуострова Святой Нос, отколовшаяся от Баргузинского хребта, расположена с северной стороны сдвига. Полуостров выступает к западу по сравнению с более южной частью горного сопровождения Байкала. Далее на восток Поперечно-Байкальский сдвиг примыкает к Баргузинской ветви Обручевского сброса.

Поперечно-Байкальский сдвиг — это не линия, а более или менее широкая полоса. Среди нее можно наметить только линию главных сдвиговых проявлений. Она пересекает Байкал между островом Ольхоном и Ушканьим порогом на западе и проходит с южной стороны Святого Носа на востоке.

Размах сдвигового смещения в общем значителен. Относительное расположение внутрибайкальских структур и бортовых склонов впадины в Поперечном поясе разломов ясно показывает направление сдвига, но не позволяет точно определить его размах в каждом отдельном месте. Приходится считаться с тем, что контуры отдельных структур могут казаться смещенными в горизонтальном направлении благодаря различиям в степени их поднятия и опускания по наклонным сбросовым плоскостям. Кроме того, расположение внутрибайкальских структур, состоящих из архейских пород, может зависеть от первоначального расположения архейских глыб, оторванных от края Сибирской платформы еще в докембрии и зажатых среди каледонских («байкальские») складок.

Более достоверно о размахе сдвига можно судить по смещению к северо-западу осевой полосы Чанчурских гор относительно протяжения Приморского хребта. Они имеют приблизительно одинаковую высоту. Их широкие плоские вершины образованы поверхностью добайкальского пенеплена. Следовательно, они не смещены сколько-нибудь значительно в вертикальном направлении по отношению друг к другу. И Приморский хребет и Чанчурские горы в осевой полосе сложены породами нижнего протерозоя. При этом ось Чанчурских гор сдвинута на 10 км к северо-западу от имеющей одинаковое северо-восточное простирание оси Приморского хребта. Это можно объяснить сдвигом соответствующего размаха.

Наряду с этим осевая линия Ушканьего подводного порога в целом смещена в том же северо-западном направлении по сравнению с Ольхоном. Однако размах смещения в этой паре структур равен только 6 км. Смещение здесь меньше, чем смещение структур северо-западного борта впадины.

Еще меньше смещение по сдвигу на противоположной стороне Байкала. Здесь сбросовый обрыв южной части Баргузинского хребта, проходящий вдоль р. Баргузин от села Баргузин до дер. Адамовой, сдвинут на 2—3 км к северо-западу относительно его юго-западного продолжения в виде сброса с юго-восточной стороны Катковской гряды над Максимицкой сквозной долиной. На такое же расстояние и в том же направлении сдвинута юго-западная оконечность Баргузинского хребта относительно осевой линии самой Катковской гряды.

Одинаковое направление смещения и последовательное уменьшение его размаха с запада на восток вряд ли могут быть случайными явлениями.

Наращение размаха сдвига с приближением к северо-западному борту впадины обеспечивает образование в Поперечном поясе разломов внутрибайкальских глыбовых структур. Можно предположить, исходя из величин нарастания сдвига к западу, что для образования одностороннего грабена Баргузинской долины, в ее южной оконечности, понадобилось раздвижение земной коры на 2—3 км. Для образования кругостороннего горста полуострова Святой Нос и асимметричного вспучивания Ушканьего порога было необходимо еще 2—3 км и, наконец, для образования одностороннего горста Прибрежно-Ольхонских гор, Кочериковского одностороннего грабена и сброса по подножью Чанчурских гор — еще 4 км. В сумме эти величины составляют 10 км сдвига, которые определяются по смещению в последней северо-западной паре структур — Приморского хребта и Чанчурских гор.

Расположение Святого Носа и ограничивающих его сбросов не с чем сравнить для определения размаха сдвига. К юго-западу от него нет структур, которые находились бы на его продолжении.

Рассматривая Поперечный пояс разломов, нельзя оставить в стороне и остров Ольхон. Хотя этот остров почти примыкает к материковому берегу и образован глыбой, которая оторвана с юга от Прибрежно-Ольхонских гор, а с запада от Приморского хребта, он все же оказался среди Байкала. Для того, чтобы Ольхон оторвался от материкового берега и запрокинулся по сбросам на запад или, точнее говоря, на северо-запад, необходимо

тоже допустить сильное раздвижение в этом направлении Байкальской впадины.

Таким образом, сильное поперечное раздвижение охватывает значительный участок по середине протяжения впадины, где Байкал наиболее широк и глубок. Но в поперечной полосе, где находятся Ушканый порог и полуостров Святой Нос, оно достигает особенно большой величины, и это, по-видимому, привело к горизонтальному поперечному срыву всей Байкальской структуры.

С большим поперечным раздвижением связано наибольшее углубление впадины рядом с островом Ольхоном, а с наибольшим раздвижением в Поперечном поясе — образование трех поднятых глыб внутри впадины и разделяющих их четырех опусканий в виде Кочериковского одностороннего грабена у подножия Чанчурских гор, юго-восточной оконечности Северо-Байкальской впадины, которая вклинивается с северо-западной стороны Ушканьего порога рядом с Онгурёнской береговой грядой, Ушканьего желоба между порогом и полуостровом Святой Нос и, наконец, Чивыркуйского провала между Святым Носом и Баргузинским хребтом. К внутрибайкальским структурам надо добавить и бортовые структуры — Чанчурские горы и Баргузинский хребет. Кроме того, с раздвижением Северного Прибайкалья, а следовательно и Поперечного пояса, связано образование большой Баргузинской впадины.

Полуостров Святой Нос является очень крупной внутрибайкальской структурой. Он со всех сторон оборван сбросами и может быть определен как типичный горст. Глыба полуострова состоит из высоких гольцовых гор, которые в южной его части достигают высоты 1422 м над Байкалом. Северная часть полуострова ниже, и здесь гольцовые вершины поднимаются только до 1200 м. Длина полуострова 55 км при протяженности в северо-северо-восточном направлении. Поперечник равен 20 км. В плане горст имеет в общем ромбоидальное очертание с удлинением юго-юго-западной оконечностью. Она заострена в виде узкого клина, образующего мыс Нижнее Изголовье. Северная оконечность горной глыбы полуострова сравнительно тупая. Она выступает к северу мысом Верхнее Изголовье.

Полуостров Святой Нос соединен с материковым берегом низменным Чивыркуйским перешейком, который сверху сложен довольно мощной толщей наносов четвертичного возраста, а в глубине — неогенового, что давно выяснено бурением. Поверхность наносов сравнялась с уровнем Байкала и даже выступила местами над ним совсем недавно. Это следует из того, что на южных сторонах скалистых островов и мысов в расположенном севернее Чивыркуйском заливе сохранились почти свежие абразионные обрывы, выработанные прибоем от южных ветров. В южной части залива обращенные к югу абразионные обрывы развиты гораздо лучше, чем обращенные на север — к устью залива. И в пределах самого перешейка на северо-западной его стороне небольшая гранитная горка с названием Коврижка имеет абразионный утес на южной стороне, а на севере более пологий склон.

Таким образом, Святой Нос совсем недавно был островом. Это совершенно несомненно. Однако островное существование этой горной глыбы отличалось временным характером. Такое мнение основано на неоспоримых признаках очень малой древности Чивыркуйского залива, который служил проливом до образования новейшего перешейка в прежней более южной части пролива.

Берега Чивыркуйского залива пересекаются падами, которые подходят к воде, с одной стороны, с гор Святого Носа, а с другой — с Баргузинского хребта. В средней части залива устьевые концы падей с той и другой стороны затоплены и превращены в узкие губы, глубоко вдающиеся в побережье. На западной стороне залива находятся губы Фертик, Онгоконская и Змеиная, а на восточной — Крохалиная, Крутая, Омудевая.

Губы ограничены длинными узкими мысами, на продолжении которых среди залива расположены скалистые острова.

С северной стороны губы Фертик перед мысом Фертик в 600 м от берега находится остров Большой Кылтыгей. На продолжении мыса Онгоконского, разделяющего губы Фертик и Онгоконскую, в 2 км от берега находится остров Малый Кылтыгей. Расстояние от него до противоположного берега равно 7 км. На продолжении мыса Безымянного, выступающего от восточного берега между Омудевой и Чирковской губами, в 2 км от берега находится остров Шимай.

Скалистые островки в Чивыркуйском заливе — это вершины водораздельных гряд между древними речными падями, которые затоплены Чивыркуйским заливом и в значительной части заполнены наносами. Несомненно, что вся средняя часть Чивыркуйского залива в общем не так давно опустилась под уровень Байкала, о чем впервые писал И. Д. Черский (1886).

Опускание в средней части Чивыркуйского залива началось задолго до образования сплошного Чивыркуйского пролива. О длительном и сложном опускании бывшей гористой местности говорят концентрически расположенные, сравнительно древние сбросы дугообразного протяжения по обеим сторонам средней части залива. Сбросы вогнутыми дугами отделяют от горных склонов сравнительно невысокие ступени. Опускание ступеней хорошо видно по затоплению берегов, которые расчленены узкими губами. Все эти губы приурочены к берегам именно опущенных ступеней. Расположенное ниже дно залива является вместе с тем и дном провала. Ступени возникли раньше, чем дно провала, о чем можно судить по хорошо разработанным падям, которые спускаются к ступеням с вышерасположенных сбросовых обрывов. Да и сами обрывы отличаются теперь сравнительно сглаженными очертаниями. По-видимому, сбросы возникли здесь еще в неогене, тогда как залив образовался, вероятно, во второй половине четвертичного периода.

В отличие от Чивыркуйского залива опускание на месте нынешнего Баргузинского залива, начавшееся в неогене, происходило быстрее и образовало впадину с глубинами до 1000 м и больше, открытую на юго-запад к Средней котловине Байкала. Внутренняя часть впадины занесена мощным слоем осадков, образовавших современный Чивыркуйский перешеек. Осадки набиты сюда волнами от юго-западных ветров, так называемых култук, которые отличаются большой силой и частой повторяемостью. Песчаный материал приносится в большом количестве р. Баргузин и подхватывается на берегу озера волнами, которые, относя его к северу, нарапывают перешеек.

История образования Чивыркуйского пролива и перешейка, а также Баргузинского залива показывает, что полуостров Святой Нос, т. е. образующая его горстовая глыба отделялась от глыбы Баргузинского хребта в течение очень длительного времени. Еще в начале четвертичного периода между ними в районе островов Чивыркуйского залива существовала соединительная перемычка из коренных пород, поднимавшаяся над уровнем Байкала. Она являлась остатком бывшего широкого соединения между двумя все более и более разобщавшимися глыбами.

Общность в строении полуострова Святой Нос и Баргузинского хребта проявляется и в единстве протянувшихся тектонических линий вдоль восточного борта северной части Байкальской впадины. Так, тектонический изгиб, осложненный сбросами, образующий Баргузинский берег Байкала на расстоянии 160 км от северной оконечности озера до мыса Валукан, продолжается южнее под водой с небольшим отклонением к западу прямо до северной оконечности Святого Носа. Затем он переходит в сброс, который обрывает внешнюю сторону Святого Носа до самой его южной оконечности. По-видимому, не случайно, что изгиб, войдя с севера

в Поперечно-Байкальский пояс разломов, нависший над самой глубокой частью Байкала, превращается в мощный линейный сброс.

Очень молодой Черемшанский сброс, обрывающий берег Байкала между Сосновской губой и Чивыркуйским заливом, продолжается на Святом Носу в виде разрыва со сбросами по речкам Крестовской и Марковой. Крестовский и Марковский сбросы пересекают Святой Нос в диагональном направлении. Они обращены к северо-западу, к открытой полосе Байкала, так же как и Черемшанский сброс. Речка Крестовская впадает в Чивыркуйский залив, а речка Маркова стекает с другой стороны полуострова непосредственно в Байкал. Эти речки разделяют Свято-Носовский горст на два продольных коротких хребта. Юго-восточный хребет выше внешнего северо-западного, что соответствует северо-западной обращенности сбросов.

Полуостров Святой Нос и Баргузинский хребет составляют общую Баргузинскую глыбу, которая своей южной оконечностью заметно выдвинута к западу по сравнению с далее расположенными прибрежными горами на восточной стороне Байкала. Приняв во внимание это обстоятельство, а также сдвинутость к северо-западу осевой линии Ушканьего порога по сравнению с Ольхоном и Чанчурских гор по сравнению с Приморским хребтом становится ясно, что все северное Прибайкалье в целом с расположенной среди него Байкальской впадиной не только поднято над Ангаро-Селенгинским Прибайкальем, но и сдвинуто по сравнению с ним к северо-западу в Поперечном поясе разломов.

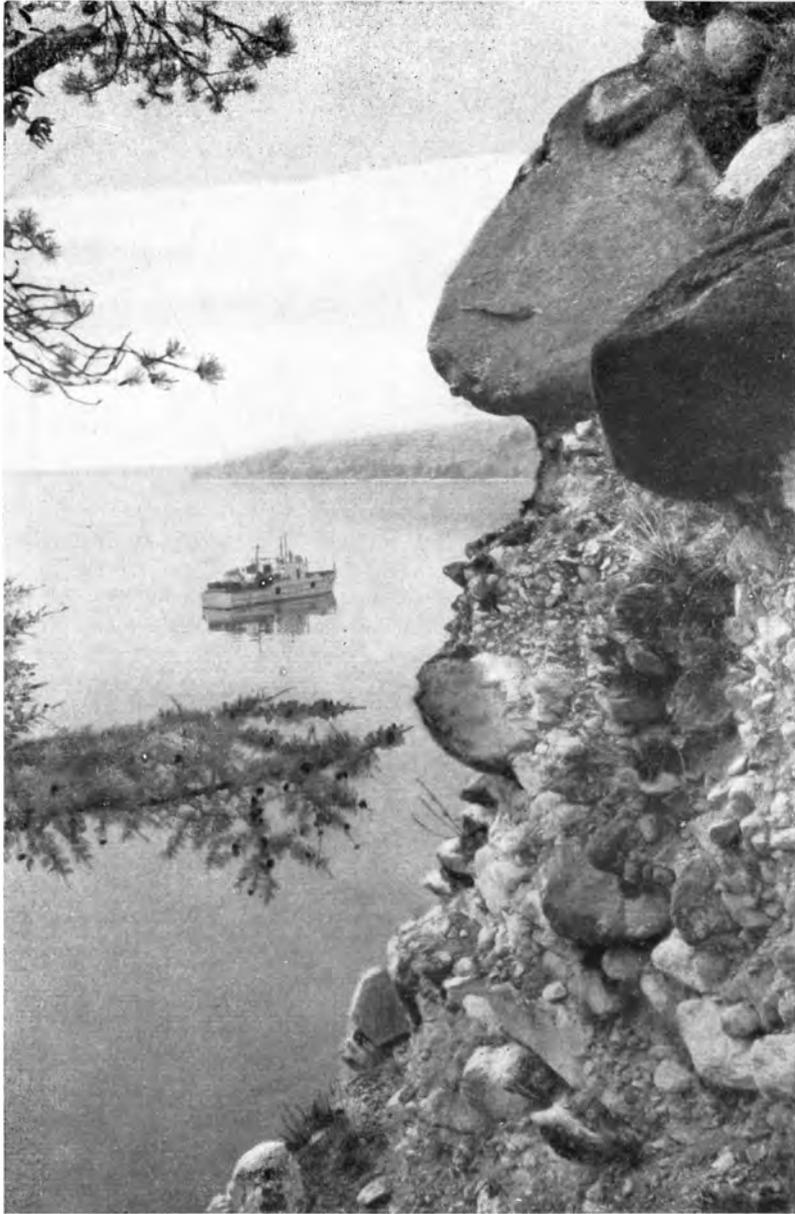
Сдвиг и поднятие развиваются одновременно и в связи друг с другом. Как и сбросы являются в значительной своей части ступенчатыми и разветвленными, так и Поперечно-Байкальский сдвиг развивается в широкой полосе разломов в виде сложной системы отдельных многочисленных сдвигов.

Размах сдвига в Поперечном поясе разломов, нарастающий к западу до 10 км, — это дополнение к общему раздвижению Байкальской впадины в том же направлении. Сдвиг происходит вследствие разницы между большим раздвижением северного Прибайкалья и меньшим — южного.

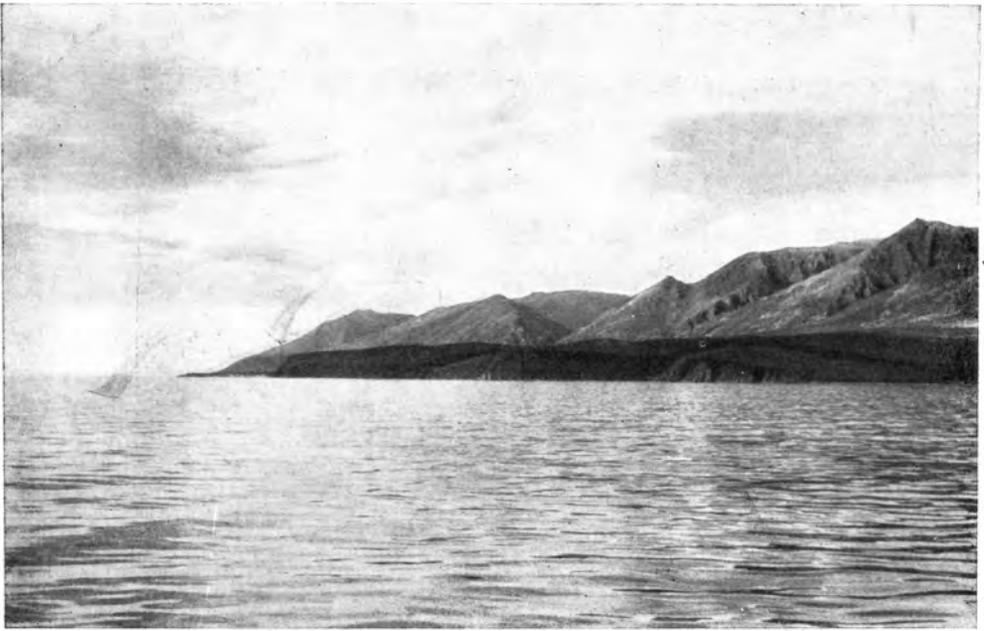
Нельзя ли представить себе хотя бы приблизительно величину общего раздвигания Байкальской впадины, основываясь на особенностях Поперечного сдвига? Для этого можно сделать следующий расчет. Так, если принять величину раздвижения Баргузинского грабена равной 2—3 км, исходя из описанной выше смещенности его северо-западного борта, то для образования более широкого и глубокого южного окончания впадины Байкала, где она имеет ширину 40 км, потребуется раздвижение, вероятно, в 2—2,5 раза большее, т. е. равное приблизительно 5—6 км. В Поперечном поясе общее раздвижение составит, следовательно, 15—16 км. В северном окончании Байкала, где впадина хотя и также широка, но менее глубока, раздвижение должно быть значительно меньше. Оно может быть даже меньшим, чем раздвижение в южной оконечности озера.

С указанными величинами раздвижения интересно сопоставить величину северо-западного расширения Байкальской впадины за четвертичное время, которое, как уже указывалось раньше, равно приблизительно 5—7 км. Если же расширение взять за более долгий срок, с конца неогена, когда стало образовываться Малое море, то расширение составит 20—30 км. Таким образом, расширение впадины отличается гораздо большей величиной, чем раздвижение под ней земной коры. Разница в размерности того и другого явления определилась бы особенно большой величиной, если мы смогли бы подсчитать расширение с самого начала образования Байкала, т. е. за такой же срок, за который накопились наблюдаемые нами признаки раздвижения.

Расширение Байкальской впадины, как уже описывалось, зависит главным образом от отступления Обручевского сброса, образующего ее



XII. Прибрежно-озерный валунник с галечными линзами, поднятый на высоту 10 м над Байкалом, на юго-восточном берегу Ольхона у пади Улан-нур с южной стороны мыса Ижимей



XIII. Тектоническая ступень в сбросовом обрыве Байкальского хребта над мысом Саган-Марян



XIV. Сбросовый обрыв Ольхона к северо-востоку от мыса Ухан

фронтальный борт. Раздвижение земной коры является необходимым условием для развития сбросов, в связи с которыми происходит расширение впадины, и, кроме того, само по себе вызывает некоторое расширение впадины. Расширение составляется из вертикальных опусканий и горизонтальных раздвижений.

Если сложить амплитуды вертикальных смещений по сбросам в Поперечно-Байкальском поясе, не добавляя к ним изгибовых смещений, то мы получим в сумме приблизительно 15 км одних только сбросовых смещений. В эту сумму входят величины смещений по сбросам на северо-западном берегу Байкала, с юго-восточной стороны Ушканьего порога, на обеих сторонах Святого Носа и на северо-западной стороне Баргузинской впадины. Следовательно, горизонтальное раздвижение Байкальской впадины в Поперечном поясе разломов соответствует по величине сумме вертикальных смещений по сбросам в разных местах пояса.

Таково же соотношение между раздвижением и глубиной провала Байкальской впадины в ее южной части, где отсутствуют внутренние структуры. Раздвижение в этой части впадины на 5—6 км в общем соответствует размаху Обручевского сброса над глубоким провалом в районе Селенгинской дельты, где мощность наносов по последним геофизическим и буровым данным предполагается больше 5 км.

В северной части Байкала размах Обручевского сброса меньше. Здесь меньше, вероятно, и раздвижение.

С особенно большим раздвижением Байкальской впадины в Поперечном поясе приходится согласиться и ввиду присутствия среди него горста Святого Носа, который со всех сторон оборван мощными сбросами. Другие сбросы, участвующие в тектонике пояса, обращены к востоку и юго-востоку по общebaйкальскому плану. Перекосы тектонических глыб между такими односторонними сбросами, по-видимому, возможны только при достаточном расширении пространства, которое позволяет разорванными участкам земной коры запрокинуться в одну и ту же сторону. Но другое дело, если односторонняя обращенность сбросов и одинаковое направление перекосов в вертикальной плоскости осложнены образованием «кругостороннего» горста, у которого одна из сторон обращена навстречу к сбросу соседней тектонической глыбы, запрокинутой в противоположную сторону от сброса. Для образования таких структур потребуется еще большее расширение исходного пространства.

Ушканый порог, вздыбленный к северо-востоку вдоль своего протяжения, еще более асимметричен в поперечном направлении. Его северо-западный склон довольно пологий, а юго-восточный очень крут и во многих местах обрывается сбросами навстречу Святому Носу.

Горст полуострова Святой Нос вздыблен к юго-юго-западу вдоль своего протяжения. Он отличается наибольшей высотой в юго-юго-западной части. Вместе с тем древние байкальские террасы протягиваются по северо-западному берегу полуострова, причем возрастают по высоте от его северной оконечности, или Верхнего Изголовья, к южной, или Нижнему Изголовью, т. е. в направлении к юго-юго-западной оконечности. На юго-восточной стороне, на берегу Баргузинского залива древняя терраса низка и слабо развита. На северо-восточной стороне берег Святого Носа подвержен сильному опусканию, которое выразилось в затоплении речных падей и превращении их в губы. Из всего этого следует, что шарнир перекоса Святого Носа протягивается приблизительно в меридиональном направлении, т. е. под углом к продольной оси образующей его горной глыбы. При ромбоидальном очертании полуострова наиболее вздыбленной частью оказывается южная часть его западного берега.

Мощный сброс по северо-западному берегу Святого Носа обрывает приподнятую сторону перекошенного горста и обращен навстречу к сбросам Ушканьего порога, которые сопровождают тоже приподнятую сторону

этой асимметричной структуры. Таким образом, разделяющий их Ушканский пролив является грабеном, который оседает с двух сторон по сбросам, и это оседание происходит между горстами, которые запрокинуты в противоположные стороны. Последнее обстоятельство свидетельствует об особенно большом раздвижении земной коры при образовании грабена.

Большой сдвиг северной части Байкальской впадины на запад относительно южной по Поперечному поясу разломов объясняет расширение впадины в середине ее протяжения. Он объясняет также образование Ушканьего порога и особенно полуострова Святой Нос в поперечном поясе. Без большого размаха поперечного байкальского сдвига нельзя представить и возникновение широкой Баргузинской долины, для проваливания которой необходимо значительное раздвижение земной коры.

Баргузинская впадина, являясь северо-восточным ответвлением Байкальской, составляет вместе с ней общую полосу провалов земной коры, построенных одинаково и имеющих один и тот же возраст. Баргузинская впадина — это тоже односторонний грабен с такой же ориентировкой своей асимметричной структуры, как и вся Байкальская впадина в целом. По северо-западной стороне она проваливается по мощному сбросу — ответвлению Главного Байкальского, или Обручевского, сброса. Юго-восточный борт впадины образован прогибом земной коры, который разорван второстепенными сбросами. Ширина Баргузинской впадины 20—30 км по дну, образованному мощной наносной толщей.

Для образования перекошенной Баргузинской впадины необходимо значительное раздвижение земной коры, которое может осуществляться по Поперечно-Байкальскому сдвигу. Ширина Байкала севернее Святого Носа достигает 75 км. Если к ней добавить ширину Баргузинской впадины, то мы получим в сумме около 100 км. Нигде южнее Поперечного пояса разломов Байкальская впадина не обладает такой шириной. Не сопровождается здесь она и параллельными большими грабенами, которые могли бы добавить к ее ширине сколько-нибудь значительную величину.

Если даже взять ширину Байкальской впадины на поперечнике через остров Ольхон и озеро Котокель, т. е. включить в ширину впадины Котокельскую сквозную долину на юго-восточном берегу озера, то ширина впадины окажется равной 85 км. Это — максимальная ширина Байкальской впадины южнее пояса разломов. Ширина же Байкальской и Баргузинской впадин в сумме составляет 98 км на поперечнике от губы Большой Солонцовый на северо-западном берегу Байкала до р. Улан-Бурги в Баргузинской долине. Такая величина составляется из 70 км ширины Байкала и 28 км ширины Баргузинской долины. На других поперечниках она меньше. Так, севернее, на поперечнике от мыса Большая Черемшана на западном берегу Байкала до выхода долины р. Аргоды из Икатского хребта ширина Байкала 50 км, а Баргузинской впадины — 35 км, что составляет в сумме 85 км.

Таким образом, ширина всех провалов в Северном Прибайкалье больше, чем ширина провала Байкальской впадины южнее пояса разломов, на линии озера Котокель. Наибольшая разница равна 10 км.

Поперечно-Байкальский сдвиг восточнее Баргузинского залива и Усть-Баргузинской впадины протягивается, по-видимому, по р. Малой Гусихе к южной оконечности Баргузинской впадины в районе с. Читкана. Здесь находится, вероятно, начало Поперечного сдвига, и здесь он имеет наименьший размах. Увеличение горизонтального размаха сдвига в западном направлении происходит в связи с общим северо-западным раздвижением Байкальской впадины, которое особенно сильно проявляется в полосе Обручевского сброса.

Поперечный сдвиг пересекает насквозь прибрежные горы северо-западного берега Байкала и выходит на Средне-Сибирское плоскогорье, где его продолжением служит поперечный разрыв по р. Чанчур. Далее на

Средне-Сибирском плоскогорье Поперечно-Байкальский сдвиг рассеивается и теряется в сложном рельефе местности со своеобразным расположением речной сети в районе пос. Качуг и Бирюльки на Лене.

Подытоживая описание особенностей Поперечно-Байкальского сдвига, можно сказать о нем следующее.

Поперечно-Байкальский сдвиг пересекает впадину в самом широком месте целиком от переднего борта до заднего. Он проходит по южному краю ранее описанного (Ламакин, 1961б) Поперечного пояса разломов, в котором образовалось несколько внутренних байкальских структур. Сдвиг достигает в размахе 10 км близ Обручевского сброса, где находится главная полоса Байкальского расщеления земной коры.

Признаком Поперечно-Байкальского сдвига служит согласная смещенность к западу тех структур, которые расположены севернее сдвига, относительно тех, которые находятся к югу от него. Сдвиг является левым. Он образует довольно правильную дугу.

Размах смещений таков, что осевая линия Чанчурских гор относительно оси Приморского хребта смещена на 10 км; Ушканий подводный порог относительно острова Ольхона смещен на 6 км; полуостров Святой Нос и оконечность Баргузинского хребта по отношению к южному продолжению горного сопровождения берега — на 3—4 км. Далее на восток сдвиг, по-видимому, продолжается по р. Малой Гусихе к южной оконечности Баргузинской впадины, где затухает в районе с. Читкана.

Размах Поперечно-Байкальского сдвига в 10 км — это дополнение к общему раздвижению Байкальской впадины в целом, происходящему в том же северо-западном направлении. По-видимому, все раздвижение в Поперечном поясе разломов составляет не менее 15 км при ширине впадины около 100 км, считая вместе с Баргузинской долиной. Большое раздвижение в Поперечном поясе разломов освобождает пространства, необходимые для образования нескольких тектонических глыб, перекошенных по неравномерным сбросам.

Северное Прибайкалье с находящейся среди него северной котловиной Байкала не только поднято над Ангаро-Селенгинским Прибайкальем, но и сдвинуто относительно него к северо-западу. Байкальская впадина переломлена и в вертикальном, и в горизонтальном отношениях в Поперечном поясе разломов. Горизонтальный перелом со сдвигом придавал ее протяженно S-образную изогнутость, которая была подробно описана И. Д. Черным (1886б, 1889б).

Глава V

ПОПЕРЕЧНЫЕ РАЗРЫВЫ ФРОНТАЛЬНОГО БОРТА БАЙКАЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ

Сбросовый обрыв северо-западного берега Байкала перескакается многочисленными поперечными разрывами. Они устанавливаются по разнообразным признакам: по вертикальным смещениям террасовых уровней, а местами и самих древних байкальских террас на поднимающихся участках берега, по резким скачкам в силе проявления опускания берега на других участках, по вертикальным срывам поверхности добайкальского пенеплена, по разрывам и сбросам внутри толщи четвертичных отложений.

Для выявления поперечных тектонических разломов берега большое значение, кроме того, имеет резко выраженная прямизна речных долин, которая мало свойственна чисто эрозионным образованиям. Местами на одну линию попадают отдельные отрезки нескольких прямо протяженных долин, что также может указывать на обусловленность их расположения тектоническим разрывом земной поверхности. С тектоническими разрывами следует связать и образование таких долин, которые отличаются правильным дугообразным протяжением. Некоторые из них отделяют от горных хребтов или их склонов глыбы, названные А. В. Волиным (1963) «циркульными».

Собственно говоря правильной округлостью обладают не столько ограничения таких глыб в целом с противоположной стороны от Байкала, сколько плавно изогнутые участки речных долин, протянувшиеся местами сзади и по сторонам этих глыб. Так, например, выделенная А. В. Волиным циркульная глыба на северо-западном берегу Байкала между реками Голоустной и Бугульдейкой имеет с задней стороны не выпуклую, а прямолинейную границу, параллельную с байкальским берегом. Также и глыбы Прибрежно-Ольхонских гор и острова Ольхона очерчены с задней стороны от Байкала прямыми линиями, которые никак нельзя принять за дугообразно изогнутые. Правильной «циркульной» изогнутостью в этом районе отличаются только сравнительно короткие долины участков рек Куртун, Анга, Бугульдейка, Сарма. В то же время долина р. Голоустной очень слабо изогнута в среднем течении реки сзади Приморского хребта. Ее, скорее, можно назвать прямой, а не дугообразной. Ниже по течению она под прямым углом необыкновенно резко поворачивает к Байкалу.

Мне кажется, что правильнее говорить не о циркульных глыбах, а о циркульных долинах, направление которых отражает дугообразные расколы земной поверхности. Циркулярные долины углубляются по линиям ослабленных горных пород вдоль таких расколов. Циркулярным характером отличаются и отдельные широкие выемки северо-западного берега Байкала. Но правильно очерченных «циркульных» глыб, как таковых, здесь

почти нет. Циркульные глыбы образуются реже. На побережьях Байкала они хорошо развиты, например, на западном склоне Баргузинского хребта у северной части озера.

Поперечные тектонические разрывы байкальского побережья неодинаковы в отношении протяженности, вертикальных смещений и ориентировки сбросовых плоскостей, а также и разных других особенностей.

По протяженности различаются:

1) поперечно-бортовые разрывы, отличающиеся коротким протяжением, которое ограничивается бортом впадины;

2) поперечно-горные разрывы, которые гораздо длиннее и пересекают не только борт впадины, но продолжают и через весь горный хребет, сопровождающий впадину, выходя на противоположную сторону горного поднятия;

3) поперечно-сквозные разрывы, которые не только пересекают борт впадины и сопровождающий ее горный хребет, но выходят также на Сибирскую платформу. Они образуют в горах глубокие сквозные бреши. Таких разрывов всего два — Ангарский и Онгурёнский;

4) наконец, существуют поперечно-звеньевые разрывы, состоящие большей частью из двух отдельных участков или звеньев, которые продолжают друг друга по прямому направлению. Линии поперечно-звеньевых разрывов начинаются по большей части на некотором расстоянии от Байкала внутри горного хребта, сопровождающего берег, и продолжают далее на Сибирскую платформу. Они удаляются от подножия Приморского хребта и Чанчурских гор, а также от Байкальского хребта на расстоянии до 50—60 км. Такие разрывы весьма свойственны Онетской возвышенности на юге и западным предгорьям Байкальского хребта на севере. Далеко прослеживаются разрывы по р. Большой Куяде на юге и по р. Правый Улькан на севере. Эти далекие линии разрывов как бы связывают тонкими нитями стержков Сибирскую платформу и Байкальскую впадину.

Существует много разрывов без вертикальных смещений. Это — простые расщелья в горах. Они выражаются прямолинейными, зигзагообразными и циркульными долинами. Но большая часть разрывов осложнена вертикальными смещениями. Это — сбросы. Они различаются и по размаху смещения и по обращенности сбрасывателей в ту или другую сторону.

Размах смещений по поперечным сбросам может достигать $\frac{1}{2}$ км и больше. Но подавляющее большинство поперечных сбросов не превышает нескольких десятков метров. По обращенности выделяются сбросы, смотрящие лицом влево от северо-западного направления в расширении Байкальской впадины и смотрящие вправо от этого направления.

Замечательно, что ни один из поперечных разрывов и сбросов не продолжается далеко по дну озера и тем более не выходит на другой берег. Поперечные разрывы не пересекают целиком Байкальскую впадину.

Только в одном месте, в средней части протяжения озера его впадина пересекается от Онгурёнского берега к Баргузинскому заливу Поперечно-Байкальским поясом разломов. Однако и в этом поясе каждый из разломов, взятый в отдельности, обладает сравнительно небольшой длиной и, что еще важнее, отличается особым простиранием. Поперечный пояс разломов — это густая сеть сбросов и сдвигов, которые разделяют отдельные, сравнительно небольшие тектонические глыбы, по-разному опущенные и различно повернутые. Но никакого единого сплошного разлома, который пересекал бы Байкал с одной стороны на другую по одной линии, нет и в этой части озера.

Поперечные структуры северо-западного берега асимметричны. Большой частью они образованы сбросами только с одной стороны и имеют характер или ступеней или косых грабен и горстов. Многие широкие ступени располагаются наклонно вдоль берега, снижаясь от внешнего

края к внутреннему. Тектонические глыбы, как правило, вздыбливаются по внешнему краю над расположенными ниже другими глыбами.

Особенно выразительны продольные ступени фронтального борта Байкальской впадины на Горемыкском берегу. Они состоят здесь из участков плоских террас четвертичного возраста, которые возвышаются в четыре ряда друг над другом. Террасы сами по себе образуют береговые ступени берега, но поперечные сбросы разделяют их еще на длинные участки с разной высотой, которые в виде лестницы протягиваются вдоль берега.

Прибрежные горные хребты местами меняют свою высоту тоже скачками, так как они расколоты поперечными сбросами подобно береговой полосе возле озера. Тектонические глыбы при этом большей частью перекошены таким образом, что вздыблены кверху над сбросами, а тыловые их стороны понижены.

Поперечные сбросы ориентированы с отчетливой закономерностью, т. е. сбросы, обращенные влево от направления Байкальского раздвижения, приурочены к северной оконечности Байкала, а обращенные вправо — к южной. Южная граница сбросов с левой обращенностью пересекает берег по р. Молокоу у южного подножья горы Бургунду. Восточная граница сбросов правой обращенности проходит по Ангаре. Правые сбросы прослеживаются и в Тункинских гольцах над Тункинской впадиной.

Между Ангарой и Молоконом расположен длинный участок берега со сбросами и правой и левой обращенности.

Поперечные сбросы северо-западного берега и перекосы многих из заключенных между ними тектонических глыб свидетельствуют о продольном раздвижении Байкальской впадины. Продольное раздвижение, по-видимому, отличается меньшей величиной по сравнению с поперечным. Кроме того, продольное раздвижение фронтального борта Байкальской впадины происходит в противоположных направлениях. В северной оконечности Байкала оно направлено к северу — вправо от главного фронтального направления в развитии Байкальской структуры, а в южной оконечности озера — к западу, т. е. влево от фронтального направления.

В средней части фронтального берега между истоком Ангары и Молоконом выделяется длинный участок, включающий остров Ольхон, с местными проявлениями продольного раздвижения в обе стороны. На этом участке, кроме сбросов, наблюдаются и простые разрывы без вертикальных смещений.

Распределение поперечных сбросов с разной обращенностью по берегу связано с плоским оседанием большей средней части фронта Байкальской впадины по сравнению с его поднятыми флангами. По границам между пониженным участком фронта и поднятыми флангами расположены поперечные сбросы наибольшего размаха. Кроме того, на этих участках берег особенно густо раздроблен на мелкие тектонические глыбы.

На севере Байкала молодой Молоконский сброс, обращенный влево, имеет размах в 300—400 м. Сброс по Рытой пади еще больше по размаху — около 500 м, а соседний с ним Хайремский — около 700 м. Последние два неотектонических сброса, тоже обращенные влево, обрывают южную оконечность Байкальского хребта. Они находятся в расстоянии 9 км один от другого и размах их составляет вместе 1200 м.

Над Тункинской впадиной обращенный вправо сброс по р. Саган-Угун превышает 1000 м, а расположенный далее поперечный сброс по верхнему течению Иркуты, тоже обращенный вправо — к востоку, — достигает в размахе 300—400 м. Он отделяет гребень Муинку-Сардыка от Тункинских гольцов. Хребет Муинку-Сардык, Тункинские гольцы, горный хребет над Торской котловиной и Олхинское плоскогорье между Иркутом и Ангарой являются тектоническими глыбами, последовательно снижающимися посредством больших скачков к востоку — к средней части Байкала.

Рядом с пониженным участком северо-западного берега Байкала протягиваются наиболее глубокие котловины озера. Эта самая глубокая часть Байкала тяготеет к Верхне-Ленской синеклизе, которая здесь особенно приближена к озеру. И юго-восточный берег Байкала напротив этого места тоже особенно понижен. Возможно, что все сравнительно пониженное Ангаро-Селенгинское Прибайкалье находится в некоторой зависимости от прогнутого фундамента Верхне-Ленской синеклизы.

Обращает на себя внимание то, что северо-западный берег Байкала особенно густо раздроблен продольными и поперечными сбросами рядом с Ангарским и Онгурёнским сквозными разрывами, но только с их северо-восточной стороны.

К северо-востоку от Онгурёнского ручья, кроме берегового продольного сброса, в глубине берега на расстоянии 5—8 км от Байкала проходит параллельный сброс длиной приблизительно 30 км. Он сопровождается подножие Чанчурских гор. Вдоль внутривертежного сброса протянулась тектоническая Кочериковская долина, отделенная от озера цепочкой береговых Онгурёнских гор. Кочериковская долина является типичным односторонним грабеном. Ее дно покрыто большими пролювиальными накоплениями.

Онгурёнские береговые горы образованы сильно перекошенными тектоническими глыбами, которые полого склоняются к Кочериковской долине и обрываются отвесными утесами в Байкал по береговому сбросу. Поперечными разрывами они делятся на три гряды, которые служат продолжением одна другой.

Между ручьями Онгурёнским и Елигеем расположена гряда, которая отделена от Чанчурских гор довольно высокой седловиной. Скорее, это не самостоятельное горное образование, а только отрог Чанчурских гор. Высота ее 449 м. Длина параллельно берегу 8—9 км. Над самым берегом от отрога отделяется его южная оконечность — гора Ядор. Она повторяет общий план асимметричного строения Онгурёнских гор, т. е. ее береговой юго-восточный обрыв состоит из сплошного отвесного утеса, а на противоположной стороне сравнительно пологий склон, покрытый делювием, спускается к широкой седловине, отделяющей гору от Чанчурского отрога.

Долина ручья Елигей — типичное тектоническое расщелье. Она имеет длину около 8 км, а ширину от 0,5 до 1 км. Характерно, что долина не расширяется вниз по течению ручья, подобно эрозионным долинам. Она пережата в средней части протяжения. Направление долины меридиональное. Ручей Елигей начинается у юго-западной оконечности Кочериковской долины, которая имеет здесь ширину 4 км. Отсюда долина протягивается к северо-востоку на расстояние 20 км до ручья Хайрем, где ее ширина увеличивается до 5 км. Плоское дно долины, сложенное пролювиальными выносами с Чанчурских гор, наклонено в сторону Байкала. Сочленение дна с Чанчурскими горами находится на высоте 200—250 м, а сочленение с береговыми грядами гораздо ниже — на высотах от 30 до 120 м. Рядом с ручьем Хайрем дно долины спускается полого до самого Байкала.

Между ручьем Елигей и речкой Кочериковой над берегом протягивается Большая Кочериковская гряда длиной 13 км и высотой 384 м. Гряда резко асимметрична; ее гребень придвинут к самому Байкалу. Здесь по берегу поднимаются сплошные высокие утесы. Ширина гряды 1,5—4,5 км. В ее северо-восточной оконечности, над устьем речки Кочериковой видны большие тектонические щели, параллельные байкальскому берегу.

Речка Кочерикова вытекает из Чанчурских гор. Она вынесла много пролювия. Пролувию древний — ледникового возраста.

К северо-востоку от речки Кочериковой протягивается по байкальскому берегу Малая Кочериковская гряда. Ее длина 7 км, ширина 3 км, а высота 323 м. И у этой гряды гребень расположен над самым Байкалом, тогда как внутренний склон к Кочериковской долине пологий.

С северо-восточной стороны над ручьем Хайрем возвышается южная оконечность Байкальского хребта, оборванная сбросом. Так сильно раздроблен сбросами Онгурёнский берег.

Рядом с истоком Ангары сильно раздробленный берег протягивается на 20 км к северо-востоку до мыса Соболева. На этом сравнительно коротком расстоянии три раза изменяется даже знак современного движения берега. В пос. Лиственичном по берегу наблюдаются три плейстоценовые байкальские террасы. Существуют признаки и современного поднятия. На мысе Лиственичном хорошо развита III терраса, обрывающаяся утесом в озеро, на дне которого близ берега находится потопленная плоскость бывшей береговой террасы. Волноприбойная линия III террасы на мысу имеет высоту 22 м. На самом мысу открывается к Байкалу падь Березовая, отличающаяся крутым наклоном дна, и сразу же за ней начинается Крутая губа (Абукейха), где никаких следов древних террас нет, а непроходимый берег с отвесными скалами указывает на его опускание под уровень прибоя.

Опускающийся участок берега продолжается до Смородинной пади, но за ней в Котинской губе берег опять подвержен поднятию, и здесь существуют древние байкальские террасы. Затем, начиная с мыса Соболева, берег опять опускается. Опускание отсюда однообразно прослеживается на огромном расстоянии к северо-востоку.

Участки берега с разными знаками движения между Ангарой и мысом Соболева разделены поперечными сбросами. Еще гуще раздроблен берег непосредственно у самого истока Ангары в пос. Лиственичном, который стоит на восточной стороне Лиственичного залива или так называемого Ангарского взморья. Берег в поселке протягивается на 5 км в северо-западном направлении и образован поперечным сбросом, который продолжается в глубь материка сквозным Ангарским разрывом.

Поперечный участок берега в пос. Лиственичном рассекается продольным сбросом по речке Крестовке. Устье речки находится в 3 км от истока Ангары. Справа от устья Крестовки над берегом Байкала (где кладбище) расположена на высоте 28 м III древнебайкальская терраса. Она продолжается от берега Байкала на некоторое расстояние вверх по правому берегу реки. В обрыве террасы к речке обнажаются байкальские галечные отложения. Слева от устья Крестовки террасы нет. Крутой склон пади, покрытый осыпью, спускается к пойме. Падь заболочена, особенно под левым крутым склоном. Зимой здесь образуется большая наледь, так как на поверхность выходят незамерзающие ключи, которые связаны с линией тектонического разрыва.

Крестовский сброс обращен на юго-восток, в сторону Байкала. Он параллелен береговому сбросу к северо-востоку от пос. Лиственичного. Длина Крестовской пади 15 км. С другой стороны Лиственичного залива напротив речки Крестовки открывается падь Большой Баранчук, которая, вероятно, тоже образовалась по тектоническому разрыву земной поверхности.

Наконец, совсем рядом с Ангарским истоком в горном склоне над берегом Байкала выделяются две отколовшиеся тектонические глыбы. Они отделены от общего протяжения склона короткими падами. Глыбы vzdыблены к югу; образовавшие их сбросы обращены к Байкалу.

Пологая сторона ближайшей к истоку Ангары перекошенной тектонической глыбы образует правый берег истока реки. Он подвержен опусканию.

Вниз по течению Ангары правый берег ее истока сопровождается узкой полоской пролювиальных выносов речки Банной и других менее значительных ручьев. На пролювиальных выносах стоит пос. Никола. Левый берег истока гораздо круче и выше. На горном склоне видны висячие устья крутых и коротких падей.

Горная глыба Олхинского плоскогорья заметно приподнята над опустившейся оконечностью Приморского хребта по сбросу, обращенному вправо от направления развития Байкальской структуры. Левая сторона Ангарского истока поднимается по сбросу. Однако поднятие плоскогорья происходит довольно медленно. Сам левый берег истока и соседнее подножие горного обрыва на берегу Байкала, где стоит железнодорожная станция Байкал, опускаются по сбросу. В средней части пос. Лиственничного, там, где в Байкал впадают реки Большая и Малая Черемшанки, поднятие берега в настоящее время происходит столь быстро, что разница в знаках движений берега в пос. Лиственничном и на станции Байкал сказывается в отсчетах уровня озера (Ламакин, 1956).

Поперечные разрывы северо-западного берега Байкала отличаются еще тем, что быстро затухают с удалением от озера. Собственно говоря, большинство из них — поперечно-бортовые. Меньшее число проникает в прибрежные горы. Невелико число и звеньевых разрывов, и только два — сквозные. Это показывает, что продольное раздвижение Прибайкалья ослабевает с удалением от озера.

Разрывы в Прибайкальской полосе Сибирской платформы, надо думать, происходят тоже вследствие тектонического раздвижения, которое связано с продольным раздвижением Байкальской впадины. Раздвижение происходит в дугообразно протянувшейся полосе, причем ослабевает в направлении от периферии в глубь Сибирской платформы. Зона платформенного раздвижения расположена в том месте, где кристаллический фундамент, скрытый под мощным чехлом кембрийских отложений, образует борт Верхне-Ленской синеклизы, или, другими словами, находится в поле Ангаро-Ленского прогиба.

Глава VI
**ПРОДОЛЬНОЕ РАЗДВИЖЕНИЕ
БАЙКАЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ**

Замечательная особенность поперечных и диагональных структур на побережьях Байкала заключается в их асимметрии. Поперечные выпуклые поднятия, вогнутые прогибы, горсты, грабены, защербы, зазубрины и т. п. структуры в подавляющем большинстве отличаются кособокостью. С одной стороны, они образованы сбросами и крутыми изгибами, а с другой, — пологими перекосами тектонических глыб, запрокинутых в противоположную сторону от крутых склонов и обрывов. Пологие стороны запрокинутых глыб остаются плоскими или местами слегка покороблены.

Асимметрия структур, пересекающих байкальские берега, подобна асимметрии продольной структуры Байкальской впадины в целом. Подобие заключается в форме поперечных структур и в однообразии ориентировки их разнобокости. Мы уже видели, что Байкальская впадина в целом и расположенные в ней частные продольные структуры образованы односторонними поднятиями и опусканиями. Подавляющая часть продольных сбросов и на той и на другой стороне Байкала обращена на юго-восток, и это является признаком одностороннего раздвижения впадины в северо-западном направлении. Асимметрия поперечных структур тоже обладает односторонней ориентировкой на обширных участках, но с той существенной разницей, что ориентировка отличается противоположным направлением по отношению к протяжению озера в северо-восточной и юго-западной его частях (рис. 16).

На севере Прибайкалья сбросы и вообще все крутые обрывы поперечных структур обращены к югу, а диагональных — к юго-востоку, т. е. в общем почти в одну сторону. И это относится ко всем тектоническим обрывам без исключения. Противоположной ориентировки сбросов и крутых изгибов не наблюдается совершенно. Это может быть обусловлено продольным раздвижением северной части Байкальской впадины в северном и северо-западном направлении. Продольное раздвижение сочетается с главным поперечным раздвижением, которое в северной части Байкала направлено на запад. Продольное раздвижение происходит здесь вправо от фронтального раздвижения (рис. 17, 18).

Южная граница области с правым продольным раздвижением Байкальской впадины проходит через устье р. Молокон на западной стороне Байкала и по р. Турке на юго-восточной стороне озера. Следует отметить, что поперечные и диагональные односторонние сбросы на восточной стороне северного Байкала расположены чаще к северу от р. Баргузин и реже между реками Баргузин и Турка. Это указывает на уменьшение силы северного продольного раздвижения восточного берега в южном направлении.

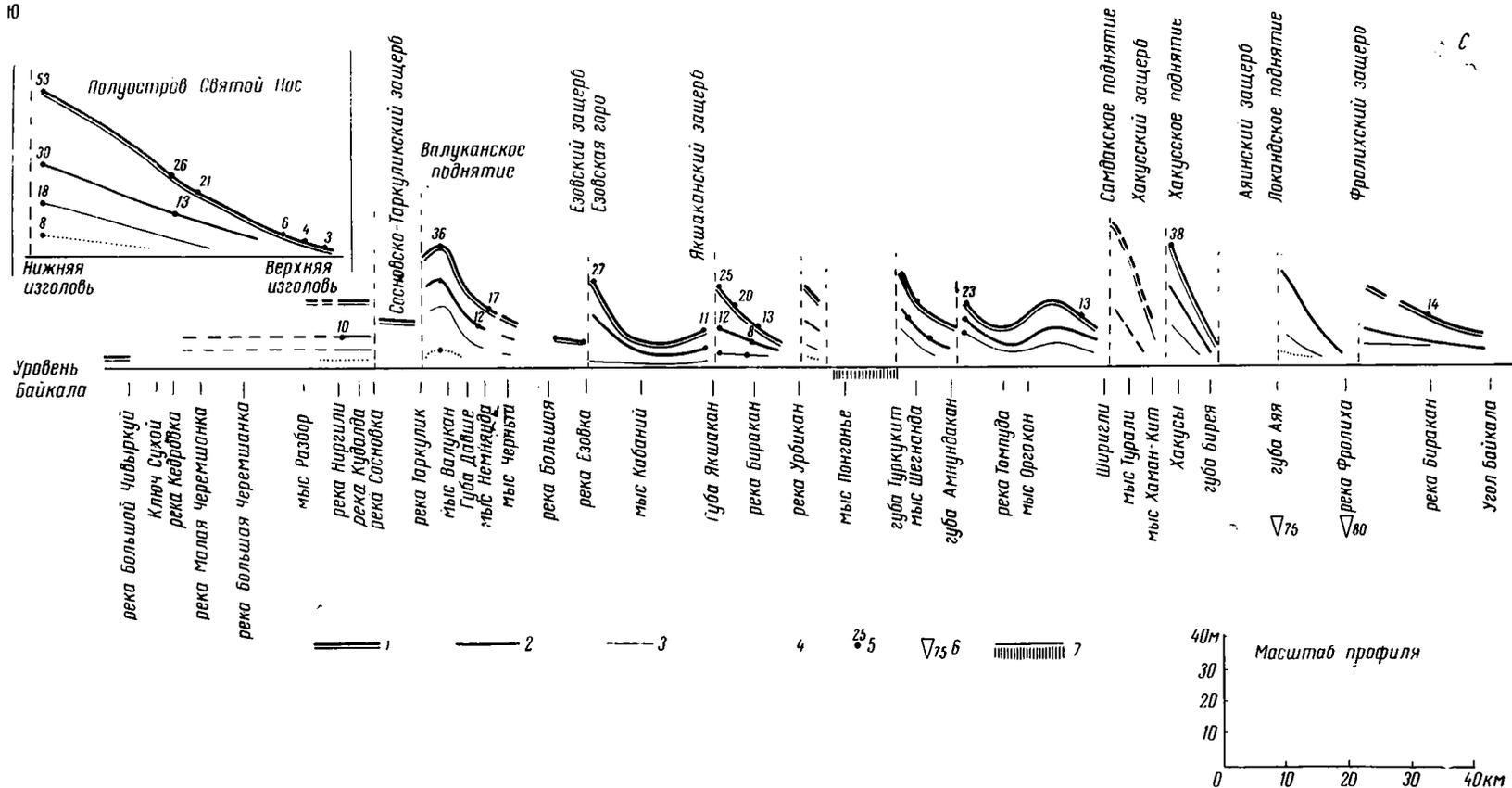


Рис. 16. Профиль плейстоценовых береговых линий на Баргузинском берегу Байкала и на полуострове Святой Нос
 Береговые линии: 1 — IV террасы; 2 — III террасы; 3 — II террасы; 4 — I террасы; 5 — высоты над Байкалом (м); 6 — эстуарии и их глубины (м); 7 — опускающийся берег. Извилины берега спроектированы на осевую линию протяжения Байкальской впадины

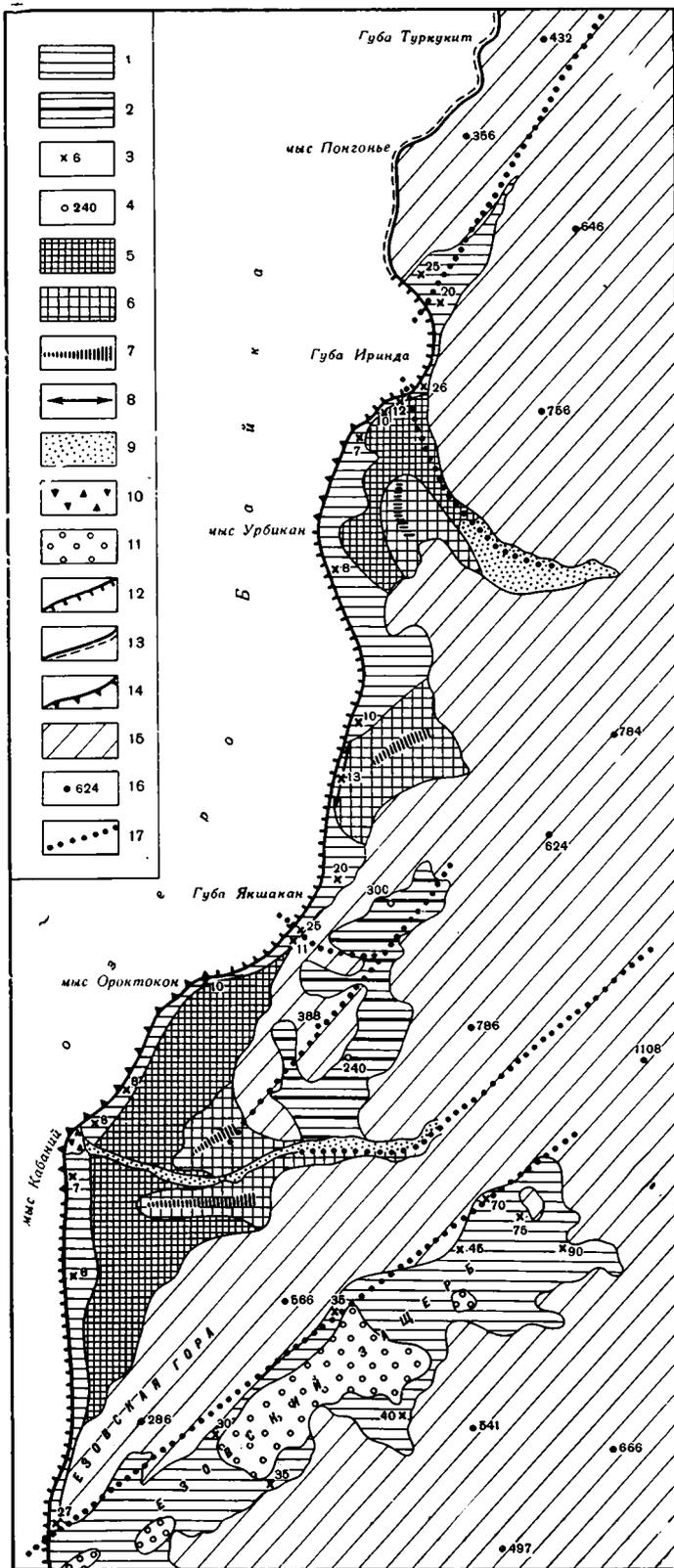


Рис. 17. Карта-схема четвертичных отложений в береговой полосе Байкала. Средний участок Баргузинского берега

1 — отложения четырех плейстоценовых байкальских террас; 2 — эоплейстоценовая байкальская терраса; 3 — высоты четвертой плейстоценовой байкальской террасы и ее волноприбойной линии (м) над уровнем Байкала; 4 — высоты эоплейстоценовой террасы (м) над уровнем Байкала; 5 — плоские морены максимального оледенения; 6 — увалистые морены постмаксимального оледенения; 7 — моренные валы и холмы; 8 — узкие моренные гряды; 9 — аллювий; 10 — дельты; 11 — болота и торфяники; 12 — поднимающийся берег Байкала; 13 — опускающийся берег Байкала; 14 — берег, опускающийся после образования IV и III байкальских террас; 15 — горы и горные склоны из коренных пород; 16 — высоты гор (м) над уровнем Байкала; 17 — тектонические сбросы четвертичного возраста

На западном побережье область правого продольного раздвижения охватывает северную, наиболее высокую часть Байкальского хребта с его высочайшей вершиной горой Черского и Горемыкско-Тыйское плоскогорье. С восточной стороны озера сильному правому раздвижению подвергается весь Баргузинский хребт и его остаточный южный выступ в виде полуострова Святой Нос. Менее сильному правому раздвижению подвержены Катковская горная гряда и Туркинский хребт над пос. Горячинск.

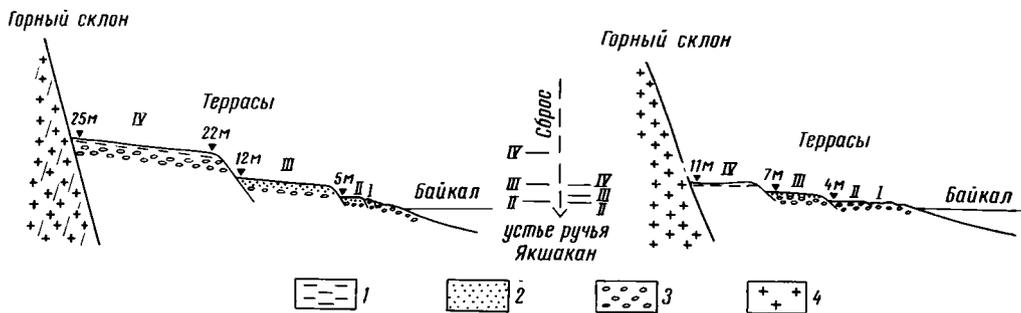


Рис. 18. Сравнительная схема древнебайкальских террас (м, над уровнем Байкала) справа и слева от устья ручья Якшакан
1 — суглинки; 2 — песок; 3 — галька; 4 — гранит

В юго-западной оконечности Байкала, наоборот, все сбросовые обрывы поперечных и диагональных структур указывают на левое продольное раздвижение этой части впадины относительно направления ее поперечного раздвижения. Здесь крутые склоны и сбросы перекошенных структур хотя и обращены на восток и юго-восток так же как и на севере, но вследствие дугообразного протяжения впадины смотрят лицом навстречу или почти навстречу к ее средней, наиболее расширенной и глубокой части, так сказать, к ее центру. Сбросовые обрывы в юго-западной оконечности Байкала обусловлены продольным раздвижением этой части впадины, происходящим в западном направлении.

Левое продольное раздвижение впадины ясно проявляется, начиная к западу от Ангары на одной стороне озера и к юго-западу от Селенги на другой его стороне. Область этого раздвижения охватывает Хамар-Дабан и Олхинское плоскогорье. Далее на запад ему подвергается и Тункинская долина с расположенными над ней гольцами. Судя по тому, что поперечные сбросы в южном Прибайкалье расположены гораздо реже, чем в северном, можно предполагать, что левое продольное раздвижение Байкальской впадины действует менее сильно, чем правое в северной части впадины.

Таким образом, обе оконечности Байкальской впадины подвергаются продольному раздвижению в противоположных направлениях: в правом и в левом. При этом правое раздвижение на севере проявляется с большим размахом, чем левое на юге. С противоположными направлениями продольного раздвижения оконечностей Байкальской впадины можно, вероятно, связать наибольшую ее ширину и глубину в центре, где и поперечное раздвижение отличается наибольшим размахом. В раздвигающемся центре Байкальской структуры создаются наиболее благоприятные условия для глубокого опускания широкого участка земной коры (рис. 19).

В длинной средней части протяжения Байкальской впадины односторонность продольных раздвижений проявляется менее четко. Здесь одни поперечные сбросы и обрывы склонов обращены вправо, а другие — влево относительно главного байкальского фронта. Такая смешанная ориенти-

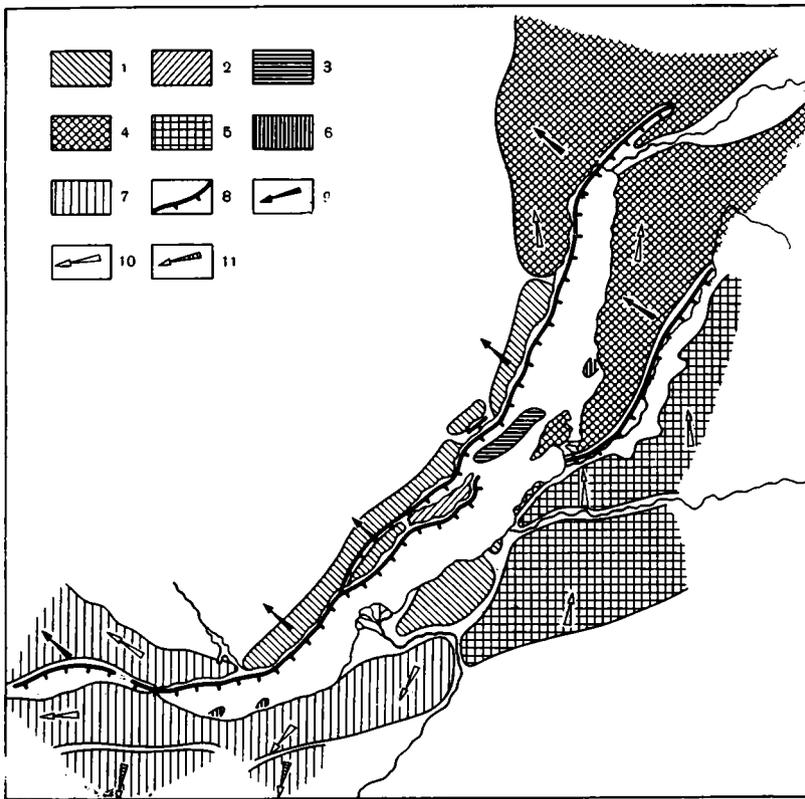


Рис. 19. Раздвижение земной коры в районе Байкальской впадины

1 — горные глыбы, подвергающиеся фронтальному смещению и раздвижению в северо-западном направлении; 2 — Ольхонская горная глыба, отогнутая вправо от фронта тектонического смещения; 3 — подводный Ушканий порог, тоже отогнутый вправо от фронта тектонического смещения; 4 — горные глыбы не только с фронтальным, но и со значительным боковым правым смещением и раздвижением (к северу и северо-западу); 5 — горные глыбы с меньшим боковым смещением и раздвижением в том же направлении; 6 — подводные оконечности горных отрогов, отставшие от боковых смещений береговых гор; 7 — горные глыбы с фронтальным и боковым левым смещением и раздвижением (к западу и юго-западу); 8 — Обручевский сброс; 9 — направления фронтального (поперечного) смещения и раздвижения, вызывающего развитие Обручевского сброса; 10 — направления бокового и частью фронтального смещения горных глыб (в обход угла Сибирской впадины); 11 — направления обратного смещения (к югу) от Байкальской впадины

ровка сбросовых обрывов может быть обусловлена смещением направлений продольного раздвижения.

На фронтальной северо-западной стороне Байкала область смешанного продольного раздвижения расположена между истоком Ангары и устьем Молокона. Она охватывает Приморский хребет, Прибрежно-Ольхонские и Чанчурские горы, Онгурёнскую прибрежную гряду и южную узкую глыбу Байкальского хребта. Но все же и эта область разделяется на более северную часть с преобладанием южной и юго-западной обращенности сбросов и более южную часть с преобладанием северной и северо-восточной обращенности тектонических обрывов. Граница между ними проходит по р. Сарме, причем остров Ольхон относится к южной области, заходя на северо-восток за линию, проведенную по этой реке.

Граница преобладания разных направлений продольного раздвижения Байкальской впадины, действующих в противоположные стороны, пере-

секает северо-западный борт впадины как раз напротив самых больших глубин озера. По-видимому, не следует сомневаться, что наибольшее углубление Байкала зависит не только от наибольшей величины одностороннего поперечного раздвижения впадины в этом месте, но также и от продольного ее разрыва, направленного в противоположные стороны от этого места.

На юго-восточной стороне Байкала область смешанного продольного раздвижения отличается меньшей протяженностью вдоль берега и вообще меньшей площадью. Она охватывает сравнительно небольшие структуры Котокельской гряды и Морского хребта, ограниченных сзади сквозными долинами Котокельской и Итанцинско-Кикинской. За этими долинами в удалении от Байкала распространяется с севера обширная область правого раздвижения, которая уходит на юг к Селенге и далее по ее правому берегу — в Селенгинскую Даурию.

В областях смешанного продольного раздвижения асимметрия слабее выражена и в каждой из отдельных поперечных структур, что, вероятно, зависит от меньшей силы продольного раздвижения вообще в этой части Прибайкалья. Зато здесь наиболее сильно действует поперечное раздвижение, направленное к северо-западу, с которым связаны отрыв и отогнутость вправо от фронтального берега Ушканской и Ольхонской глыб.

Продольное раздвижение Байкальской впадины с описанными особенностями в распределении его направлений является отчасти следствием воздействия на дугообразную форму впадины общего северо-западного раздвижения Прибайкалья. Вместе с тем продольное раздвижение как бы действует в обход соседнего выступа Сибирской платформы. Фронтальное поперечное раздвижение Байкальской впадины, связанное с развитием Обручевского сброса, по-видимому, непосредственно зависит от отодвигания Сибирской платформы к северо-западу. Продольное же раздвижение обоих концов впадины компенсирует силу поперечного раздвижения, которая уменьшается от центра впадины к ее оконечностям. Но все же продольное раздвижение существует и как таковое, на что указывают его проявления и в центральной части Байкала.

Значение поперечных и диагональных перекошенных глыб в неотектонике сказывается гораздо больше на тыловой стороне впадины, особенно в Баргузинском Прибайкалье. Здесь северное направление раздвижения земной коры обладает наибольшей силой.

Чем ближе к оконечностям Байкала, тем все больше и больше ослабевает поперечное и усиливается продольное раздвижение его впадины. Наибольшего значения продольное раздвижение достигает у северной оконечности озера и западной оконечности Тункинской долины. В этих местах оно вызывает развитие Верхне-Ангарской и Косогольской впадин, которые являются почти поперечными структурами относительно протяжения Байкальской дуги. Обе они представляют очень сильно развившиеся защербы в продольной байкальской структуре.

Сочетанием поперечного и продольного растяжения всей Байкальской структуры можно объяснить, таким образом, непонятное на первый взгляд происхождение двух конечных ее отворотов или хвостов, которые отвернуты в противоположном направлении от изогнутости главной байкальской дуги. Расположение дуги соответствует главному северо-западному направлению раздвижения.

К границам областей с разным направлением продольного раздвижения, а внутри них к границам с разной силой раздвижения приурочены исток р. Ангары, а также устья крупных притоков Байкала. Это понятно, так как по границам разного продольного раздвижения должны проходить наиболее крупные поперечные тектонические разрывы и расщеления.

Ангара вытекает из Байкала, а Селенга впадает в озеро по линиям, разграничивающим юго-западное продольное раздвижение от участков сме-

шанного северо-восточного раздвижения. Над истоком Ангары с запада возвышается крутой обрыв Олхинского плоскогорья, а с востока пологий конец Приморского хребта, с которого в Ангару стекают речки в заболоченных долинах.

Реки Кика и Турка сближены в устьях между хребтами Морским и Туркинским, первый из которых подвержен смешанному продольному раздвижению, а второй — северному раздвижению. Баргузинская впадина с протекающей в ней р. Баргузин выходит к Байкалу между площадями большего и меньшего северного раздвижения. В разрыве между областью смешанного продольного раздвижения и областью сильного северного раздвижения расположено на западной стороне Байкала устье Молокона, над которым с северной стороны возвышается громадный сбросовый обрыв горы Бургунду.

В Северном Прибайкалье, которое подвергается сильному северному раздвижению, обращает на себя внимание закономерное расширение в том же направлении горных глыб, участвующих в обрамлении озера. Горные глыбы, протянувшиеся параллельно северной части Байкала, имеют тупые северные оконечности и острые южные. Такая особенность северных глыб свойственна и Баргузинскому хребту и северной части Байкальского хребта, а также Горемыкско-Тыйскому плоскогорью. Вполне отчетливо, хотя и менее ярко она проявляется и в описанном уже очертании внутрибайкальского горста Святой Нос (рис. 20).

Баргузинский хребет в своей северной части близ Верхне-Ангарской впадины имеет ширину 75 км. Здесь он даже разделяется разломами на ряд параллельных горных гребней, протянувшихся в меридиональном направлении. Но к юго-юго-западу Баргузинский хребет постепенно сужается. Ширина южной оконечности хребта равна всего 5 км. Длина всего хребта в целом около 300 км.

Байкальский хребет против северной оконечности Байкала имеет поперечник в 45 км. Отсюда он клиновидно сужается в южном направлении и через 90 км своего протяжения, над Котельниковским мысом, имеет в ширину 25 км, а еще через 60 км над мысом Елохиным — всего 8 км. Далее на юг его поперечник продолжает оставаться очень узким.

Горемыкско-Тыйское плоскогорье у северной оконечности Байкала имеет поперечник 22 км. К югу оно становится уже. Оконечность плоскогорья над мысом Котельниковским имеет в ширину менее 7 км.

На берегах Байкала заостренность к югу горных глыб проявляется резко только над северной частью озера. Самой южной заостренной к югу горной глыбой является Катковская гряда, протянувшаяся по юго-восточному берегу на расстояние 34 км от Баргузинского залива до Безымянной губы. На севере ее ширина — 8 км, а на юге — только 4 км. Следовательно, выклинивание этой горной гряды к югу не такое острое, как у более северных горных глыб.

Проявления одностороннего выклинивания ослабевают в южном направлении, а затем исчезают вовсе. Но особенно интересно то, что расположенная напротив Катковской гряды Ольхонская глыба выклинивается в противоположном направлении. Она оканчивается заостренным мысом Хобой на севере.

Граница южной заостренности горных глыб пересекает Байкал вкось почти по меридиану от устья р. Турки к северо-западному берегу, где находится Большая Солонцовая губа. Над этой губой Байкальский хребет отличается наименьшей шириной в 3—4 км. Граница южной заостренности в общем совпадает с границей северного направления в раздвижении Байкальской впадины.

По-видимому, односторонняя южная заостренность горных глыб зависит от северного продольного раздвижения Байкальской впадины и соседних горных хребтов. При горизонтальном смещении более северные

Рис. 20. Очертания в плане горных глыб Северного Прибайкалья

глыбы вырываются зубьями из отстающих более южных глыб. Горные зубья ограничены по сторонам разломами и изгибами земной коры. Однако изгибы и разломы не перекрещиваются в остроконечиях, а только разветвляются и расходятся в северном направлении. Для вертикальных движений заключенных между ними горных глыб необходимы некоторые горизонтальные смещения в северном направлении.

В южной части Байкала в отличие от северной односторонних остроконечий горных глыб не наблюдается. Нет их и по сторонам Тункинской долины.

Расширение прибрежных горных глыб в северной части Байкала в северном направлении напоминает в некотором смысле расширение в том же направлении всех материков земного шара, а также Гренландии, при заостренности их к югу. И древние платформы заострены к югу. Кроме Сибирской платформы, это хорошо видно и в окончании Русской платформы. Заостренность к югу заметна и у сравнительно молодой Западно-Сибирской платформы.

Баргузинская горная глыба отличается наиболее сильным расширением в северном направлении. Ее южное остроконечие не потеряет своего значения, если к Баргузинскому хребту добавить полуостров Святой Нос. Степень остроконечности от этого еще более усилится, так как южный мыс Святого Носа — Нижнее изголовье — особенно сильно заострен.

Сильно выраженную остроконечность Баргузинской глыбы можно сопоставить с большим количеством односторонних защербов, пересекающих Баргузинский берег Байкала. По-видимому, Баргузинское Прибайкалье подвергается особенно сильному северному раздвижению. Раздвигается в продольном направлении не только впадина озера и ее ближайшее горное обрамление, но раздвижение земной коры к северу захватывает обширную область на северо-восток от Байкала. Поэтому законно предположить, что северное раздвижение проявляется независимо от поперечного раздвижения Байкальской впадины.

Северное раздвижение земной коры обусловило, вероятно, и возникновение Муйской и Баунтовской впадин в бассейне Витима и Верхне-Чарской впадины в бассейне р. Олекмы. Все три названные впадины, находящиеся далеко к северо-востоку от Байкала, являются односторонними грабенами. Они образованы сбросами преимущественно с северо-западной и с северной стороны. Широкая протяженность сбросов особенно заметна в Муйской впадине.

Интересная особенность Муйской, Баунтовской и Верхне-Чарской впадин заключается в том, что в них до сих пор не найдены неогеновые озерные отложения, подобные байкальским. Вероятно, таких отложений в них нет. Эти впадины отличаются более молодым возрастом по сравнению с Байкалом. Возникает вопрос, не позже ли началось раздвижение земной коры в северном направлении по сравнению с северо-западным,



которое обусловило возникновение Байкала в самом начале миоцена или даже в олигоцене.

Муйскую, Баунтовскую и Верхне-Чарскую впадины нельзя считать впадинами «байкальского типа», как это принято некоторыми геологами. Эти впадины совершенно не соизмеримы с Байкальской ни по длине и ширине, ни по глубине. Сейчас выясняется, что они отличаются от Байкальской впадины по возрасту и по направлению горизонтальной составляющей неотектоники.

Запазданное северное направление в раздвижении земной коры, возможно, сказывается в особенно сильной обрывистости южной стороны Тункинских гольцов. Вдоль всего огромного протяжения Обручевского сброса нет такой высокой и отвесной стены, какая отличает южный обрыв Тункинских гольцов. Не исключено, что это зависит от строго широтного протяжения Тункинских гольцов. Северное раздвижение земной коры могло особенно усилить действие Обручевского сброса как раз в Тункинской долине. Давно известно (Ламакин, 1935), что Тункинские гольцы поднялись на большую высоту значительно позже, чем другие звенья горного обрамления Байкальской впадины. Это установлено по сильному



Рис. 21. Схема характерной протяженности речных долин и береговых обрывов вокруг Байкала

1 — прямопротяженные речные долины; 2 — циркульные речные долины; 3 — прямопротяженные береговые обрывы; 4 — циркульные береговые обрывы; 5 — линии наибольших глубин Байкала; 6 — контуры Тункинской и Баргузинской впадин

развитию в этих гольцах следов постмаксимальных оледенений и отсутствию следов максимального оледенения.

Возникает и другой вопрос в связи с запозданием северного раздвижения Прибайкалья. Не запоздало ли возникновение Верхне-Ангарской котловины по сравнению с остальной, главной частью Байкальской впадины? К сожалению, в Верхне-Ангарской впадине до сих пор нет буровых скважин и неизвестно, существует ли в ней неогеновая толща наносов. Особенно важно узнать, есть ли в ней миоценовые озерные отложения.

В южной части Байкальской впадины признаки продольного (здесь — западного) раздвижения выражены сравнительно слабо. Асимметрия конечной Косогольской впадины, отвернутой от Байкальской дуги, проявляется не так резко, как в других местах Байкальской впадины. Но все же асимметричная форма свойственна и Косогольской впадине. Она указывает на западное раздвижение этой впадины, которое является продольным по отношению к соседней Тункинской долине и соседней оконечности Байкала. Интересно, какого возраста отложения находились под дном Косогола, когда началось западное раздвижение земной коры под ним. На дне Косогольской впадины пока известны молодые базальты.

С продольным раздвижением Прибайкалья связана ориентировка циркульных долин. На севере речные дуги обращены вогнутостями к северу и западу, а на юге — к югу и западу. Граница между разной ориентировкой проходит в меридиональном направлении через устье Турки, как и граница южных заострений горных глыб (рис. 21).

По-видимому, циркульные долины образуются по линиям сильной трещиноватости горных пород. Эрозия избирает их для углубления долин. При небольшом разрыве и отсутствии сброса дуга трещиноватости предопределяет циркульное протяжение долины с вогнутостью по направлению горизонтального раздвижения земной коры. Если же при раздвижении возникает крупный разрыв со сбросом, то вогнутая выемка тектонического обрыва смотрит туда же, что и сам сброс. Так ориентированы все циркульные выемки северо-западного берега Байкала. Здесь они обращены назад от направления поперечного раздвижения озерной впадины и вместе с тем вперед по направлению смещения сбрасываемых глыб.

Глава VII

ПРОДОЛЬНЫЕ СДВИГИ ПО КРАЮ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Очень существенной особенностью признаков продольного раздвижения Байкальской впадины следует считать несовпадение направлений горизонтальных смещений горных глыб на противоположных сторонах озера в его длинной средней части. Граница северного раздвижения пересекает озеро не по широте и вообще не поперек, а по меридиану, почти вдоль протяжения его средней и северной части. На западном берегу она проходит через устье Молокона у подножия горы Бургунду, а на восточном — через устье Турки. Полуостров Святой Нос, принадлежащий к области северного продольного раздвижения, остается с восточной стороны границы, не нарушая ее прямизны. От устья Турки граница северного раздвижения продолжается почти прямолинейно далее на юг по р. Кике, а затем по р. Итанге и выходит к Селенге. Еще дальше она идет в южном направлении вверх по течению этой реки к г. Улан-Удэ.

Граница северного раздвижения, которое можно назвать также правым раздвижением относительно фронта Байкальской впадины, разделяет крупные горные глыбы. На северо-западном берегу справа от границы расположены широкие глыбы северной части Байкальского хребта и Горемыкско-Тыйского плоскогорья, подверженные сильному правому раздвижению. Слева от границы находится узкая часть Байкальского хребта. В отличие от широкой северной части в ней очень слабо проявляются признаки продольного раздвижения. Кроме того, наряду с признаками северного направления горизонтальных смещений встречаются, как например у мыса Елохина, поперечные сбросы, обращенные к северу, что указывает на некоторое раздвижение берега в южном направлении.

Южную часть Байкальского хребта следует считать горной глыбой, подвергающейся фронтальному смещению и раздвижению в поперечном направлении к северо-западу и только слегка затронутой продольным раздвижением на север, к правому флангу впадины. Короче говоря, южная часть Байкальского хребта отстает от северной в продольном раздвижении байкальского фронта.

На юго-запад от устья Турки по берегу Байкала протягивается короткая Котокельская гряда, а далее находится широкий Морской хребет, в которых отсутствуют признаки значительных продольных смещений вообще. В этой части юго-восточного берега Байкала хорошо заметно поперечное раздвижение земной коры в северо-западном направлении. Глыбы Котокельской гряды и Морского хребта ограничены с востока Итангинско-Кикинской сквозной долиной, за которой расположены горы Улан-Бургасы с признаками северного раздвижения.

За Селенгой расположен хребет Хамар-Дабан, в котором проявляется юго-западное продольное раздвижение, т. е. противоположное от северного раздвижения Улан-Бургасинской глыбы, подходящей к правому берегу

Селенги. Эта река течет между двух больших горных глыб с противоположно направленным горизонтальным смещением. Очевидно, ее долинка между устьями рек Уды и Итанцы врезана по линии тектонического сдвига с левым смещением. Точно так же и к северу отсюда граница между глыбами с разными направлениями горизонтальных движений земной коры требует допущения горизонтального левобокowego сдвига. На длинном протяжении сдвиг проходит по дну Байкала и является продольным по отношению к расположению Байкальской впадины. Распознать его линию под водой трудно. К тому же вполне вероятно, что сдвиг разветвляется и дробится подобно вертикальным сбросам.

Только в одном месте линия продольного Байкальского сдвига намечается более точно. Это — Ушканый пролив. Здесь пространство между соседними тектоническими глыбами с признаками противоположного горизонтального смещения сильно сужено. Пролив имеет в ширину всего 8 км.

С юго-восточной стороны пролива возвышается полуостров Святой Нос. В отношении неотектоники он относится к большой Баргузинской глыбе, которая подвергается наиболее сильному продольному раздвижению в северном направлении. Кроме того, и сам по себе полуостров имеет ясные признаки горизонтального смещения в том же направлении. Его глыба заметно перекошена с запрокинутостью к северо-востоку. Юго-западная оконечность этой глыбы резко вздыблена по огромному сбросу. На Нижнем Изголовье древние плейстоценовые террасы подняты особенно высоко, а рядом глубина Байкала достигает 1300 м. Для развития этого сброса с запрокидыванием всего полуострова к северу требуется соответствующее раздвижение земной коры в северо-восточном направлении.

Признаками противоположного горизонтального смещения, направленного к юго-западу, отличается Ушканый порог. Он резко вздыблен вдоль своей осевой полосы к северо-востоку и обрывается на северо-восточной оконечности по крупным сбросам. К юго-западу порог полого снижается и в своей юго-западной оконечности постепенно сливается с прилегающим участком байкальского дна. На вздыбленной северо-восточной оконечности порога расположены Ушканьи острова, древние террасы которых, вырезанные прибоем, указывают на быстрое поднятие из воды в четвертичном периоде. Можно считать, что Ушканый порог подвергается продольному смещению на юго-запад, т. е. в противоположную сторону по сравнению с полуостровом Святой Нос. А это заставляет допустить горизонтальный неотектонический сдвиг между порогом и полуостровом. Вдоль сдвига образовался Ушканый тектонический желоб, который отличается большой глубиной. Сдвиг в этой части является строго продольным в отношении протяжения Байкала. Он служит границей между северо-западной фронтальной стороной и юго-восточной тыловой стороной Байкальской впадины. Здесь, кроме продольного сдвига, сильно сказывается и поперечное раздвижение байкальского дна. Ушканый желоб обусловлен тектоническим раздвигом.

Севернее Ушканьих островов Продольный Байкальский сдвиг, возможно, не только разветвляется, но частью даже рассивается в виде отдельных небольших сдвигов продольного направления. Вероятно, сдвиговая полоса протягивается к устью Молокона и мысу Котельниковскому. С продольным сдвигом можно связать очень сильную тектоническую раздробленность горного берега на этом мысе. Но допустимо существование и другой ветви сдвига, направленной к Баргузинскому берегу. На прямом продолжении Ушканьего пролива на Баргузинском берегу находится мыс Понгонье, образованный почти отколовшейся от горного склона горной глыбой. Перед мысом на дне Байкала промеривается высокий и крутой сбросовый обрыв, а сзади мыса находится Ириндинский защерб. Здесь, так же как и на Котельниковском мысу, горный берег мелко разбит на глыбы по сбросам.

Немного в стороне от предполагаемой продольной линии сдвига, у мыса Валукал на Баргузинском берегу, обнаруживаются следы короткого местного сдвига, протягивающегося в северо-западном направлении на расстоянии около 10 км совсем рядом с берегом, который в этой части отличается тем же направлением. По этому сдвигу подводная Таркуликская банка, состоящая из кристаллических пород, смещена к юго-востоку относительно Валуканского горного отрога, продолжением которого она служит. Горизонтальное смещение осевых линий банки и отрога равно $\frac{1}{4}$ км. Сбросы, ограничивающие банку и отрог с юго-восточной стороны, смещены в том же направлении и тоже на расстоянии 4 км.

Таркуликский сдвиг является тоже левым, как и главный продольный сдвиг, выявляемый вдоль Ушканьего пролива. Собственно говоря, смещается к северу Баргузинский берег в целом, а Таркуликская банка отстает от этого смещения.

Возможно, что с Таркуликским сдвигом связана своеобразная мелкая ячеистость прибрежного дна озера между мысом Валукал и устьем р. Таркулик. Ячеистость выражается мелкоуглубленными карманами, которые вдаются со стороны озера в прибрежное мелководье. Карманы столь своеобразны, что получили у байкальских рыбаков особое название «кошелей». Они разделены скалистыми повышениями дна, которые расположены в виде перегородок. Дно кошелей тоже скалисто. Длина кошелей равна нескольким десяткам метров, а в отдельных случаях превосходит сотню метров при вытянутости поперек берега. В ширину они имеют большей частью по несколько десятков метров. Глубина незначительна — несколько метров.

Таркуликский сдвиг сопровождается значительным сбросом, по которому подводная Таркуликская банка осела приблизительно на 200—250 м по сравнению с Валуканским отрогом. Но в настоящее время не только отрог, но и берег с соседней полосой озерного дна подвергается поднятию, о котором можно судить по наличию очень молодой террасы и низких каменистых островков, недавно выступивших над уровнем прибоя возле берега. В связи с быстрым поднятием берега сильно расширена и полоса карги. Она тоже перестает размываться прибоем и покрыта растительностью из травы и кустов. Местами на ней растут даже молодые лиственницы (в 1956 г.). На широкой карге местами видны выступившие из воды окончания кошелей в виде мелких углублений. Карга состоит преимущественно из крупного булыжника и мелких валунов.

Расположение кошелей и перегородок между ними, несколько вытянутых поперек берега, соответствует простиранию роговообманкового гнейса, который, перемежаясь гранитом, слагает побережье. Залегание гнейса крутое. Можно считать, что образование кошелей вызвано избирательной способностью абразии. Вполне естественно, что прибоем наиболее сильно выточил абразионную платформу в тех местах, где она сложена наименее устойчивыми породами. Гнейсы легче поддаются разрушению, чем граниты. Кроме того, и среди гнейсов могут быть более и менее крепкие разности.

Однако в других местах Байкала при подобном сложении береговой линии кошелей все же не образовалось. Поэтому можно предположить, что ослабленные участки абразионной платформы обусловлены не столько особенностями горных пород самих по себе, сколько развитием трещин под влиянием горизонтального сдвига. По сдвигу возникает некоторое трение, которое может привести к образованию многочисленных вертикальных трещин, особенно в смещающейся глыбе. Такие трещины должны быть направлены в общем в сторону от сдвига, поперек от направления смещения.

Нечто подобное кошелю мне пришлось наблюдать на дне Баргузинского залива близ южного берега напротив окончания Катковской горной

гряды. Здесь среди широкой мелководной полосы озерного дна выступают подводные скалы, разделяющие более углубленные участки дна. Мелкие неровности озерного дна расположены тоже на продолжении простирающихся горных пород, залегающих на берегу. В то же самое время эти неровности находятся близ полосы Поперечного байкальского сдвига.

Продольный байкальский сдвиг продолжается и на юго-запад через среднюю котловину Байкала. О его существовании на дне озера в этой части можно судить по несоответствию в направлениях раздвижения земной коры на противоположных сторонах озера. В отличие от сосредоточенности сдвига в Ушканьем желобе, при прохождении через Поперечный пояс разломов продольный сдвиг, по-видимому, разветвляется в средней котловине Байкала, подобно его разветвлению в северной. Главная ветвь в средней котловине направляется к юго-восточному берегу и обходит далее с тыла Котокельскую гряду и Морской хребет в направлении к Селенге. Здесь сдвиг разделяет участки разнонаправленного раздвижения земной коры.

Далее на юг сдвиг прослеживается вдоль меридионального течения Селенги в пределы Монголии. Признаки сдвига здесь заключаются в противоположной обращенности сбросов по сторонам от тектонического меридионального разлома, отмеченного В. А. Обручевым (1914) в результате исследований Селенгинской Даурии. С восточной стороны разлома сбросовые обрывы горных хребтов широтного и северо-восточного простираются обращены к югу и юго-востоку, что следует поставить в связь с северным и северо-западным раздвижением. С запада от меридионального разлома сбросовые обрывы обращены к востоку и северу, свидетельствуя о западном и южном раздвижении.

Кроме того, полосы залегания мезозойских и позднейших осадков в Иволгинско-Удинской впадине смещены по линии, проходящей вдоль течения Селенги. На правом берегу реки они сдвинуты к северу по сравнению с их продолжениями на левом берегу. Размах горизонтального смещения равен приблизительно 4 км.

Участки продольного сдвига в северной и средней котловинах Байкала вместе с Селенгинским участком составляют общую полосу очень длинного Байкало-Селенгинского сдвига левого направления. Его протяженность превышает 400 км (Ламакин, 1963в).

В прохождении сдвига вдоль Байкальской впадины замечается его приуроченность к юго-восточной стороне впадины, которая образована в основном тектоническим изгибом, а не сбросом. От противоположного берега Байкала, образованного Обручевским сбросом, продольный сдвиг удален на большое расстояние.

В южной части Байкала также заметен продольный сдвиг возле самого берега озера; этот сдвиг правосторонний. Сдвиг выявляется по смещениям подводных оконечностей всех горных отрогов Хамар-Дабана относительно оснований этих же отрогов, находящихся на суше. Берег оборвал оконечности отрогов, которые опустились на дно озера. Все оконечности отрогов оказались при этом смещенными вправо — к востоку — на значительные расстояния. Сдвиг проходит под водой вдоль подножия Хамар-Дабана у самого берега, что отчетливо видно по смещениям вообще донного рельефа относительно берегового. Многие признаки продольного сдвига на Хамар-Дабанском берегу Байкала указывают на значительный размах горизонтального смещения. Размах увеличивается до 10 км в западном направлении от Селенги к оконечности Байкала — Култук.

Большой размах сдвига и его нарастание к западу соответствуют тому, что южная часть Байкала ограничена по сторонам горными глыбами с разным характером продольных смещений. На севере и западе возвышаются Олхинская глыба и Приморский хребет, а с юга — Хамар-Дабан. По-видимому, сильнее всего раздвигается к западу Хамар-Дабан. По Селенге

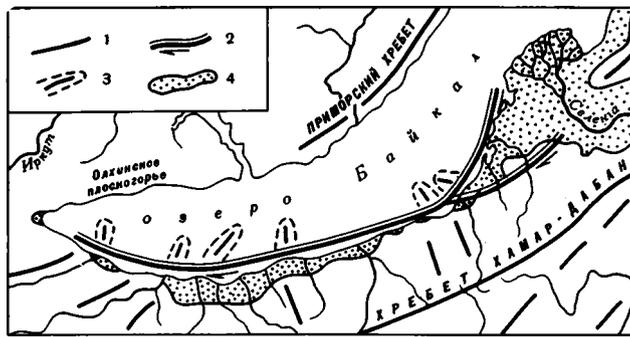


Рис. 22. Южно-Байкальский сдвиг

1 — горные хребты и их отроги; 2 — сдвиги; 3 — подводные выступы горного склона; 4 — третичные и четвертичные отложения

он отрывается от Улан-Бургасинской глыбы, которая раздвигается в противоположном направлении.

Селенга впадает в Байкал по тектоническому раздвигу. Отсюда начинается нарастание продольных береговых сдвигов в обе стороны. Естественно, что близ Селенги размах сдвига еще невелик. Но далее он увеличивается по мере накопления горизонтальных смещений отдельных тектонических глыб, перекошенных по поперечным разрывам берега.

Кроме того, с усилением сдвига в западном направлении может быть связано увеличение вертикальных составляющих неотектоники в юго-западном окончании озера. Здесь над большими глубинами Байкала, превосходящими 1300 м, возвышается Хамар-Дабан с высотами до 2000 м над уровнем озера. Гипсометрическая разница в рельефе превышает 3000 м. Если же принять во внимание толщину наноса на дне озера, то вертикальное смещение земной коры на южной стороне Байкала окажется намного больше этой величины.

Благоприятным условием для большого развития сдвига служит, вероятно, и резкий поворот в протяжении горного склона Хамар-Дабана к берегу Байкала в районе устья р. Мурин. Справа от устья этой реки берег Байкала и Хамар-Дабан простираются в восток-северо-восточном направлении, а слева — в запад-северо-западном направлении. Тектонический перелом в протяжении горной глыбы может повлиять на усиление размаха горизонтальных смещений.

Сдвиг, проходящий по южному берегу Байкала, является правым. Вдоль него Хамар-Дабан подвергается раздвижению к западу, а осевая полоса байкальского дна отстает от смещения в этом направлении. Сдвиг у подножия Хамар-Дабана можно выделить под названием Южно-Байкальского (рис. 22).

Южно-Байкальский сдвиг вполне отчетливо показывает приуроченность его к изгибовому борту Байкальской впадины. И Северо-Байкальский продольный сдвиг тоже тяготеет к восточной стороне Байкала. Такое расположение продольных сдвигов хорошо объясняет приуроченность большинства эпицентров сильных байкальских землетрясений к юго-восточному берегу озера.

Эпицентры землетрясений силой свыше 5 баллов, как известно (Ламакин, 1960в), располагаются большей частью по юго-восточному берегу Байкала при пересечении его поперечными разломами.

До сих пор оставалось непонятным, почему очаги сильных землетрясений чаще возникают не в полосе мощного Обручевского сброса вдоль обрывистого северо-западного берега Байкала, а в полосе изгибового ты-

лового борта впадины этого озера, где неотектоника отличается более плавным характером. Оказывается, очаги большинства байкальских сильных землетрясений связаны со сдвигом. В частности, сгущение эпицентров в районе устья Селенги обусловлено, по-видимому, большим поперечным разломом тылового борта впадины по Селенге, который имеет характер раздвига.

Как уже отмечалось, Южно-Байкальский сдвиг сопровождается вертикальными сбросовыми смещениями в изгибовом склоне Хамар-Дабана. Их амплитуды превышают 1000 м, тогда как общий размах вертикального смещения между Хамар-Дабаном и плоскоглубием в южной части Байкала превышает 3000 м. В основном оно обусловлено изгибовой тектоникой тылового борта впадины. Но 1000 м из амплитуды вертикального смещения относится только к Южно-Байкальскому сбросу, который сопровождается сдвигом и, вероятно, является его следствием. Поэтому Южно-Байкальский сдвиг может объяснить большую крутизну горного склона Хамар-Дабана над Байкалом. Она зависит от расположения сдвига и связанного с ним сброса у самого берега озера (рис. 23).

В северном Байкале сдвиг не так близко проходит от восточного берега, и горный склон Баргузинского хребта, созданный тектоническим изгибом, отличается меньшей крутизной. Сбросы в нем имеют еще меньшее значение, чем в строении склона Хамар-Дабана.

Наконец, из нарастания Южно-Байкальского сдвига в западном направлении следует, что на участке берега между устьями рек Мурин и Переёмная величина горизонтального раздвижения земной коры равна 3 км. Эта величина получена вычитанием размаха сдвига у пос. Танхой из размаха возле р. Мурина. Продольное раздвижение берега в 3 км приходится на его участок длиной в 40 км. Восточнее Танхой до района Ключевка-Мысовая раздвижение равно 2 км. Оно происходит на участке берега длиной в 60 км.

С особенно сильным раздвижением берега восточнее устья р. Мурина, очевидно, связано развитие большого поперечного сброса по левому берегу этой реки. По поперечному сбросу здесь сильно опущен более восточный участок берега, а это опускание обуславливает сильное расширение Танхойской прибрежной равнины именно в ее западном конце, между реками Мурина и Снежная. К востоку равнина сужается. Над расширенным концом равнины горный склон отступает далеко от современного берега озера, но у р. Мурина под прямым углом поворачивает к северу и упирается в самый берег. Здесь прибрежная равнина загорожена с запада Муринским горным отрогом.

Муринский сброс, обращенный к востоку, ограничивает полосу неогеновых отложений, которые отсюда опускаются вдоль берега Байкала.

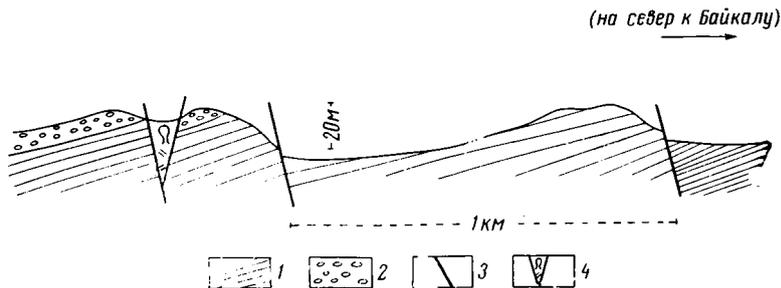


Рис. 23. Сбросы в четвертичных отложениях на левом берегу р. Выдриной в 2 и 3 км от берега Байкала

1 — озерные байкальские отложения (слоистые супесь, песок, галечник и внизу валунник); 2 — морена первого постмаксимального оледенения; 3 — сбросы; 4 — разорванные и смятые байкальские отложения и морена

В $6\frac{1}{2}$ км восточнее р. Мурин на р. Паньковке плиоценовые отложения склоняются к востоку под углом $8-10^\circ$. Падение их направлено по азимуту 70° , он составляет небольшой угол с широтным простиранием берега в этом месте (Пальшин, 1955).

Уровень четвертой байкальской террасы плейстоценового возраста тоже снижается от р. Мурин в восточном направлении вдоль берега Байкала. Однако деформация террасы гораздо положе, чем падение плиоценовых отложений на р. Паньковке. Следовательно, поперечный изгиб берега между Муринским отрогом и Танхойской равниной развивается в течение длительного времени. Вместе с ним развивается и Муринский сброс, возникший на крутом перегибе между поднятием отрога и опусканием равнины. Здесь мы встречаемся с обычным соотношением изгибовых и разрывных дислокаций в Прибайкалье — изгиб по мере увеличения крутизны переходит в сброс.

Разница между вершиной Муринского отрога (высота 1100 м над Байкалом) и погребенной поверхностью кристаллических пород справа от устья р. Мурин (залегают ниже уровня Байкала) превосходит 1150 м. Такова амплитуда Муринского сброса. Поэтому нет ничего удивительного, что продольное раздвижение берега рядом со сбросом достигает большой величины.

Интересно, что Южно-Байкальский сдвиг проходит рядом с берегом, отсекая подводные банки на дне озера. Над сбросом, который сопровождает сдвиг, неогеновые отложения залегают моноклинално с крутым падением к Байкалу, что известно еще со времен исследований Черского (1878а, 1886). И продольный сброс возник, следовательно, по перегибу горного склона к большим глубинам Байкала. Он является следствием крутого изгибания земной коры.

Как сбросы являются производными от изгибов земной коры, так и сдвиги возникают в результате резких изменений в горизонтальных смещениях земной коры — по границе между разными направлениями ее движений или при изменениях их размаха. Нельзя упускать из вида плавных горизонтальных перемещений земной коры без разрывов. К сожалению, пока неизвестны признаки таких перемещений. О них можно только догадываться. Так, например, отодвигание к северо-западу сибирской платформы, которое мы должны допустить, исходя из одностороннего раздвижения Байкальской впадины в этом направлении, осуществляется, вероятно, достаточно плавно.

Глава VIII

ЮЖНО-БАЙКАЛЬСКИЙ СДВИГ

Продольное раздвижение заднего борта Байкальской впадины в противоположных направлениях вызывает продольные береговые сдвиги, расходящиеся от Селенгинской дельты в обе стороны. С удалением от Селенги продольные сдвиги отклоняются от заднего борта впадины, и затем пересекают ее фронтальный борт. Далее они очерчивают по краевым разломам обе стороны юго-восточного выступа Сибирской платформы. По молодым сдвигам оба крыла складчатой обоймы смещаются относительно платформы в Восточных Саянах к северо-западу, а в Северо-Байкальском нагорье — к северу.

На юге Байкала продольный сдвиг проходит под водой рядом с берегом у подножия Хамар-Дабана. Южно-Байкальский сдвиг отчетливо выявляется по резким смещениям подводных выступов горного склона относительно их береговых оснований. Этот сдвиг является право-боковым. Он обеспечивает поперечное тектоническое раздробление северного склона Хамар-Дабана. Сдвиг, который происходит в неогене и четвертичном периоде, разрывает почти вдоль шарнира тектонический изгиб заднего борта Байкальской впадины. Сопровождающий сброс придает местами обрывность побережью. Длина Южно-Байкальского сдвига 200 км (см. рис. 22).

Наиболее возвышенная осевая полоса Хамар-Дабана протягивается в 30—40 км от южного берега Байкала. На западе над верховьем р. Мурин (Хара-Мурин) гора Хан-Ула поднимается на высоту 1920 м над Байкалом. В средней части протяжения хребта над верховьями р. Переёмной высота горы Сохор равна 1868 м, а на востоке, над верховьем Большой речки, гора Борисан возвышается всего на 1112 м над Байкалом.

Довольно широкий горный склон Хамар-Дабана, опускающийся к озеру, рассечен поперек большим числом глубоких речных долин. Они созданы не только реками, но и под влиянием тектонических движений, которые определяли их расположение.

Древние байкальские террасы четвертичного возраста там, где они образовались, подняты над берегом слабее близ речных устьев и сильнее между ними. Это свидетельствует, что водораздельные горные отроги, проходящие поперек горного склона к берегу, образованы в основном тектоническими поднятиями, которые расчленены сопутствующей речной эрозией. И речные долины соответственно врезаны по линиям поперечных тектонических опусканий.

Направления главных рек, стекающих с Хамар-Дабана, определяются тектоническими ложбинами, которые пересекают горный склон. В полосе горного берега поперечные отроги сложены теми же кристаллическими породами, что и хребет, но древние уровни Байкала значительно снижаются между отрогами. Очень отчетливо проявляется тектониче-

ское происхождение, например, Муринского горного отрога (Ламакин, 1958).

Горные отроги, снизившись к берегу по склону Хамар-Дабана, продолжают далее по дну озера к широкому плоскоглубию Южной котловины Байкала. Здесь они покрыты сверху третичными и четвертичными отложениями озера, но остовы их, вероятно, везде состоят из кристаллических пород. Замечательно, что все отроги в тех своих частях, которые расположены на суше, сдвинуты к юго-западу относительно их окончаний, находящихся на дне озера. Линия смещений проходит под водой рядом с берегом. Размах смещений последовательно убывает к северо-востоку. Близ юго-западной оконечности Байкала он равен 10 км, а на северо-востоке, близ Селенгинской дельты он уменьшается до 1 км. Горизонтальные смещения вызывают поперечные разрывы, которые сопровождаются сбросами. Следует признать, что горизонтальные срывы отрогов вызваны Южно-Байкальским тектоническим сдвигом.

Признаки Южно-Байкальского сдвига обнаруживаются, начиная с Слюдянки и соседнего устья р. Утулик. Над его левым берегом протягивается в широтном направлении Утуликский хребет, который в более западной своей части служит водоразделом между Утуликом и Иркутом. Хребет является продолжением Ургудеевских гольцов, возвышающихся в Западном Хамар-Дабане над Тункинской долиной. Широкая оконечность Утуликского хребта над берегом Байкала рассечена вдоль протяжения речкой Мангут на два параллельных отрога. Из них более северный — Буровщинский отрог — у пос. Буровщина возвышается на 1128 м над уровнем Байкала. Собственно Утуликский отрог образует оконечность хребта непосредственно с левой стороны устья р. Утулик.

На дне Байкала против устья Утулика подводный склон озерной впадины вдаётся широким мысообразным выступом в полосу больших глубин. Выступ прослежен глубоководными промерами на 12 км от берега до глубины 1200 м. Для выступа характерно, что он смещен в горизонтальном отношении на 10 км относительно хребта на берегу, хотя и является его оконечностью.

Далее на восток береговой горный склон пересекается долиной р. Солзан. На подводном склоне в 10 км восточнее устья Солзана расположена глубокая выемка. Ее можно рассматривать как сдвинутое продолжение тектонического понижения на берегу, в которое врезалась эта река. Размах горизонтального смещения и здесь равен 10 км.

Большая Муринская банка, составляющая подводную оконечность Муринского горного отрога Хамар-Дабана, хорошо прослежена промерами на расстоянии 15 км по дну озера в северо-восточном направлении от берега. При этом банка находится справа от устья р. Мурия, тогда как горный отрог протягивается в том же северо-восточном направлении, но над левым берегом Мурина. Банка смещена к востоку относительно отрога приблизительно на 10 км. Вместе с тем она сброшена по вертикали более чем на 1 км относительно вершин берегового отрога.

Рядом с Муринской банкой на восток расположен Лангатуйский выступ подводного склона, направленный к северо-востоку. Он служит продолжением горной гряды, разделяющей р. Мурия и ее правый приток р. Лангатуй. Но подводное поднятие сдвинуто к востоку относительно береговой горной гряды тоже на 10 км. Между Муринской и Лангатуйской банками находится глубокий желоб, протягивающийся вниз по подводному склону. Желоб является продолжением тектонической долины р. Мурия. И долина, и желоб возникли вдоль сбросов, простирающихся вкось к протяжению берега. Но желоб смещен на 10 км к востоку.

Западнее Танхой подводный склон у берега образует широкий выступ, который является сброшенным в Байкал продолжением поднятия горного склона на берегу между реками Переёмной и Кедровкой. Танхойский

подводный выступ смещен на восток от берегового поднятия на расстояние 7 км.

Далее по протяжению берега к северо-востоку большая подводная банка находится против устья речки Мысовой. Ширина банки параллельно берегу равна 10 км. Ее подножие с внешней стороны удалено от берега на 10 км. Мысовская банка служит подводным окончанием берегового выступа горного склона между устьями Ключевки и Мысовой, но сдвинута от него к востоку на 5 км. Подвольное продолжение тектонической долины Мысовой, которое опускается в виде большого желоба по дну Байкала до глубины 800 м, также сдвинуто к востоку на 5 км относительно долины р. Мысовой. По другую сторону желоба напротив устья р. Мантурихи на дне Байкала расположена Мантуринская банка. И она смещена на 5 км к северо-востоку от берегового горного отрога, который служит ее началом. Отрог протягивается над левым берегом р. Мантурихи.

Современные проявления Южно-Байкальского сдвига в виде горизонтальных смещений затопленных отрезков речных долин обнаруживаются близ Танхоя (рис. 24). Здесь, судя по данным Ф. К. Дриженко (1908), концы речных русел и долин, оказавшиеся на дне озера, отстали до 3 км от смещенных к западу участков тех же долин, сохранившихся на суше. Размах молодых смещений тоже увеличивается в западном направлении. Сдвигание берега заметно в устьях рек Выдриной, Переёмной, Калтусной, Половинки, Малиновки, Осиновки, Ушаковки, Язовки. Далее на северо-восток, где берег находится в состоянии поднятия, на сброшенном дне озера восточная смещенность затопленных окончаний долин обнаруживается в устьях рек Мишихи, Болванихи и Калтусной (местная). И в этом месте смещенность свидетельствует, что береговой сдвиг продолжает действовать и теперь.

В отличие от окончаний долин, врезанных в берег, речные выносы на том же участке побережья относятся большей частью к западу под действием преобладающих волнений и течений. Они образуют небольшие подводные дельты на дне Байкала слева от рек, впадающих в озеро (Ламакин, 1958).

К Южно-Байкальскому сдвигу приурочен эпицентр 7-балльного землетрясения, случившегося в 1902 г. на южном берегу Байкала в районе рек Снежной и Муриц.

Для изучения горизонтальных блоковых смещений по Южно-Байкальскому сдвигу интересны некоторые результаты аэрофотосъемки подводного рельефа, произведенной 10 лет назад в прибрежной полосе озера, а также промеры глубин у южного берега с применением водолазных работ. Эти исследования, дополняющие старые данные Гидрографической экспедиции Ф. К. Дриженко о байкальском дне, описаны в работах В. С. Воропинова (1961) и Н. П. Ладохина (1957а, б, 1958).

Аэросъемка подводного рельефа благодаря исключительной прозрачности байкальской воды удачно осуществлена в пределах абразионной платформы до глубины 20 м, а местами и больше. Абразионная платформа довольно узка западнее р. Муриц, где не превосходит 100—300 м в ширину. Но восточнее, отсюда, где побережье состоит из третичных отложений, податливых размыву, она расширяется до 3,5—4 км и превращается на своей внешней стороне в аккумулятивную подводную ступень.

Маркирующие пласты угля и углистого сланца в третичной толще, которая при моноклинальном залегании срезана абразией, четко вырисовываются в некоторых местах на аэроснимках под водой даже в значительном удалении от берега. Это позволило В. С. Воропинову (1961) составить структурные чертежи подводной полосы вдоль побережья до глубины 25—30 м между устьями Переёмной и Большой Язовки. Ширина полосы местами доходит до 1350 м. Кроме того, только на этом про-

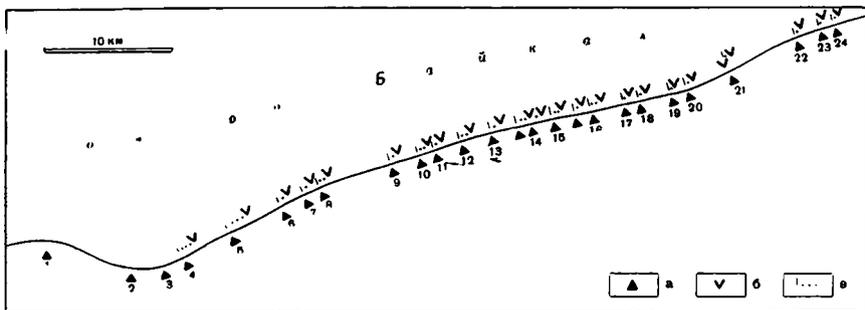


Рис. 24. Смещения подводных долин относительно рек на южном берегу Байкала
 а — выходы к берегу речных долин, б — затопленные концы речных долин, в — размах смещений

Цифрами обозначены долины рек: 1 — Снежная, 2 — Осиновка, 3 — Большой Мамай, 4 — Малый Мамай, 5 — Выдрина, 6 — Осиновка, 7 — Куркавка, 8 — Аносовка, 9 — Дулиха, 10 — Шестопалиха, 11 — Осиновка, 12 — Куркавка, 13 — Перемная, 14 — Неприличная, 15 — Калтусная, 16 — Куркавка, 17 — Половинка, 18 — Малиновка, 19 — Осиновка, 20 — Ушаковка, 21 — Язовка, 22 — Мишиха, 23 — Болваниха, 24 — Калтусная

тяжении было подробно описано семь подводных долин из числа 11, которые известны по старым батиметрическим данным атласа Ф. К. Дриженко (1908).

В. С. Воропинов и Н. П. Ладохин тоже отмечают разлом, сопровождающий под водой южный берег Байкала, следуя в этом отношении за существующими геологическими картами. Однако и тот и другой автор подобно своим предшественникам обратили внимание на вертикальные смещения в виде сбросов и не заметили горизонтальных сдвигов по описываемому разлому. В. С. Воропинов определил этот разлом как «грандиозный сброс» и выделил его из других разломов в Прибайкалье под собственным именем, назвав его «сбросом Черского».

По сообщению В. С. Воропинова (1961), Южно-Байкальский разлом протягивается по дну Байкала вдоль берега на небольшом расстоянии от него. Здесь он «выражен резким подводным уступом», который срезает пласты третичных пород. Подводный обрыв местами необыкновенно крут. Промеры Гидрографической экспедиции Ф. К. Дриженко показывают, что против Ключевки его крутизна превышает 42° , а против Мысовой — 46° . Наибольший же наклон определен западнее р. Мурин, где дно озера сложено кристаллическими породами. Амплитуда вертикального смещения по разлому, как ее определяет Н. П. Ладохин (1957а, б), достигает 1500 м. В. С. Воропинов, ссылаясь на сведения, полученные от Г. Б. Пальшина, отмечает, что в районе рек Аносовки и Осиновки-Кедровой на дне Байкала на глубине 14–16 м сбросовый уступ обрывает толщу древнетретичных отложений, что свидетельствует о недавней тектонической подвижке по Южно-Байкальскому разлому.

В статьях В. С. Воропинова и Н. П. Ладохина подробно описаны их исследования подводных долин, спускающихся от берега в глубину Байкала. При этом оба автора высказываются за тектоническое происхождение подводных долин. Но они почему-то категорически противопоставляют свое мнение общепринятому взгляду, которого придерживаюсь и я (Ламакин, 1958), о том, что подводные долины являются продолжениями речных долин и падей, существующих на берегу и в соседних горах. Названные авторы считают, что подводные участки долин образованы сбросами, ориентированными поперек протяжения берега. Как дополнительные факторы образования подводных долин оба автора указывают

размывание дна озера течениями воды, а также подводные оползни. Приходится отметить удивительное старание авторов противопоставить в данном случае мнения о тектоническом и эрозионном происхождении долин. Однако известно, что большинство речек, стекающих в Байкал с окрестных гор, размыли долины по поперечным сбросам. Многие речные долины в прибрежных горах являются тектоническими защербами (Ламакин, 1961б). Высказываясь о подводных долинах, В. С. Воропинов даже противоречит самому себе, признавая, что на аэроснимках через прозрачную байкальскую воду ясно заметны на абразионной террасе «подводные продолжения долин рек Калтусной, Куркавки, Половинки, Малиновки, Ушакówki и Большой Язовки, затопленные вследствие недавнего опускания берега».

В. С. Воропинов и Н. П. Ладохин убеждены, что мнение о подводных долинах, как о затопленных нижних концах прибайкальских речных долин, будто бы опровергается тем, что расположение подводных отрезков долин во многих случаях не совпадает с протяжением долин, оставшихся на берегу. Кроме того, они отмечают, что некоторые из самых крупных подводных долин являются продолжениями ничтожных по размерам береговых падей. Обе указанные особенности подводных долин правильно подмечены В. С. Воропиновым и Н. П. Ладохиным. Но они никак не могут служить доказательствами различного происхождения подводных и береговых долин. Несоответствия в расположении отрезков долин на дне Байкала и на берегу полностью объясняются тем, что они смещены относительно друг друга по Южно-Байкальскому горизонтальному сдвигу.

Больше того, горизонтальные смещения отрезков речных долин с разрывами их протяженности служат убедительным доказательством тектонического сдвига, который развивается в виде серии горизонтальных блоковых подвижек в прибрежной полосе озерного дна. В зависимости от расстояния между сдвиговой полосой и современной береговой линией подводные долины могут оказаться целиком смещенными относительно береговых или бывают разорваны на участки под уровнем Байкала. Второй случай наблюдается в устье Переёмной.

Река Переёмная впадает в большую глубокую губу, которая представляет затопленный конец речной долины. На расстоянии не более 1 км от современного устья реки подводная ложбина губы срезается тектоническим сдвигом, а ниже ее продолжение осталось позади, на востоке, напротив незначительного ручья Калтусного (рис. 25). Замечательно, что большая подводная долина против этого ручья точно соответствует по размерам подводной ложбине Переёмнинской губы. Это хорошо видно на карте берега из Атласа Ф. К. Дриженко. Но долина Переёмной сдвинута на 3 км к западу от своего калтусного окончания. В свою очередь широкая Калтусная падь сдвинута от широкой подводной долины против речки Куркавочной и тоже на 3 км к западу. А речка Куркавочная сдвинута на 3 км относительно подводной долины против речки Половинки. Следующая по берегу речка Малиновка сдвинута на 3 км от подводной долины близ устья речки Осинówki. Срывы этих долин, судя по атласу Дриженко, происходят почти у самого берега, так что сами по себе затопленные участки долин остаются неразорванными.

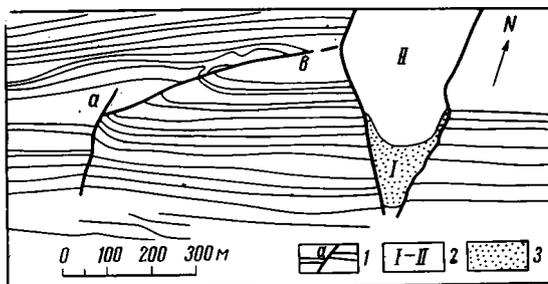
Далее к востоку размах сдвига, проходящего непосредственно вдоль берега, уменьшается. Напротив устьев речек Большой и Малой Язовки можно видеть в атласе Ф. К. Дриженко две соответствующие затопленные долины, но речки Язовки смещены от них к западу на расстояние менее 1 км каждая. Судя по аэроснимкам мелководной прибрежной полосы между устьями Мишихи и Ключевки, т. е. далее на восток, горизонтальные смещения между берегом и подводным рельефом не превосходят 300—500 м.

В. С. Воропинов и Н. П. Ладохин обратили внимание на крутые склоны подводных долин от берега в направлении к большим глубинам озера, которые значительно превышают наклоны сухопутных долин. По их мнению, это будто бы также противоречит участию речной эрозии в образовании подводных долин. Однако, если принять в соображение, что юго-восточный борт Байкальской впадины создан в основе тектоническим перегибом земной коры, то и этот довод В. С. Воропинова и Н. П. Ладохина оказывается несомнительным.

Следует заметить, что падение подводных долин соответствует крутизне подводного склона, который образован или самим тектоническим моноклинальным изгибом или местами осложняющим его сбросовым обрывом. Изгибовый склон внизу под водой круче, чем на суше. От этого

Рис. 25. Сдвиг в третичных отложениях и вершина подводной долины на дне Байкала против устья р. Калгусной. Подводное обнажение в плане по данным аэросъемки (из работы В. С. Воропинова)

1 — разрывные смещения (а, е);
2 — площадки (I—II) на дне подводной долины, служащей продолжением горной долины р. Переймной; 3 — наносы

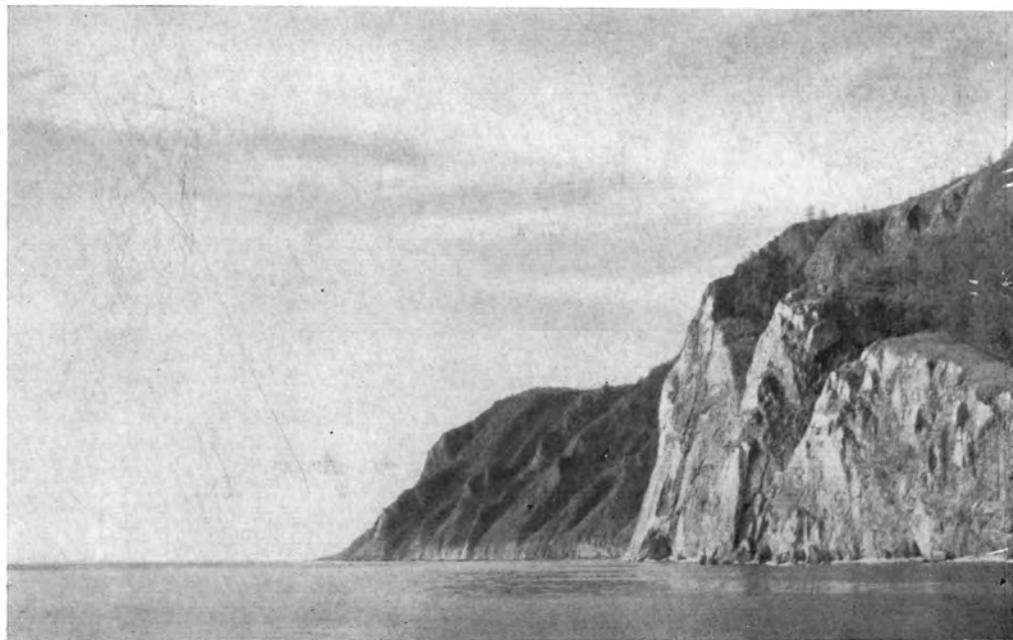


юго-восточный борт Байкальской впадины и переломлен вдоль своего протяжения. Сдвиг со сбросом происходит вдоль перелома. Кроме того, после затопления озером нижней полосы горного склона она перестала подвергаться речной эрозии, но продолжала все больше и больше перегибаться. Бывшие речные долины тоже принимали более крутые уклоны при отсутствии эрозии. Поэтому легко понять, что нижняя подводная полоса горного склона Хамар-Дабана должна быть намного круче сухопутной верхней его части.

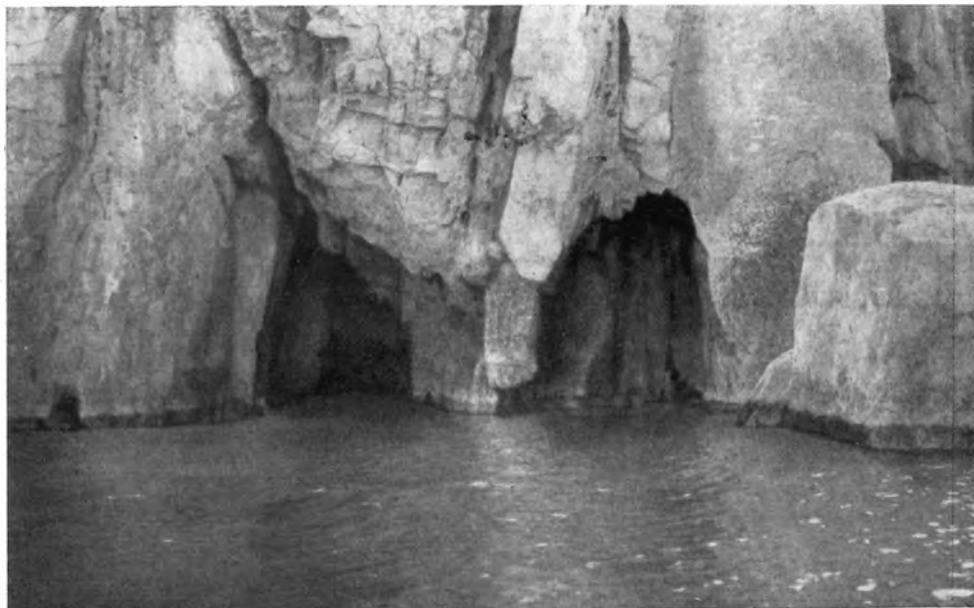
Существенным недостатком в статьях В. С. Воропинова и Н. П. Ладохина надо признать то, что они не отличают от сравнительно узких затопленных речных долин, в образовании которых когда-то участвовала речная эрозия, гораздо более широких и длинных тектонических желобов, разделяющих подводные оконечности горных отрогов Хамар-Дабана. Желоба спускаются гораздо дальше и глубже от берега. Они имеют более древний возраст, чем речные долины на хамар-дабанском склоне, и могут показывать размах сдвига за более длительный срок.

Для выявления Южно-Байкальского сдвига весьма важны чертежи в статье В. С. Воропинова, на которых показаны, кроме подводных долин, также «разрывные смещения» в пластах третичных пород, слагающих мелководную полосу на дне Байкала. Смещения с большой точностью зарегистрированы аэроснимками озерного дна. К сожалению, В. С. Воропинов и Н. П. Ладохин поняли смещения только как сбросы, а сдвиговые составляющие ускользнули от их внимания, хотя они вполне четко обозначились на чертежах.

В статье В. С. Воропинова на рис. 2 отчетливо виден правосторонний сдвиг на протяжении около 700 м. Он обозначен как разрывное смещение под буквой «в». Размах сдвига равен приблизительно 100 м. Он простирается с востока-северо-востока на запад-юго-запад, где обрезан сбросом меридионального простирания, т. е. поперечным сбросом относительно протяжения берега. Сброс обозначен как разрывное смещение под буквой «а». Воропинов не различает по происхождению сброса и сдвига, определяя



XV. Сбросовый берег на восточной стороне Ольхона южнее губы Узур



XVI. Волноприбойные гrotты, затопленные вследствие опускания берега Ольхона на северной стороне мыса Хобой



XVII. Байкальский хребет севернее мыса Заворотного (к северу от Засечной губы)



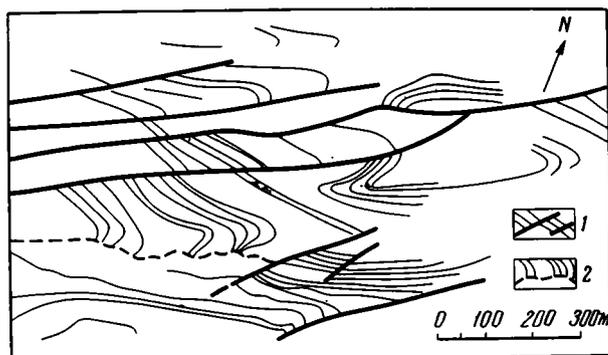
XVIII. Баргузинский хребет над губой Аяя. Среди гор спускается в губу древний ледниковый трог, разработанный по тектоническому поперечному разлому побережья Байкала

тот и другой в качестве разрывных смещений. Интересен на этом же чертеже перелом в протяжении подводной долины к западу там, где к ней подходит линия сдвига.

На следующем чертеже (рис. 3), который приведен в статье В. С. Воропинова, показана серия из семи параллельных горизонтальных смещений по разрывам пластов угля и углистого сланца в третичной толще, обнаруженная по аэроснимку на дне Байкала между устьями Куркавки и Половинки (этот же чертеж помещен и в статье Н. П. Ладохина, 19576). И здесь смещения являются горизонтальными сдвигами того же правого знака и

Рис. 26. Сдвиги в третичных отложениях на дне Байкала восточнее р. Переймой между устьями рек Куркавочной и Половинки. Горизонтальное обнажение срезает слоистую толщу, моноклинально падающую на север. План по данным аэрофотосъемки (из работы В. С. Воропинова)

1 — сдвиговые смещения в третичных отложениях с маркирующими пластами угля и углистых сланцев; 2 — структурное несогласие, обусловленное подводным оползнем



того же запад-юго-западного простирания. Размахи смещений по отдельным сдвигам достигают 300—500 м. Ширина сдвиговой полосы равна приблизительно 700 м. Общий размах горизонтального смещения по всей серии сдвигов в целом составляет 1,5—2 км. Чертеж сдвиговых смещений между Куркавкой и Половинкой настолько показателен, что и я нахожу полезным дополнить им свое описание (рис. 26).

Далее В. С. Воропинов на рис. 4 в своей работе изображает крупный подводный «оползень» в 1 км северо-восточнее р. Калтусной, также обнаруженный по данным аэрофотосъемки. Однако на этом чертеже видно, что смещение «оползшей» части подводного склона направлено не вниз по его падению на север, а перпендикулярно к этому направлению, т. е. по простиранию склона на запад. «Оползшая» часть склона находится на одной высоте с оставшеюся его частью. Кроме того, у этого «оползня» на чертеже незаметно дистальной границы. Следовательно, здесь нет настоящего оползня, а есть горизонтально сдвинутая западная часть склона. Она смещена к западу относительно восточной с отрывом, ширина которого, судя по чертежу, равна 150 м.

Абразионные срезы под уровнем Байкала у южного его берега являются во многих местах горизонтальными обнажениями третичной толщи, которая моноклинально склоняется к северу в сторону осевой полосы Байкальской впадины. В обнажениях, расположенных в горизонтальной плоскости, можно отчетливо видеть горизонтальные тектонические сдвиги, тогда как сбросы лучше заметны в вертикальных разрезах. Подводная абразионная платформа, расчищенная волнами от современного наноса, дает возможность воочию убедиться в существовании здесь крупных горизонтальных смещений тектонических блоков, на которые разбита третичная толща. Все смещения в горных породах у южного берега имеют правый знак согласно с горизонтальными смещениями в поверхностном рельефе.

Абразионные платформы крупных озер и морей, по-видимому, вообще могут быть удобны для изучения береговых тектонических сдвигов, в местах, где они проходят под водой. В этом отношении заслуживает внимания подводная платформа, срезанная волнами вдоль юго-восточного берега Байкала между Селенгинской дельтой и Баргузинским заливом, где можно предполагать проявления Байкало-Селенгинского сдвига, недавно описанного мной (Ламакин, 1963в).

Изучение по аэроснимкам подводных абразионных платформ, очищенных волнами от современного наноса, вообще может составить один из многочисленных методов неотектонических исследований. Впрочем, его применение затруднено большой сложностью и дороговизной аэросъемочных работ.

Глава IX

РАЗВЕТВЛЕНИЕ ЮЖНО-БАЙКАЛЬСКОГО СДВИГА

Близ северо-восточного окончания Южно-Байкальский сдвиг разделяется на две ветви: береговую и горную. Они расходятся от р. Мантурихи. Береговая ветвь, постепенно заворачивая к северу и удаляясь от Хамар-Дабана, протягивается вдоль берега мимо дер. Боярской к Посольску. Горная ветвь сдвига выходит на сушу и направляется на северо-восток среди низких гор по краю Хамар-Дабана. Обе ветви сохраняют правый знак, свойственный всему сдвигу в целом (рис. 27).

Северо-восточнее устья Мантурихи в низменную полосу прибрежных террас вдается широкая горная ступень, прорезаемая падью ручья Сухого. Ступень ограничена с боков и образует удлинённый пониженный выступ горного склона к северо-западу, в направлении к Байкалу.

Сухоручейный горный выступ оканчивается в 1/2 км, не доходя до береговой линии Байкала. На дне Байкала напротив выступа находится его продолжение в виде повышения озерного дна. При этом находящийся на суше горный выступ смещен по береговому сдвигу на 1 1/2 км к юго-западу относительно своего подводного окончания на дне озера. Повышение озерного дна расположено в 4 км западнее дер. Боярской.

Далее на северо-восток от ручья Сухого быстрая аккумуляция наносов на отмелем берегу почти скрывает внешние проявления сдвига. Его размах к тому же, по-видимому, продолжает сокращаться. На этом участке вплоть до современной Селенгинской дельты улавливаются только слабые признаки сдвига.

Так, береговой сдвиг сказывается у Посольска. Здесь местное береговое поднятие наносной поверхности высотой в 7 м продолжается и по дну Байкала. На берегу оно состоит из древних озерных террас. Под водой Посольское поднятие прослеживается приблизительно на 4 км в западном направлении. Интересно, что сзади поселка к Посольскому поднятию подходит Черемуховая грива, но она смещена от поднятия к юго-западу на 1—1 1/2 км по разрыву.

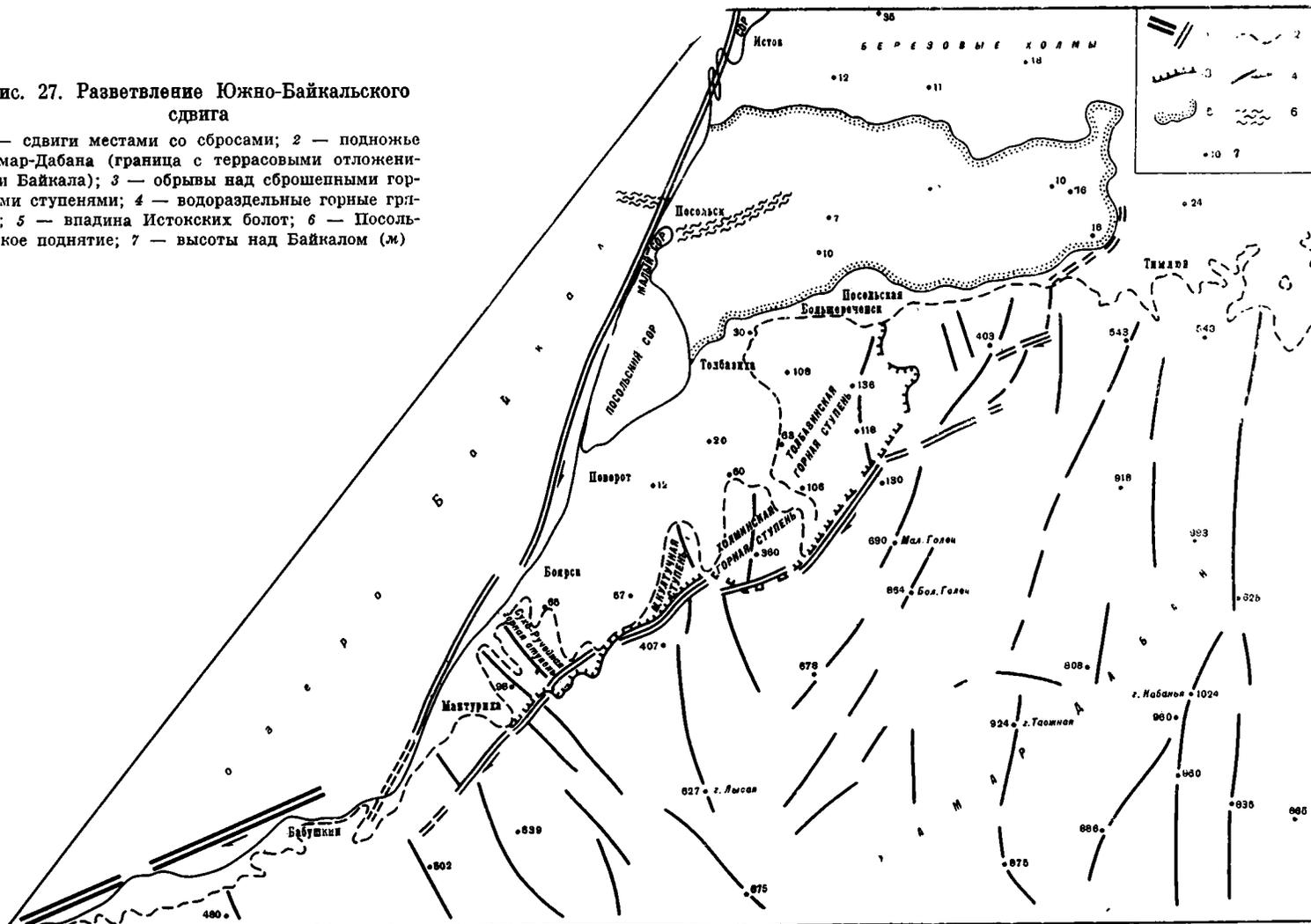
Черемуховая грива вытянута в широтном направлении на восток от залива Малый сор, между нижними течениями Большой речки и р. Исток до озера Черемухового. Длина гривы 6 км. Близ восточной оконечности она возвышается до 11 м над уровнем Байкала. По разрыву между Посольским поднятием и Черемуховой гривой проходит болотная ложбина с ручьем, который впадает в Малый сор.

Согласно со смещением к юго-западу Черемуховой гривы в ту же сторону и на такое же расстояние смещена низменная ложбина в нижнем течении Большой речки относительно ее подводного продолжения на дне Байкала. Ложбина Большой речки и ее подводное окончание, по-видимому, образованы местным тектоническим опусканием поверхности. Опускание простирается в запад-северо-западном направлении поперек берега.

У границы современной Селенгинской дельты находится Истокский,

Рис. 27. Разветвление Южно-Байкальского сдвига

1 — сдвиги местами со сбросами; 2 — подножье Хамар-Дабана (граница с террасовыми отложениями Байкала); 3 — обрывы над сброшенными горными ступенями; 4 — водораздельные горные гряды; 5 — впадина Истокских болот; 6 — Посольское поднятие; 7 — высоты над Байкалом (ж)



или Черкаловский, сор. В южном углу сора дно провалилось на 12 м, в то время как на остальной площади глубина воды равна 2—3 м. Черкаловский глубокий провал вытянут на 3 км между Бабьей каргой и Чаячьим островом. Карга намыта с внешней стороны сора, а остров, тоже намытый, находится внутри сора. Ширина Черкаловского провала 1 км; он довольно узок.

Берег у Истокского сора находится в состоянии быстрого поднятия. Оно способствует разрастанию наносных площадей. В 1675 г. Н. Г. Спафарий, направляясь с юга в устье Селенги, проехал сзади Бабьей каргой, где, очевидно, был судовой ход. В 1772—1773 гг. А. Пушкирев, снимая на карту побережье Байкала и составляя его описание, не отметил Чаячьего острова, а Бабью каргу показал как мелководную отмель. На современных картах, сделанных по последним съемкам, Бабья карга значится как остров высотой 1 м у своей северной оконечности.

Черкаловский провал возник, вероятно, совсем недавно, может быть в голоцене. Если бы провал образовался раньше, он был бы закрыт наносами и исчез со дна сора. Провал вытянулся вдоль тектонического перегиба береговой полосы и его можно считать за тектоническое образование.

Спафарий упоминал обширное распространение мелей, засоренных каргами, на запад от Бабьей карги. С тех пор мели значительно углубились и скрылись под водой. Быстрое опускание дна Байкала с удалением от берега произошло наряду с быстрым поднятием побережья. Вдоль шарира между опусканием и поднятием, по-видимому, образовался тектонический перегиб с разломом в коренном ложе Байкальской впадины. Сверху над ним и образовался Черкаловский провал. Он находится на прямом продолжении береговой ветви Южно-Байкальского сдвига. Впрочем, внешних признаков горизонтальных смещений здесь нет. Возможно, что сдвиг, как таковой, заканчивается у Посольска, а в Истокском соре заходящий сюда разлом сопровождается только линейным проваливанием поверхности.

Показатели горной сухопутной ветви сдвига более определенны и разнообразны. Над подножьем Хамар-Дабана сдвиг проявляется не только в поперечных срывах и смещениях выступов горного склона, но и в поперечных сдвигах речных долин, которые спускаются с гор на прибрежную низменность.

Если эрозионный рельеф горного подножия развивается в условиях одновременно происходящего сдвига со сбросами, то это запечатлевается в изгибах протяжения речных долин, пересекаемых сдвигом. По изгибам и изломам протяжения долин и вообще по деформации рельефа можно особенно подробно проследить направление сдвига и его размах. Смещения в горах ввиду их расположения на суше доступнее для изучения по сравнению с подводными и могут поэтому точнее показывать происшедшие горизонтальные смещения.

Пересекая реку, левый сдвиг образует левый зигзаг ее долины, а правый — правый зигзаг. Если сдвиг пересекает речную долину поперек, а не вкось ее протяжения, то средний сдвиговый поворот в зигзаге реки может оставаться поперечным при достаточной величине скорости и размаха сдвига. Если сдвиг мал, то река может полностью стачивать угол склона, выдвигающийся в ее долину. От этого зигзаг реки приобретает плавную изогнутость. Чем больше размах сдвига, тем крупнее и угловатее зигзаг в течении реки. Это зависит от того, что река не успевает срезать угол склона, вторгающийся в долину, и спрямлять его протяжение. Кроме того, река, отбрасываемая сдвигом, подмывает противоположный берег и тем самым увеличивает размах своего зигзага. При этом происходит некоторое расширение долины.

Выше по течению склоны долины не подвергаются непосредственному влиянию сдвига. В то же время по самой линии сдвига участок долины

является новым образованием, и ее склоны должны быть крутыми. Особенно крут встречный склон, преграждающий основное направление реки. Ниже по течению он может стать положе, если река отбрасывается им к противоположному, заднему, склону. Пройдя по сдвигу и поворачивая на свое главное направление, река ударяет в берег напротив участка горизонтального смещения, который направляет течение воды.

Если сдвиг пересекает речную долину вкось к ее протяжению, то в одних случаях зигзаг растягивается, и его углы притупляются. В других случаях при косом пересечении противоположные концы зигзага заходят один за другой, так что повороты реки происходят под острым углом, напоминая букву Z. Зигзаг растягивается и делается пологим, когда тупой угол между простираниями долины и сдвига находится впереди отстающей от смещения тектонической глыбы. Противоположные стороны зигзага заходят одна за другую, когда спереди отстающей глыбы расположен острый угол. Примером остроугольной Z-образной депрессии реки при сдвиге может служить Зыркузунская петля Иркутка близ юго-западной оконечности Байкала, образованная крупным сдвигом левого знака.

От р. Мантурихи до Большой речки на расстоянии около 30 км образовалось четыре невысоких горных выступа, направленных к северо-западу от Хамар-Дабана: Сухоручейный, Мало-Калтусный, Холминский и Толбазинский. Каждый из них внутри состоит из тектонической ступени. Они отделяются от Хамар-Дабана продольным сбросом, который показывается на современных геологических картах. Вертикальный размах сброса на участке между реками Мантурихой и Толбазихой достигает 300—400 м, а восточнее Толбазихи, перед Большой речкой, превышает 500 м.

Между разобщенными тектоническими ступенями в горное подножие вдаются пониженные площади отложений четвертой древне-байкальской террасы. Закрайная террасы западнее Толбазихи расположена на высоте 60—65 м над Байкалом, а восточнее — к железнодорожной станции Посольская — она снижается до 40—30 м. Поперечник террасы в расширениях равен 5—6 км, считая от Байкала у дер. Боярской и от Посольского сора у р. Толбазихи.

Террасовые отложения, вдаваясь языками в подножие горного склона на большом его протяжении, разделяют горные выступы, образованные тектоническими ступенями. Более западные выступы имеют в длину 3—6 км при ширине соответственно 3—5 км. Толбазинский выступ на востоке занимает большее пространство. Его длина с юга на север равна 13 км при ширине в 7 км. Высота выступов, т. е. образующих их тектонических ступеней, различна. Наиболее высока Холминская ступень; гора Холм возвышается на 360 м над Байкалом при высотах соседней полосы горного склона до 600—800 м. Толбазинская ступень резко перекошена в поперечном направлении. Ее восточный край над Большой речкой поднят гораздо выше, чем западный. Наибольшая высота этой ступени — 136 м над Байкалом.

Линии наибольших высот внутри горных выступов проходят вдоль их простирания. Они направлены поперек относительно подножия Хамар-Дабана. Эти линии служат продолжениями водораздельных гребней склона Хамар-Дабана, но все без исключения заметно сдвинуты от них и притом в одну сторону и приблизительно на одинаковое расстояние. Согласно с ними смещены и участки речных долин с переломленным протяжением. Направление сдвигов правое.

Сдвиги проходят по тыловой стороне тектонических ступеней, т. е. совпадают с линией продольного сброса. Однако размах сдвига достигает 1—2 км, т. е. значительно превосходит размах вертикального сброса. Таким образом, и здесь отчетливо проявляется та общая закономерность неотектоники Прибайкалья, которая заключается в большем размахе горизонтальных составляющих по сравнению с вертикальными.

Обращает на себя внимание строгая параллельность водоразделов, пересекающих горный склон Хамар-Дабана. По-видимому, направления речных долин и вообще развитие эрозионного рельефа определены линиями тектонической шельфовости. От пос. Ключевки до р. Толбазихи речки и водораздельные гребни направлены по падению горного склона на северо-запад к Байкалу. За Толбазихой они приобретают северо-восточное, а еще далее меридиональное простирание, которое особенно отчетливо проявляется по речкам Кабаньей и Вилюйке, стекающим в Селенгу.

Граница разных простираний эрозионного рельефа у Толбазихи совпадает с заглуханием Южно-Байкальского сдвига. Восточнее этой реки он настолько уменьшается в размахе, что теряет свою отчетливость. Где больше размах сдвига, там больше раздвижение земной коры внутри сдвигаемого блока. В таких местах тектоническая шельфовость сильнее сказывается в рельефе и обуславливает перпендикулярные направления речных долин относительно линии сдвига в соседней с ним полосе.

Наоборот, где местное раздвижение земной коры уменьшается, там на конфигурацию эрозионного рельефа большее влияние оказывают другие причины. В северо-восточном и меридиональном простирании эрозионного рельефа северной оконечности Хамар-Дабана сказывается, по-видимому, общее северо-западное расщепление земной коры, которое свойственно всему Прибайкалью в целом.

Сухоручейный горный выступ подходит к берегу Байкала между деревнями Мантурихой и Боярской. Вдоль своего протяжения он рассекается узкой падью Сухого ручья, над которой с обеих сторон протянулись возвышенные гривы, образующие водоразделы с соседними речками. Продолжениями этих грив далее в глубь берега служат подобные же водораздельные гряды того же северо-западного простирания. Одна из них протягивается над левым склоном долины речки Большой Култучной, а другая — над правым склоном долины р. Мантурихи. Однако каждая из грив сдвинута приблизительно на 1 км к юго-западу относительно их окончаний в виде Сухоручейных грив.

Таким образом, горная ветвь Южно-Байкальского сдвига восточнее р. Мантурихи проходит сзади Сухого ручья. Здесь размах сдвига невелик, он равен 1 км. Вертикальный же размах сопровождающего сброса, по которому опущена Сухоручейная тектоническая ступень, еще меньше, он равен 200—250 м.

Сдвиг сзади Сухого ручья проходит на расстоянии 5 км от берега Байкала. Суммарный размах горного и берегового сдвигов составляет 2—2½ км. И он короче размаха Южно-Байкальского сдвига к западу от р. Мантурихи. Уменьшение размаха Южно-Байкальского сдвига в северо-восточном направлении является характерным свойством для всего протяжения сдвига.

Восточнее Сухого ручья сдвиг заметен в 5—6 км от берега Байкала. Он проходит по подножию горного склона сзади широкой древне-байкальской террасы, раскинувшейся у дер. Боярской. Признаком сдвига здесь служит согласное смещение к юго-западу речных долин Большой Култучной, ее правого безымянного притока, Малой Култучной и ее правого безымянного притока, разрезающих край горного склона. Смещение происходит относительно продолжений тех же долин на прибрежной низменности. Все четыре упомянутые долины пересекают горное подножие на участке длиной в 7 км. Смещения в разных долинах расположены по одной линии.

Водораздел между бассейнами Большой и Малой Култучной, с одной стороны, и Абрамихи, с другой, образован горной грядой, протянувшейся в меридиональном направлении, почти параллельно течению Абрамихи. Северная оконечность гряды, выступающая на прибрежную низменность, оборвана сбросами со сдвигом и превращена в тектоническую ступень горного склона, которую можно обозначить как Мало-Култучную ступень.

Размах сбросов, по которым Мало-Култучная ступень опущена относительно внутренней части горного склона, составляет приблизительно 300 м, а размах горизонтального смещения равен $1-1\frac{1}{2}$ км. Следовательно, размах горизонтальной составляющей тектонического разлома в несколько раз больше вертикальной составляющей. Горизонтальный сдвиг сохраняет правый знак. Внутренняя часть горного склона сдвинута к юго-западу относительно Мало-Култучной ступени.

Спустившись с гор, р. Абрамиха течет на протяжении 3 км в раструбе между Мало-Култучной и Холминской тектоническими ступенями горного склона. В раструб узким языком вдается прибрежная низменность. Все течение реки в горах сдвинуто на $1-1\frac{1}{2}$ км к юго-западу относительно участка ее течения в низменном раструбе.

Холминская тектоническая ступень находится между реками Абрамихой и Толбазихой. С юга на север по ступени проходит гряда, высшая сопка которой называется Холм. Ее высота равна 360 м над Байкалом. Продолжением этой гряды во внутренней части горного склона служит другая гряда с таким же меридиональным простираем, но сдвинутая на 1 км к западу. Сдвиг, сопровождаемый сбросом, проходит сзади Холма вдоль р. Малой Абрамихи и далее через низкий перевал из ее долины к р. Толбазихе. Протяжение сдвига со сбросом дугообразное. Вогнутая сторона дуги обращена к северу, т. е. в ту же сторону, куда направлен Холминский выступ горного склона.

В верховьях Толбазихи следы сдвига заметны сзади Толбазинской ступени — вдоль сброса, который отделяет ее от внутренней высокой части горного склона. Оба верховья Толбазихи смещены по разрыву к юго-западу относительно их более нижних участков течения. Горизонтальный размах сдвига невелик и здесь — не больше 1 км.

Большую речку сдвиг пересекает ниже по течению от устья р. Чернухи близ селения Большереченского. Здесь Большая речка выходит к Толбазинской тектонической ступени из полосы горного склона с грядями северо-восточного простираем. Течение речки резко переломлено вследствие деправации. Более верхний его отрезок смещен к юго-западу на $1\frac{1}{2}$ км относительно нижнего.

За Большой речкой сдвиг продолжается, вероятно, по нижнему течению речки Чернухи, а затем пересекает вкось речки Никиткину и Еловку, стекающие с северной оконечности Хамар-Дабана. Здесь линия сдвига заворачивает к северо-северо-востоку. Поэтому она пересекает под острым углом речки Никиткину и Еловку, которые текут на север. Пересечение сдвигом речки Никиткиной находится возле устья пади Лодочной, которая открывается к речке с юго-запада. Здесь речка Никиткина делает пологий зигзаг вправо. Размах сдвига становится еще меньше. Он короче 1 км. Вследствие косою направления сдвига относительно течения р. Никиткиной ее долина ниже устья Лодочной пади на расстоянии $1\frac{1}{2}$ км совпадает со сдвигом. Здесь дно долины расширено и заболочено.

Ниже по течению речки Никиткиной от пересечения ее сдвигом над долиной с правой стороны проходит небольшая горная грива. Но выше по течению от сдвига такая же грива протягивается слева от речки. Обе гривы выглядят как два конца одной и той же гряды, разорванной сдвигом. Южный конец смещен к западу относительно северного, причем размах смещения превышает $\frac{1}{2}$ км.

Линия сдвига, после пересечения речкой Никиткиной, продолжаясь в северо-северо-восточном направлении, выходит на речку Еловку в том месте, где она покидает горы. Показателем сдвига здесь может служить только небольшой перелом в протяжении долины, направленный к востоку, т. е. вправо. Определяемый по нему размах сдвига не превышает 0,3—0,4 км.

Далее, на Селенгинской низменности сдвиг, по-видимому, полностью затухает. При незначительном размахе признаки сдвига не могут обнаружиться среди площади молодых наносов, поэтому невозможно определить точно, в каком месте оканчивается сдвиг.

Обращает на себя внимание и то, что на продолжении к северу сдвиговой линии находится восточный тупой конец широкой ложбины Истокских болот. Ложбина образована, как надо думать, местным тектоническим прогибанием земной поверхности. Она протягивается на 25 км к востоку от берега Байкала у Посольска и заканчивается в 7 км не доходя до Кабанска. С северной стороны ложбины расположены Березовые холмы, образованные широким и пологим поднятием поверхности среди Селенгинской низменности. Березовые холмы называются некоторыми геологами «Истокским поднятием». Восточный конец упомянутой Истокской ложбины завершается на 6 км к северу по продолжению сдвиговой линии. На этом завернутом к северу конце ложбина ограничена с востока небольшим тектоническим уступом, который, возможно, сопровождает самый конец сдвига.

Местные тектонические прогибания, поднятия и сбросы четвертичного возраста среди Селенгинской низменности определяются не только по деформациям поверхности молодых байкальских и селенгинских наносов, но и по внутреннему строению осадочного чехла и особенностям залегания кристаллического фундамента. Геологическое строение низменности довольно хорошо известно по данным разведочного бурения и геофизическим исследованиям. Недавно оно специально описано С. М. Замараевым и В. В. Самсоновым (1959), которые выделяют в пределах низменности несколько разных структур.

Прогиб Истокских болот, названный Замараевым и Самсоновым «Южным прогибом», быстро уменьшается в амплитуде по оси своего протяжения с запада на восток. Предполагаемое мной окончание сдвига срезает прогиб на поднятом окончании его оси, подобно тому как на дне Байкала сдвиг срезает подводные желоба тектонического происхождения близ самого берега, т. е. в их поднятых частях. Но так или иначе, размах Южно-Байкальского сдвига по выходе его в Селенгинскую низменность настолько уменьшен, что можно определенно считать низменность местом его окончания.

Вся длина Южно-Байкальского сдвига превосходит 200 км. Даже в той части, где сдвиг прослеживается вполне определенно, т. е. от р. Утулик до речки Еловки его длина составляет немногим меньше 200 км.

Близ своего окончания Южно-Байкальский правый сдвиг, его горная ветвь, пересекает в юго-юго-западном направлении известный Посольский надвиг, описанный Н. С. Шатским (1933б), В. Н. Даниловичем (1960) и

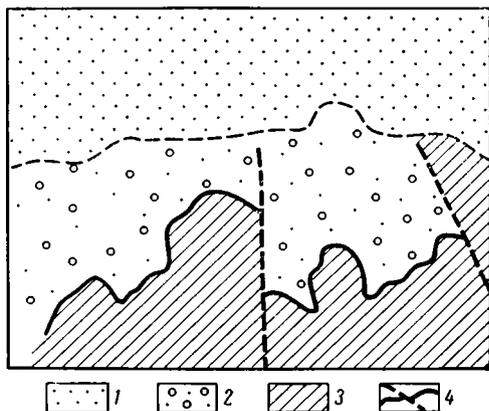


Рис. 28. Пересечение неотектоническим сдвигом Посольского надвига (по данным В. Н. Даниловича) в районе речек Никиткина и Еловка

1 — четвертичные отложения Селенгинской низменности; 2 — юрские отложения; 3 — домезозойские породы; 4 — линии надвига (сплошная) и предполагаемых позднейших разрывов (прерывистые)

другими геологами. Наклонная плоскость надвигового контакта, вторично дислоцированная вследствие молодых разломов, способствует точному выяснению неотектонического сдвига (рис. 28).

В Посольской структуре докембрийские кристаллические породы надвинуты с юга на юрские отложения. Простираение надвига в общем широтное. Он прослежен на расстоянии более 20 км. Возраст надвига, по видимому, верхнеюрский.

Особенно интересно, что В. Н. Данилович указывает молодые сбросы со значительными горизонтальными сдвигами, которые пересекают более древний надвиг в общем с севера на юг в нескольких местах. Наибольший сдвиг со сбросом по речке Никиткиной вполне ясно изображен В. Н. Даниловичем на карте. Размах сдвига, судя по карте, равен приблизительно 1 км. Сдвиг правосторонний. Предположены сбросы со сдвигами по пади Глубокой в 5—6 км западнее речки Никиткиной, а также по речке Еловке и на ее водоразделе с р. Тимлюй восточнее речки Никиткиной. В. Н. Данилович допускает неогеновый возраст сбросов-сдвигов, пересекающих древний надвиг.

Изучая юго-западное Забайкалье, В. Н. Данилович (1960) пришел к тому мнению, что подобные молодые разрывы, пересекающие поперек в северо-западном и меридиональном направлениях горные хребты, вообще оказывают большое влияние на образование рельефа наряду с продольными разрывами восток-северо-восточного простирания. В частности, поперечный разрыв способствовал прорыву Селенги между оконечностями хребтов Хамар-Дабан и Улан-Бургасы.

Глава X

УСТЬ-СЕЛЕНГИНСКИЙ РАЗДВИГ

Селенгинская низменность служит поверхностным выражением глубокой тектонической котловины, которая углублена в юго-восточный борт Байкальской впадины. Котловина заполнена мощной толщей третичных и четвертичных отложений, которые накопились одновременно с прогибанием земной коры. Мощность осадочной толщи в районе пос. Усть-Харауз, по геофизическим данным, превышает 5000 м, как сообщает С. М. Замараев и В. В. Самсонов (1959). Из них 3100 м к настоящему времени пробурены. Под Селенгинской низменностью коренное ложе Байкальской впадины опущено особенно глубоко, больше чем в 2—3 раза по сравнению с участком у южного берега озера рядом с Хамар-Дабаном.

Следует думать, что необыкновенно большая глубина тектонического опускания под устьем Селенги зависит от того, что здесь общее поперечное раздвижение Байкальской впадины усугубляется местным раздвижением ее юго-восточного изгибового борта, которое происходит вдоль его протяжения. Продольное раздвижение юго-восточного борта впадины направлено в обе стороны от устья Селенги. Это показывает изучение неотектоники впадины на всем ее протяжении. С этим, в частности, согласуются и знаки горизонтальных сдвигов, сопровождающих юго-восточный берег Байкала.

Правый знак Южно-Байкальского сдвига соответствует юго-западному направлению раздвижения Хамар-Дабана, а левый — Байкало-Селенгинского и Северо-Байкальских сдвигов соответствует северному направлению раздвижения хребтов Улан-Бургасы и Баргузинского. Следовательно, Селенгинская низменность образовалась на месте глубинного тектонического раздвига юго-восточного борта Байкальской впадины. Относительно протяженности впадины и ее бортов раздвиг является поперечным. Он простирается к северо-западу. Кристаллический фундамент очень сильно опущен под внешним краем Селенгинской дельты. Отсюда на юго-восток вдоль осевой линии раздвига на протяжении 40 км поверхность кристаллических пород поднимается в среднем под углом 8—10°, по данным сейсморазведки, и выходит на поверхность близ села Фофанова.

Байкало-Селенгинский сдвиг (Ламакин, 1963в) к северу от г. Улан-Удэ проходит по долине Селенги на участке ее меридионального течения в прорыве между оконечностями хребтов Хамар-Дабан и Улан-Бургасы. Далее на север сдвиг, по-видимому, продолжается по сквозной долине Итанцы и Кики к берегу Байкала. Горная глыба Морского хребта остается с северо-западной стороны от сдвига. Эта глыба слабо захватывается продольным раздвижением Байкальской впадины и отстает от смещения хребта Улан-Бургасы в северо-восточном направлении.

Но по дну Байкала рядом с Морским хребтом, вероятно, проходит другая параллельная линия сдвига левого знака. По этому сдвигу Морской

хребет, хотя и слабо, но все же смещается к северу. В связи со слабым смещением хребет не подвергается и раздвижению. Этим можно объяснить отсутствие в нем тектонических защербов и вообще существенных поперечных расколов.

Морской хребет огораживает Усть-Селенгинский раздвиг с северо-восточной стороны. Раздвиг занимает довольно широкое пространство между Истокским сором и мысом Облом, закрывающим с северо-востока залив Провал. Ширина раздвиг 70 км. В глубь побережья он вдается клинообразно по Селенге на 50 км, а может быть, и дальше.

Усть-Селенгинский раздвиг состоит из нескольких участков с различным строением. Его осевая полоса проходит в северо-западном направлении вдоль течения Селенги сначала до села Творогова среди широких древних террас Байкала, а затем через современную дельту реки. Из отдельных структур, составляющих раздвиг, особенно интересны две — поднятие Березовые холмы и залив Провал.

Березовые холмы расположены с юго-западной стороны от осевой линии раздвиг, к югу от современной Селенгинской дельты. Они составляют возвышенность, которая вытянута на восток на расстояние 20 км от села Исток на берегу Байкала. Ширина возвышенности 10 км. В плане она имеет вид треугольника с притупленной северной вершиной. Западный и восточный углы слегка заострены. Высота возвышенности на северной стороне достигает 49 м над Байкалом.

Возвышенность сложена байкальскими и селенгинскими наносами, главным образом песчаными, которые местами, особенно на северном крутом склоне сильно переветрены ветрами. Сложение возвышенности озерными и речными наносами, в то время как она со всех сторон окружена низменными пространствами, заставляет подозревать, что ее образование обязано позднему тектоническому поднятию. Отсутствие же следов эрозионного углубления окружающей низменности позволяет признать, что такое объяснение происхождения возвышенности является единственно правильным.

Возвышенность Березовые холмы отличается резко асимметричной формой. Она круто обрывается на север к дельте и полого понижается на юг к широкой Истокской ложбине, образованной, по-видимому, пологим тектоническим прогибанием поверхности. Обращенность к северу обрывистого склона перекошенного тектонического поднятия можно объяснить раздвижением земной коры, которое происходит к югу на границе между возвышенностью и дельтой. Этого и следовало ожидать на юго-западной стороне Усть-Селенгинского раздвиг.

На северо-востоке Березовые холмы пересечены ложбиной, в которой течет речка Шумиха. Она отделяет от Березовых холмов Твороговскую возвышенность, которая отличается меньшими размерами. Эта возвышенность протягивается в северо-западном направлении от села Колесова на расстояние 15 км параллельно осевой полосе раздвиг. Ширина возвышенности 3—5 км. Твороговская возвышенность не так высока. В 2 км юго-западнее села Творогова она достигает 21 м над уровнем Байкала.

Твороговская возвышенность расположена непосредственно рядом с Селенгой. Между небольшими ложбинами с остатками старых речных проток в северном конце возвышенности выделяются обособленные участки, на одном из которых стоит село Творогово. Отмирание речных проток, пересекавших прежде возвышенность, можно объяснить ее современным поднятием над Селенгинской низменностью. Река Селенга рядом с возвышенностью не углубляет русло, а, наоборот, занята аккумуляцией аллювия. Поэтому отмирание боковых проток невозможно связать с врезанием главной реки. Остается допустить, что продолжающееся поднятие Тво-

роговской возвышенности обгоняет отложение наноса и повышение русла Селенги, которое находится здесь в констративной фазе.

У Твороговской возвышенности более крутой является также северо-восточная сторона, что вероятно, зависит от ее расположения на юго-западной стороне раздвига. Направленное к юго-западу раздвижение вызывает перекоособившейся тектонической глыбы с запрокидыванием ее в ту же сторону. При этом противоположная северо-восточная сторона глыбы круто обрывается по сбросу, который разрывает погребенный кристаллический фундамент. На поверхности сброс сказывается в более крутом склоне возвышенности.

По своему происхождению Березовые холмы и Твороговская возвышенность подобны возвышенности Сосновый бор в Тункинской долине и поднятиям на дне Баргузинской долины, которые известны под названием «Куйтуны» (Ламакин, 1935, 1954). Многие меньшие по размерам куйтуны или Берговы бугры в Селенгинской дельте и широкие холмы среди Ангаро-Кичерской дельты в северной оконечности Байкала являются, по-видимому, только лишь вершинами более значительных поднятий, скрытых в глубине осадочных толщ. Они выдвинуты кверху очень немного над уровнем продолжающейся аккумуляции дельтовых наносов (Ламакин, 1959в, 1960а, 1963б).

Крупные тектонические поднятия среди низменных наносных участков поверхности, подобные куйтунам, объясняются местными тектоническими движениями залегающего в глубине кристаллического фундамента. Наряду с этим мелкие поднятия могут возникать в связи с гравитационным сползанием наносных толщ по крутым наклонам кристаллической постели. В других случаях местные небольшие выпирания наносов кверху могут происходить при их сжимании с боков в глубоко прогибающихся котловинах.

С. М. Замараев и В. В. Самсонов (1959) считают, что для Селенгинской низменности вообще характерно прямое выражение тектонических движений в рельефе. Современные тектонические движения обнаруживают, по их словам, «прямую сложно дифференцированную наследственность» от древних движений, начиная с миоценовой эпохи. Прогибание Селенгинской депрессии происходило в течение неогена и происходит в четвертичном периоде одновременно с осадконакоплением и образованием рельефа. В центре тектонического поднятия, расположенного среди низменности, мощность осадочной толщи меньше, чем на северной и юго-восточной сторонах. Можно полностью согласиться с этими основными положениями в суждениях названных авторов относительно тектонического развития Селенгинской низменности.

Березовые холмы и Твороговское поднятие объединяются С. М. Замараевым и В. В. Самсоновым в одну структуру под названием «Творогово-Истокское поднятие». Оно выделяется в рельефе, по их мнению, как «эрозионно-тектонический останец» высотой 30—32 м, который вытянут с юго-востока на северо-запад среди окружающей местности. Северо-восточный склон останца сложно террасирован, что связано с его современным поднятием. Современное русло Селенги и «первая терраса» наклонены к Байкалу больше, чем «вторая терраса». Это обусловлено тектоническим перекоосом молодой возвышенности в противоположную сторону от направления общего прогибания депрессии в сторону Байкала.

Следует заметить, что речная эрозия хотя и сказалась на северо-восточном склоне поднятия врезанием нескольких террас, все же нельзя признать удачным определение поднятия в качестве «эрозионно-тектонического останца», даваемого С. М. Замараевым и В. В. Самсоновым. Березовая и Твороговская возвышенности являются по существу настоящим тектоническим поднятием, которое только лишь в небольшой мере затронуто эрозией. Обозначать его как «эрозионно-тектонический останец» то же

самое, что называть таким же останцом любой тектонической горный хребет, который подвергается речной эрозии. Весьма важно, что, по сообщению Замараева и Самсонова, Березово-Твороговскому поднятию, выраженному в рельефе, соответствует выступ кристаллического фундамента в глубине под осадочной толщей. По геофизическим данным, фундамент под поднятием расположен на глубине 2700 м, что выше на 400 м и больше по сравнению с прилегающими к нему на юге и севере участками опускания низменности. По сравнению же с расположением фундамента под внешним краем Селенгинской дельты он поднят в районе тектонической возвышенности на 800 м.

М. М. Мандельбаум (1959) на основании гравитационных исследований определяет Березово-Твороговское поднятие как «антиклинальную» структуру и называет Истокским поднятием. Оно, по-видимому, вызвано поднятием глыбы погребенного кристаллического фундамента. Амплитуда поднятия в фундаменте равна приблизительно 700 м, оно занимает площадь 15 км². Сейсмические работы показали, что поднятие нарушено сериями сбросов. «Истокский антиклиналь» в рельефе фундамента разделяет «Селенгинскую котловину» под дельтой Селенги от «Большереченской котловины» с южной стороны поднятия. Мощность осадков в них достигает 3—4 км, по данным геофизического изучения. Селенгинская котловина является частью Средне-Байкальской впадины. Южно-Байкальская впадина отделяется от Средне-Байкальской погребенным «Посольско-Бугульдейским валом», который служит основной перемычкой между ними. Вал протягивается несколько вкось под Байкалом и его отложениями между Посольском на юго-восточном берегу и Бугульдейкой на северо-западном берегу озера.

На северной стороне Селенгинской низменности находится залив Провал глубиной до 3—5 м, который многократно описывался разными авторами (Казенкина, Ладохин, 1961). Для понимания структуры Усть-Селенгинского раздвиг важно то, что обрывистый склон сбросового происхождения находится с северной стороны залива и обращен к осевой полосе раздвиг. С южной стороны залива расположена современная дельта Селенги, за которой возвышаются обращенные навстречу обрывы Березовых холмов и Твороговской возвышенности. К северо-востоку от залива возвышается Морской хребет, подножие которого сопровождается древними байкальскими террасами. Они продолжают далее по байкальскому берегу сплошной полосой до реки Стволовой.

Самая высокая из террас, нижнечетвертичная по возрасту (эоплейстоцен), расположена на высоте 100—110 м. Высота террасы не изменяется на всем ее протяжении до реки Сухой, т. е. на расстоянии 25 км от залива Провал. Не изменяется и высота нижних террас плейстоценового возраста. Четвертая из них поднята на 40—45 м над Байкалом. Незменяемость высоты древних байкальских террас на значительном расстоянии от залива Провал свидетельствует об отсутствии здесь тектонического перекоса берега как в продольном, так и в поперечном направлениях. Следовательно, древний байкальский берег мог подняться на высоту 110 м только по сбросу.

Побережье, состоящее из террас, вдается к западу между берегом Байкала и заливом Провал тупым углом, который оканчивается мысом с характерным названием Облом.

Залив Провал площадью 200 км² является местом наиболее быстрого опускания Селенгинской низменности за последние 200—300 лет. Он возник в течение двух дней — 30 и 31 декабря 1861 г. ст. ст. Его происхождение объясняется опусканием соответствующей по расположению глыбы погребенного кристаллического фундамента. Дно залива постепенно оседает и теперь, но одновременно покрывается новыми наносами, отчего залив

в общем не углубляется после своего внезапного возникновения. Образование залива сопровождалось сильнейшим землетрясением.

Некоторые авторы отрицали тектоническое происхождение залива Провал и высказывались за его образование вследствие местной усадки рыхлых отложений дельты при сотрясении земли. По их мнению, не оседание дельты вызвало землетрясение, а землетрясение вызвало оседание рыхлых отложений. Оно их как бы встряхнуло. Но нетрудно заметить, что это мнение ошибочно. Во-первых, уплотнение дельтового наноса при сотрясениях невозможно допустить в сколько-нибудь значительной толще, которая, находясь под давлением поверхностного слоя, сохраняет первоначальную сплошность залегания. «Встряхнуться» может только поверхностный слой. А его уплотнение и усадка явно недостаточны для провала залива в несколько метров глубиной. Во-вторых, однообразная глубина залива на всей обширной его площади противоречит мнению об уплотнении грунта под его дном. Уплотнение более песчаных и более глинистых участков дна не могло быть равномерным. Только тектоническое оседание монолитной глыбы кристаллических пород, залегающих под рыхлой толщей, может объяснить плоский характер дна залива Провал. В-третьих, сильные землетрясения в районе Селенгинской дельты происходили и после образования залива, но они не вызывали провалов ни в его дне, ни в других местах наносной изменности. Ясно, что причиной образования залива не могло быть уплотнение грунта при землетрясении.

Следует обратить внимание на то, что на дне Байкала перед заливом Провал на расстоянии 10 км от него существует глубокий узкий желоб, протянувшийся на 20 км от Северного устья р. Селенги в северо-северо-восточном направлении к глубоководной полосе озера. Ширина желоба всего 2 км, но глубина воды в нем 700 м. Высота стенок желоба превышает 300 м. Дно желоба в средней части протяжения замкнуто в виде воронки глубиной более 100 м. Желоб по своей форме является типичным тектоническим рвом, образовавшимся вследствие расщеления земной коры. Он подробно промерен и нанесен на многих картах Байкала. Его можно обозначить как Предпровальный ров. Замечательно, что Предпровальный ров асимметричен согласно с общесибирским планом. Северо-западный борт этого рва обрывист, а юго-восточный не так крут. Наверное, и Предпровальный ров образовался в связи с односторонним северо-западным раздвижением земной коры, в частности, вследствие местного расщеления озерного дна.

Предпровальный ров на дне Байкала расположен на продолжении Усть-Селенгинского раздвига, который в своем окончании перед осевой полосой Байкальской дна заворачивает в пределах подводного склона вправо и принимает северо-северо-восточное простирание. Здесь, на дне Байкала Усть-Селенгинский раздвиг проявляется наиболее рельефно.

Раздвижение Предпровального тектонического рва к запад-северо-западу должно вызывать некоторое оседание противоположного — тылового — его борта. Такое оседание может захватить и соседний участок Селенгинской изменности. По-видимому, оно послужило причиной образования залива Провал.

Селенгинская изменность — это район очень сильного раздвижения земной коры. Здесь поперечное раздвижение Байкальской впадины складывается с продольным раздвижением ее юго-восточного борта, т. е. с Усть-Селенгинским раздвигом. С сильным тектоническим раздвижением здесь связано проникновение в осадочную толщу глубинной нефти, которая поднимается из кристаллического фундамента.

До возникновения залива Провал на его месте происходило медленное опускание Селенгинской дельты. На месте внешней стороны современного залива ранее существовала небольшая Березовая губа, снятая на карту и описанная штурманом А. Пущкаревым в 1772 г. К началу XIX века

она была занесена селенгинским песком и превратилась в два сора: Верхний и Глухой. До образования залива на его месте в наносах на глубине 1,5 м от поверхности земли были найдены при копании колодцев остатки бурятского жилья и деревянные изделия.

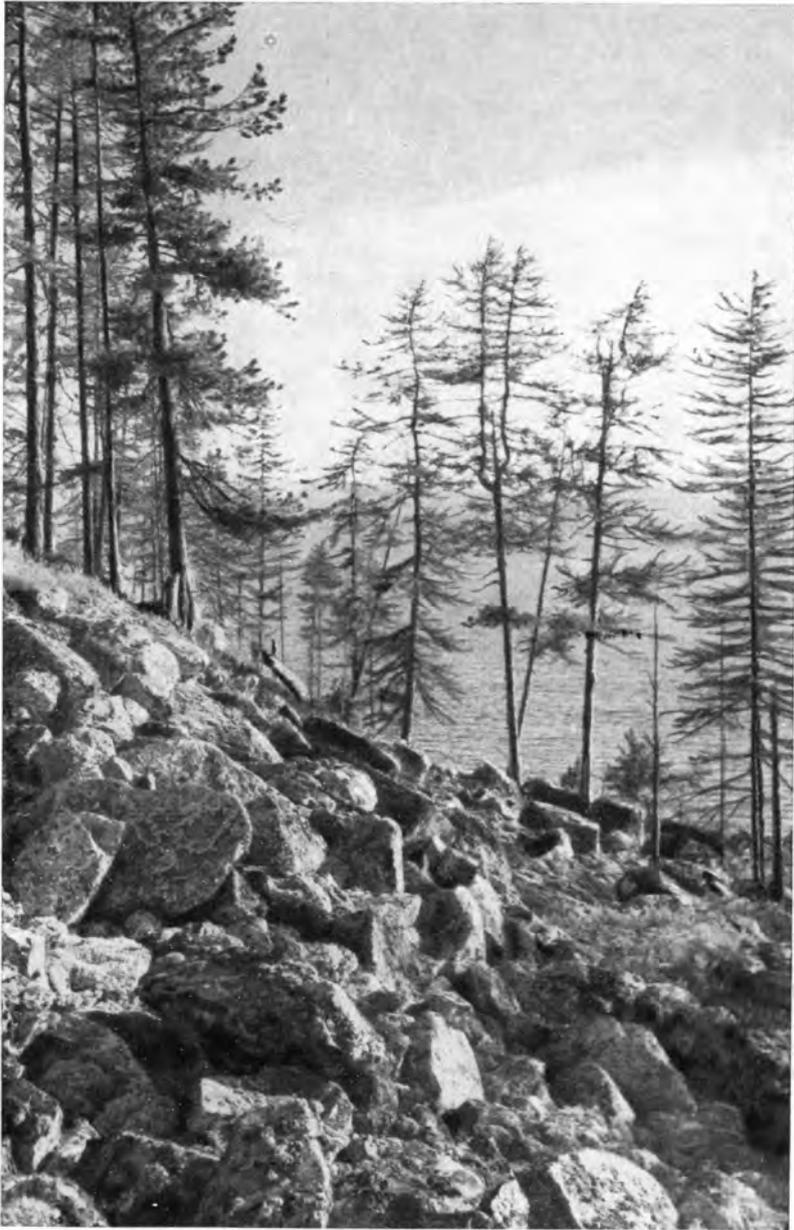
Усть-Селенгинский раздвиг выделяется как один из самых сейсмических участков Байкальской впадины. К нему приурочены очаги частых и очень сильных землетрясений. Разрушительное землетрясение силой в 9—10 баллов сопровождало возникновение залива Провал в конце 1861 г. Затем крупные землетрясения возникали в Селенгинской низменности в 1871 г. силой 7—8 баллов и в 1932 г. силой 5—7 баллов.

В связи с Усть-Селенгинским раздвигом необходимо предположить небольшой сдвиг правого знака при северо-восточном простираении вдоль нижнего течения Селенги между окончанием раздвигу у дер. Фофановой и устьем р. Итанцы. Здесь отмечены тектонические разрывы того же северо-восточного простираения (Данилович, 1960; Борисенко, Литвиненко, 1966). На линии этого разлома в 75 км от Байкала находится Питателевский источник горячей воды (Тетяев, 1930; Семенов, 1933). Длина этого сдвига 40 км. Он находится как бы на продолжении Южно-Байкальского сдвига. По Питателевскому сдвигу оконечность Хамар-Дабана, вероятно, смещается в юго-западном направлении относительно Морского хребта. В то же время смещение хребта Хамар-Дабан относительно хребта Улап-Бургасы обеспечивается Байкало-Селенгинским сдвигом. Оконечность Хамар-Дабана выдвигается зубом из охватывающих ее с двух сторон других горных глыб.

Тектонические разрывы в районе Питателевского источника отмечены И. М. Борисенко и В. А. Литвиненко (1966) на основании подробных исследований с применением разведочного бурения. Ими «установлены четыре зоны разрывов субширотного простираения», по которым поднимается термальная вода с температурой до 74°. К разломам, проходящим в рурсе Селенги, приурочены многочисленные проталины и отдельные грифончики, которые цепочкой тянутся вдоль зон наиболее интенсивной трещиноватости. Зоны разломов отчетливо выделяются по степени трещиноватости пород, их водообильности, фильтрационным свойствам, величине напоров, минерализации, а также температуре минеральных вод. Местность у источника сложена мезозойскими отложениями, которые состоят из переслаивания конгломератов, песчаников и алевролитов с прослоями и линзами бурого угля. Перекрывающий их аллювий Селенги имеет мощность от 60 до 80 м.

С Селенгинским раздвигом и другими тектоническими расщелениями связано образование скрытых подземных полостей. 100 лет назад П. А. Кельберг (1868) впервые обратил внимание на их вероятное распространение в Прибайкалье. Он описал так называемую Гремячую гору, находящуюся близ Байкала в 16 км от села Кудары на северной стороне Усть-Селенгинского раздвигу. По внешности эта гора ничем особенным не отличается от окрестных. Она «состоит из разрушенного гранита и песка в смеси с глиною; покрыта густым сосновым лесом». Но в ней при землетрясениях, как написал Кельберг, явственно отдается «эхо подземного гула».

В июле 1862 г. П. А. Кельберг наблюдал Гремячую гору как раз во время частых толчков землетрясения. При этом слышалось «по несколько раз в день, как по берегу Байкала начинался гул или шум, который мгновенно и ясно отзывался в горе, как эхо. Гул этот похож на то, как бы на раскаленную грудку камней была налита холодная вода... Многие подтверждают, что гул этот подобен сильной буре». Кельберг отметил, что «при тщательном расследовании горы не оказалось в ней ни трещин, ни других провалов или новых поднятий». По его мнению, «в горе этой есть подземная пустота, в которой отдается эхо от самонаибольшего сотрясения



XIX. Осыпь гранита на опускающемся берегу мыса Понгонье. На ней нет признаков обработки прибоем Байкала



XX. Северный берег мыса Урбикан, где современный береговой вал наступает на опускающиеся древние байкальские террасы. Здесь опускание берега сменило его предшествующее поднятие



XXI. Древняя терраса, сложенная байкальским песком, с северной стороны скалистого мыса Хаман-Кит на Баргузинском берегу Байкала

земли, чего в других местах вовсе не замечается». Впрочем, такое же явление Кельберг отметил еще «в 44-х саженой горе, возвышающейся над уровнем Гусиного озера в нижнем конце его». Кроме того, по его словам, местные старожилы утверждают, что подземный гул во время землетрясений слышится «во многих Байкальских горах».

Состав пород, слагающих, по описанию Кельберга, Гремячую гору близ села Кудары, исключает возможность карстового происхождения заключенной в ее недрах полости. Поэтому единственной вероятной причиной возникновения полости может быть только тектоническое расщеление.

К сожалению, геоакустические исследования с применением современных точных методов еще не начаты в Прибайкалье. Остается непроверенным научное значение и старых наблюдений Кельберга, сделанных просто на слух.

Большие подземные полости, возникающие вследствие расщеления земной коры, по-видимому, существуют вдоль северо-западного склона Ганзуринского хребта в Селенгинской Даурии. Сверху на поверхности они сказываются в провалах, расположенных цепочкой, которая протягивается от левого берега р. Селенги. Провалы описаны мной под названием Тепхырских (Ламакин, 1963в). Они описаны также Д. Б. Базаровым и Ц. Ц. Цырендоржиевым (1963).

Тепхырские провалы отличаются большой глубиной — до 100—150 м при сравнительно узких поперечниках. Их дно имеет вогнутую форму вследствие осыпания и смывания склонов. Ширина провалов поверху доходит до 1,5 км при длине до 3—5 км. В удалении от Селенги размеры провалов значительно меньше. По происхождению Тепхырские провалы являются тектоническими колодцами. Они образовались, как приходится думать, вследствие обрушивания потолков ранее возникших подземных полостей в гранитах и сиенитах, слагающих Ганзуринский хребет.

Весьма важно отметить, что признаки больших подземных полостей тектонического происхождения вдоль цепочки Тепхырских провалов находятся в полосе горизонтального сдвига.

Глава XI

БАЙКАЛО-СЕЛЕНГИНСКИЙ СДВИГ

Продольные неотектонические сдвиги существуют и в Средней котловине Байкала, где я их ранее описал (Ламакин, 1963в). Они продолжаются на юг вдоль р. Селенги в Забайкалье и Северную Монголию. Эти сдвиги имеют левый знак и объединяются под названием Байкало-Селенгинского сдвига.

На юго-восточном берегу Байкала тектонический изгиб горного склона установлен по постепенному поднятию древних волноприбойных линий четвертичного возраста, которые местами вдаются среди гор далеко в глубь берега. Кроме того, о тектоническом выгибе здесь можно судить и по общей пологости горного склона над озером.

Постепенное повышение волноприбойной линии IV древнебайкальской террасы в глубь берега хорошо заметно, например, в районе озера Котокель. На берегу Байкала рядом с озером Котокель древняя береговая линия расположена на высоте 4 м; в 2 км от Байкала на северо-западном берегу Котокеля — на высоте 11 м; на восточном берегу Котокеля в 12 км от Байкала — на высоте до 40—50 м; и, наконец, по р. Хаим и его притоку р. Заванде приблизительно в 25 км от Байкала отложения IV террасы залегают до высоты 140 м над Байкалом. Со времени возникновения IV террасы поднятие горного склона над Байкалом происходило здесь главным образом в результате тектонического выгиба без существенных разрывов. Надо думать, что и в предшествующее время горный склон подвергался подобной же деформации, т. е. разрывы имели второстепенное значение. Само озеро Котокель расположено в узком и неглубоком грабене, протянувшемся рядом с берегом вдоль тектонического выгиба.

Севернее устья Баргузинской долины в горный склон Баргузинского хребта косо вдаются со стороны Байкала в северо-восточном направлении небольшие односторонние грабены, замкнутые с противоположного конца. Они не только коротки и узки, но отличаются и малой величиной опускания. Я назвал их «защербам» (Ламакин, 1961б). Их дно, закрытое наносами, опущено приблизительно до уровня Байкала. Защербы протягиваются к северо-востоку по простиранию древней складчатости. Замечательно, что защербы образованы обрывистыми склонами преимущественно с северо-западной стороны, а противоположные их склоны сравнительно пологи. Следовательно, ориентировка асимметрии защербов та же, что у Байкальской впадины в целом.

Тектоническое происхождение защербов установлено главным образом по деформациям и разрывам древних береговых линий Байкала при проследивании их вдоль побережья. При приближении к защербам с севера волноприбойные линии четырех плейстоценовых террас постепенно поднимаются вдоль берега. Размах поднятия у каждой более верхней террасы больше по сравнению с нижерасположенной. Подойдя к устью защерба,

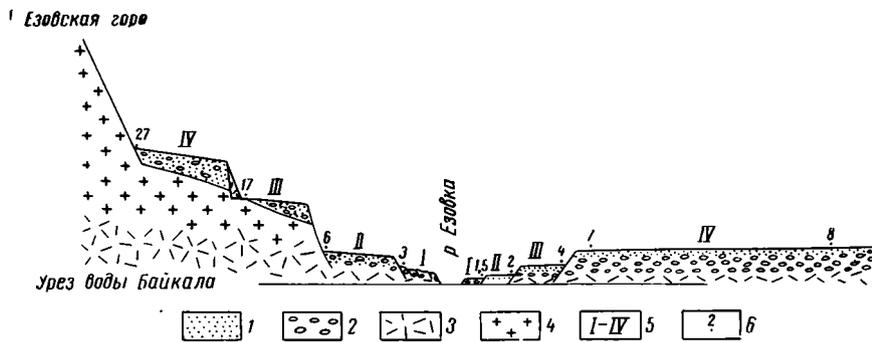


Рис. 29. Расположение древнебайкальских террас, разделенных сбросом в устье р. Езовки

1 — песок; 2 — галька; 3 — осыпь; 4 — гранит; 5 — порядковые номера террас; 6 — высота над уровнем Байкала (м), данные за 1960 г.

террасы обрываются, а на противоположной его стороне располагаются на гораздо меньшей высоте. Далее они опять полого поднимаются на юг к следующему защербу.

Террасы показывают, что защербы с северо-западной стороны образованы сбросами, а с юго-восточной — только перекосами и изгибами тектонических глыб. В глубь берега дно защербов полого поднимается вместе с заходящими в них участками террас, что зависит от пологого вспучивания Баргузинского хребта.

Самым типичным из защербов является Езовский, который протягивается от берега Байкала по р. Езовке на 20 км. Ширина защерба в средней части его протяжения в среднем 3 км, дно плоское. В Езовский защерб заходят отложения IV байкальской террасы (рис. 29).

Защербы в северной части восточного берега Байкала указывают на продольное растяжение восточного берега озерной впадины, которое происходит под углом к ее протяжению. Если Баргузинская долина связана с растяжением широкой площади, соседней с Байкалом, то защербы зависят от растяжения в том же самом направлении заднего борта самой Байкальской впадины.

Защербы характерны и для заднего юго-восточного борта Баргузинской долины. Один из них с весьма характерной формой вдается наискось в горный склон Икатского хребта по р. Улан-Бурге. Асимметричная форма этой широкой долины с той же ориентировкой, как и у Баргузинского грабена, еще в 1912 г. привлекла внимание В. К. Котульского (1915а).

На восточном побережье северной части Байкала, которое образовано Баргузинским хребтом, существуют еще своеобразные сквозные долины с дуговым протяжением. Концы дуг направлены к Байкалу. Эти долины образованы реками по тектоническим отколам горного склона Баргузинского хребта. Сквозные долины дугообразного протяжения особенно характерны для бассейнов рек Урбикан и Кабанья.

Южнее Баргузинского залива обращенность поперечных разрывов древних байкальских террас сохраняет южные румбы. Следовательно, и здесь продольное растяжение заднего борта Байкальской впадины направлено в общем в ту же сторону, что и на севере. Согласно ориентировка поперечных тектонических обрывов побережья прослеживается до устья р. Кики. Далее отсюда до устья Селенги деформации древнебайкальских береговых линий указывают, что обращенность тектонических обрывов изменяется от места к месту на противоположную. В одних случаях

обрывы смотрят на северо-восток по протяжению берега, а в других — тоже по протяжению берега, но на юго-запад. Здесь раздвижение борта Байкальской впадины происходит в противоположных направлениях.

На южном берегу Байкала и далее над Тункинской долиной преобладает обращенность поперечных сбросов к востоку, что указывает на продольное раздвижение борта Байкальской впадины к западу. Наиболее резко выражена восточная ориентировка поперечного сброса в устье р. Мурин (Ламакин, 1958). Этот сброс продолжается и под водой, отделяя Муринскую банку на дне Байкала от протянувшегося с ее юго-восточной стороны подводного желоба. Муринский подводный желоб — это тектонический защерб на дне Байкала. Сброс в желобе обращен на юго-восток, т. е. в ту же сторону, что и в северных защербах.

Неполная последовательность обращенности поперечных сбросов в Южном Прибайкалье дает основание считать, что продольное раздвижение заднего борта Байкальской впадины происходит здесь менее равномерно и несколько слабее, чем на севере.

Общая картина поперечных разрывов юго-восточной стороны Байкальской впадины показывает, что разрывы в более северо-восточной части впадины и в более юго-западной ее части обращены в общем навстречу друг к другу. Границей между участками с разной обращенностью разрывов служит побережье от р. Кики до Селенги (рис. 30).

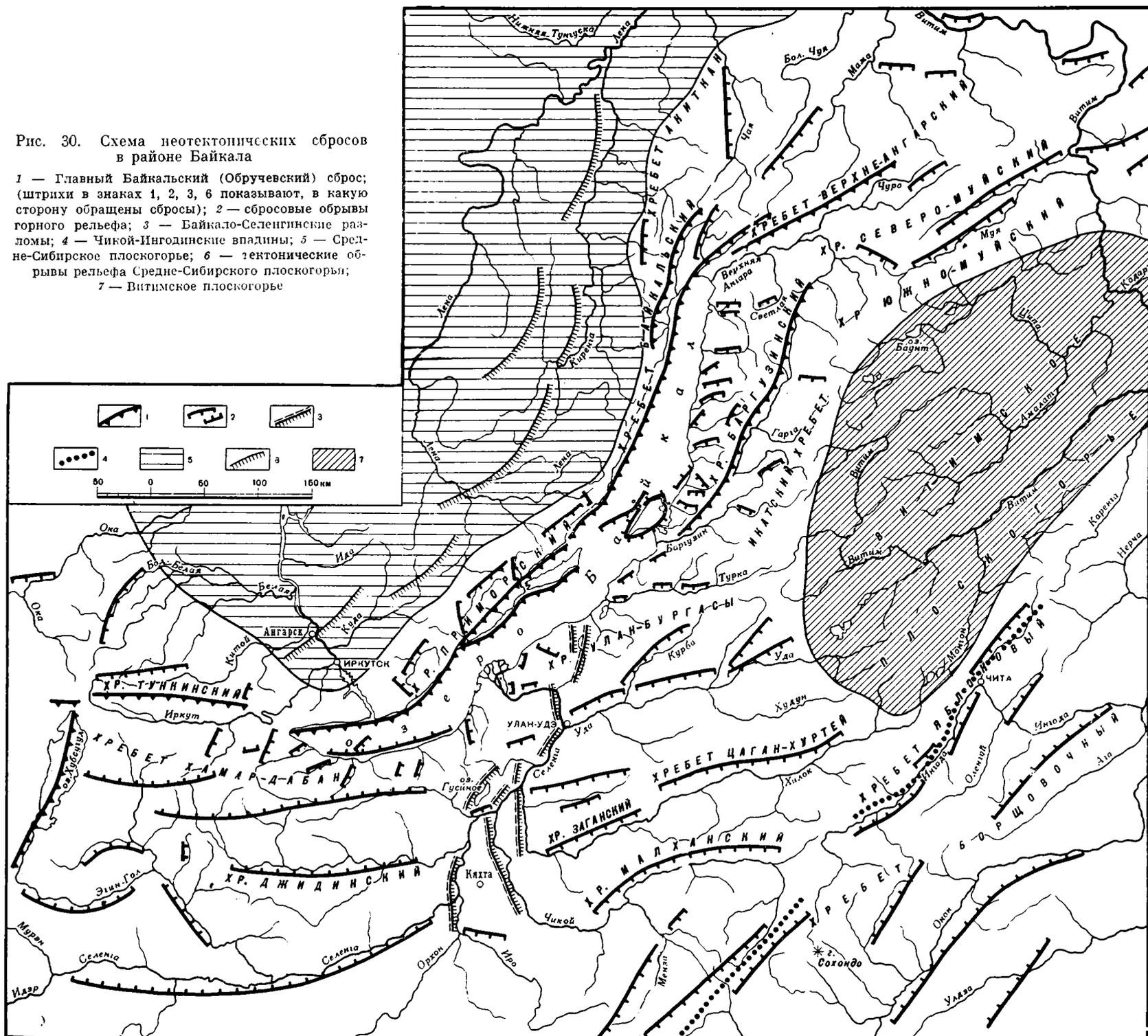
Встречная обращенность тектонических разрывов на юго-восточной стороне Байкала может зависеть от дугообразного протяжения его впадины. В самом деле, при одной и той же обращенности сбросов преимущественно на юго-восток они оказываются при пересечении дугообразного берега направленными навстречу друг к другу в обеих оконечностях озера, потому что оконечности протягиваются одна по меридиану, другая — по широте. Их разделяет участок берега возле р. Кики, который отличается северо-восточным протяжением, в связи с чем вдоль него пролегли параллельные сквозные долины Черского. Сбросовые склоны у них обращены прямо от берега на юго-восток. В сущности говоря, защербы в северной и южной частях побережья и сквозные долины в средней его части могли образоваться под влиянием одной и той же силы — раздвижения земной коры преимущественно в северо-западном направлении.

При дугообразном очертании Байкала одностороннее направление в раздвижении земной коры к северо-западу влечет за собой продольное растягивание побережья. Однако на всех участках побережья существуют и строго поперечные разрывы. В средней части юго-восточного побережья, между реками Баргузин и Селенга, поперечные разрывы пересекают сквозные долины. Поперечные разрывы можно объяснить только продольным раздвижением Байкальской впадины. В северной части Байкала растяжение направлено к северу, а в южной — к западу, т. е. в разные стороны. В середине между расходящимися концами береговой дуги в Байкал впадают самые крупные реки — Селенга, Турка и Баргузин.

Продольное растяжение заднего, т. е. юго-восточного борта Байкальской впадины, может объяснить и происхождение обоих ее концевых «отворотов», а именно Верхне-Ангарской и Косогольской котловин. Оба они завернуты в обратную сторону по сравнению с дугой Байкала и Тункинской долиной. Концевые котловины так резко завернуты, как будто отломаны от дуги. И простираение Обручевского сброса переломлено почти под прямым углом в месте сочленения концевых отворотов Байкальской впадины с ее основной средней частью. Образование Верхне-Ангарской и Косогольской котловин, по-видимому, находится в связи с продольным растяжением заднего борта Байкальской впадины и прилегающей к нему местности. Они образовались подобно Баргузинской долине и защербам на задней стороне Байкальской впадины. Развитие Верхне-Ангарской и Косогольской структур зависит не только от их поперечного растяжения

Рис. 30. Схема неотектонических сбросов в районе Байкала

1 — Главный Байкальский (Обручевский) сброс; (штрихи в знаках 1, 2, 3, 6 показывают, в какую сторону обращены сбросы); 2 — сбросовые обрывы горного рельефа; 3 — Байкало-Селенгинские разломы; 4 — Чикой-Ингодинские впадины; 5 — Средне-Сибирское плоскогорье; 6 — тектонические обрывы рельефа Средне-Сибирского плоскогорья; 7 — Витимское плоскогорье



как отрезков Байкальской впадины, но и от продольного растяжения ее юго-восточного борта.

На северо-западном берегу Байкала признаки его продольного растяжения выражены слабее. Очевидно, передний борт Байкальской впадины менее подвержен продольному раздвижению, чем задний. Это можно объяснить тем, что внутренняя сторона в дугобразно изогнутой впадине должна быть короче внешней. На северо-западной стороне Байкала и Тункинской долины незаметно поперечных грабен. Здесь поперечные разломы только разделяют широкие тектонические ступени тектонической лестницы, сменяющие друг друга вдоль протяжения берега. Некоторые ступени все же наклонены во внутрь и тем самым превращаются в очень мелкие грабеноподобные понижения. И на западном берегу, несмотря на меньшее растяжение, выделяются два участка с противоположной обращенностью тектонических поперечных обрывов навстречу друг другу. Только граница разной обращенности здесь находится севернее, чем на восточном берегу, и совпадает с Поперечно-Байкальским поясом разломов.

На западном берегу обращенность поперечных тектонических обрывов на юг хорошо заметна, начиная с губы Бургунду, над которой обрывается отрог горы Черского. Севернее сбросовые обрывы Куркулинской горы обрываются прямо в Байкал на южной стороне Котельниковского мыса. И еще далее на север тектонические обрывы, разрывающие поперек древне-байкальские террасы, обращены к югу. Это ясно видно в устьях рек Рели, Слюденки и Тыи, в урочище Топка, а также между Нижне-Ангарском и р. Холодной. Между разрывами расположены широкие более или менее горизонтальные ступени, которые прослеживаются вдоль берега на больших расстояниях. Каждая более южная ступень ниже более северной.

Южнее губы Бургунду поперечные разрывы берега распознаются труднее, так как здесь отсутствуют древние байкальские террасы. Но все же на большом расстоянии вплоть до мыса Рытого видно, что склоны с северной стороны многих поперечных ущелистых падей обрывистей противоположных. Кроме того, на южных сторонах мысов, образованных пролювиальными выносами, опускание берега происходит сильнее, чем на северных. Опускание берега усиливается ступенчато к югу. В эту же сторону и обращены обрывы над ступенями.

В средней части Байкала, с Кочериковского мыса и далее на юг, на длинном протяжении берега крутые поперечные обрывы, наоборот, обращены к северу. В эту сторону ориентированы поперечные сбросы Онгурёнского берега, входящие в систему Поперечно-Байкальского пояса разломов. Поперечный пояс пересекает западный берег между мысами Кочериковский и Замá. К северо-востоку смотрят сбросовые обрывы по рекам Бугульдейке и Голоустной. На восток обращены сбросы в истоке р. Ангары и на Маритуйском берегу.

Таким образом, на длинном протяжении котловины Байкала между Селенгой и Малым морем противоположные берега озера подвергаются продольному растяжению в противоположных направлениях: северо-западный — к югу, а юго-восточный — к северу. В Поперечно-Байкальском поясе граница противоположных раздвижений проходит вдоль пролива между полуостровом Святой Нос и архипелагом Ушканьих островов.

Полуостров Святой Нос является перекошенным горстом, вздыбленным к юго-западу. Древние террасы, сопровождающие его западную сторону, постепенно поднимаются от северной оконечности к юго-западной и здесь обрываются на мысу Нижнее Изголовье. Берег со стороны Чивыркуйского залива на северо-востоке сильно опущен. В отличие от этого Ушканий подводный порог вздыблен вдоль своего протяжения к северо-востоку и обрывается с этой стороны крутым сбросом (Ламакин, 1952б; В. А. Обручев, 1953, 1954).

В северо-восточном направлении вздыблена и глыба острова Ольхона, которая снижается к югу постепенно, а на север обрывается по двум сбросам. Между ними расположена тектоническая ступень, образующая Северо-Ольхонское плато, которое заканчивается над Байкалом мысом Хобой. На противоположной оконечности острова в проливе Ольхонские ворота берега отличаются разной крутизной. Южный берег пролива, обращенный к северу, круче и выше северного.

Разные направления продольного раздвижения противоположных берегов средней части Байкала заставляют признать, что на длинном участке вдоль озера происходит тектонический сдвиг, который можно назвать Средне-Байкальским. Он начинается в проливе между Ушканьими островами и полуостровом Святой Нос в Поперечно-Байкальском поясе разломов и протягивается отсюда на юго-запад, к устьям Кики и Селенги, вероятно, разветвляясь и занимаая более или менее широкую полосу.

С полосой Средне-Байкальского продольного сдвига связаны очаги многих сильных землетрясений, происшедших в Байкальской впадине. Если учесть все землетрясения за последние 100 лет только от 7 баллов и выше, то в дельте Селенги возникло два таких землетрясения: в 1861 г. силой 9—10 баллов, когда образовался залив Провал, и в 1871 г. силой 7—8 баллов. В 1959 г. произошло 9-балльное землетрясение по сдвиговой линии на дне Байкала близ дер. Сухой. В 1939 г. возникло 8—9-балльное землетрясение на линии сдвига между Ушканьим порогом и Нижним Изголовьем полуострова Святой Нос. Задолго до этого в 1869 г. близ Усть-Баргузина случилось землетрясение силой в 7 баллов.

Мне приходилось отмечать (Ламакин, 1960в), что очаги сильных байкальских землетрясений приурочены к юго-восточному берегу озера и расположены в местах пересечения изгибовой структуры берега поперечными разломами. Оставалось непонятным, почему землетрясения реже и слабее на северо-западном берегу Байкала, где проходит Обручевский сброс. Продольный сдвиг, проходящий рядом с юго-восточным берегом Байкала на юго-запад от полуострова Святой Нос к Селенгинской дельте, которая расположена на месте тектонического раздвига, объясняет распространение очагов сильных землетрясений.

Полоса Средне-Байкальского продольного сдвига продолжается на юг в Забайкалье вдоль Селенги и меридиональных отрезков нижних течений ее притоков — рек Хилок и Чикой (Ламакин, 1963в).

В связи с изучением горизонтальных сдвигов в Забайкалье весьма интересна тектоническая карта Селенгинской Даурии, составленная В. А. Обручевым (1914). На ней нанесены наряду с разными структурами и меридиональные дизъюнктивные линии. Они пересекают главные продольные структуры с восток-северо-восточным простиранием. Меридиональные разломы густо расчленяют полосу вдоль Селенги, захватывая окрестности Гусиного озера и нижние участки течений рек Чикой и Хилок. Здесь чаще и продольные разломы восток-северо-восточного направления, между которыми расположены небольшие короткие гряды. Вообще для Селенгинской полосы характерна особенно мелкая раздробленность тектонических глыб (рис. 31).

Близ Селенги горные мелкие гряды известны как хребты Бургутуй, Калиновый, Боргойский, Харгантуйский, Обманный и собственно гряды Бичурская, Тамирская, Кударинская и др. В районе Гусиного озера почти меридиональное направление приобретают даже продольные структуры, которые, приближаясь сюда с востока, заворачивают к югу. Таковы хребты Хамбинской и Моностой, а также Гусиноозерский грабен.

Вдоль меридиональных поперечных разломов в Селенгинской Даурии не образовалось самостоятельных грабенов и горстов. Поперечные дизъюнктивные линии на карте В. А. Обручева только пересекают продольные хребты и впадины, простирания которых близки к широтному. Однако

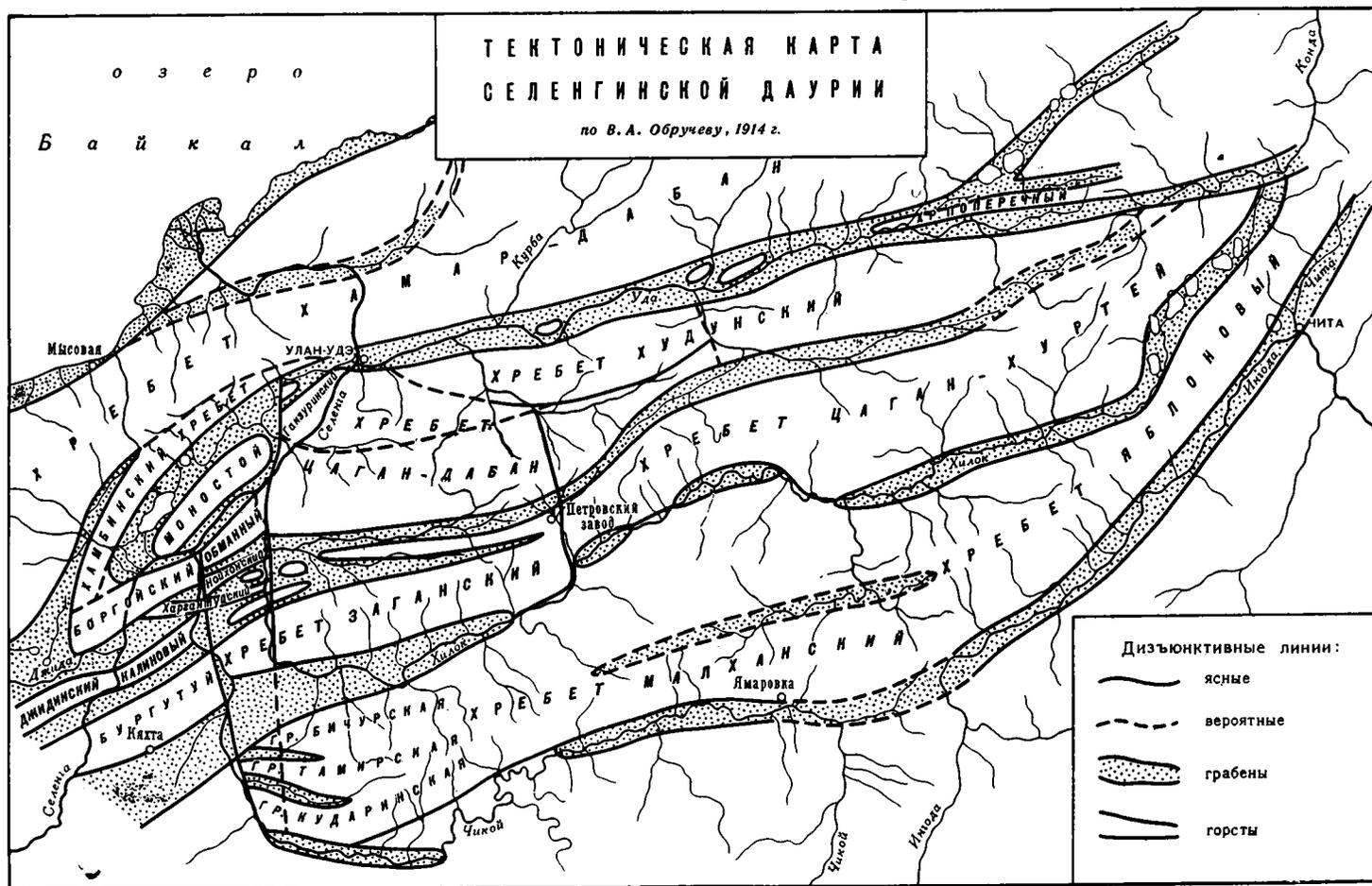


Рис. 31. Тектоническая карта Селенгинской Даурии (по В. А. Обручеву, 1914)

вдоль поперечных дизъюнктивных линий пролегли нижние участки течения крупных притоков Селенги — рек Чикой и Хилок. Севернее, ближе к Байкалу В. А. Обручев показал на своей тектонической карте «вероятную» дизъюнктивную линию вдоль меридионального отрезка Селенги ниже г. Улан-Удэ.

Забайкальские структуры созданы тектоническими изгибами и сбросами в земной коре, так же как и Байкальская впадина с окаймляющими ее горами. И эти структуры по существу глыбовые. Они образованы вертикальными опусканиями и поднятиями отдельных участков земной коры. Тектонические движения происходили в кайнозое в условиях растяжения земной коры. Я нахожу, что их допустимо называть и горстами, и грабенами, и прогибами, и выпячиваниями, выбирая тот или другой термин, чтобы оттенить в отдельных случаях большее значение соответствующей формы тектонических движений.

У главных продольных тектонических поднятий Селенгинской Даурии, протянувшихся в восток-северо-восточном направлении, ярко проявляется асимметричное строение. К востоку от полосы меридиональных селенгинских разломов все субширотные горные хребты круто обрываются на юг, а северные их склоны заметно положе. На большую крутизну южных склонов долин и горных хребтов Забайкалья обращали внимание и И. Д. Черский (1882), и В. А. Обручев (1929). Оба объясняли ее климатическими причинами. Черский считал, что склоны, обращенные к северу, отличаясь большей влажностью и лесистостью, сильнее размываются. Долины с этой стороны расширяются скорее. В. А. Обручев причину асимметрии находил в развитии мерзлоты на склонах северной экспозиции. Асимметрия склонов в Забайкалье привлекала внимание и последующих исследователей, которые также объясняли ее климатическими причинами, а именно большей сухостью и прогреваемостью южных склонов.

Однако климатической причиной можно объяснить только асимметрию эрозионных склонов, вообще склонов экзогенного происхождения. Это объяснение вполне применимо к асимметрии речных долин и денудационных склонов, которая характерна для эрозионного рельефа в Забайкалье, равно как и во всей огромной полосе континентального умеренного климата. Наряду с этим климатические причины оказываются совершенно ни при чем в образовании тектонических склонов горных хребтов и впадин. Эрозионную асимметрию рельефа не следует смешивать с тектонической.

Асимметричные формы горных хребтов и межгорных впадин Селенгинской Даурии свидетельствуют о том, что здесь глыбовые структуры с южной стороны в большей мере образованы сбросами, а с северной — в большей мере тектоническими изгибами. Хребты и межгорные впадины являются в основном односторонними или кососторонними горстами и грабенами или выпучиваниями и прогибами. Хребты к востоку от Селенги образованы сбросами главным образом с юга, а к северу их глыбы наклонены вследствие изгибаний и перекосов земной коры. Односторонняя обращенность сбросов к югу дает основание предполагать, что развитие глыбовых структур происходило здесь в условиях северного растяжения земной коры. Приняв во внимание точное простирание глыбовых структур, это направление можно определить как северо-северо-западное. В отличие от этого к западу от Селенгинской полосы меридиональных разломов одностороннее развитие неотектоники выражено слабее. Но особенно важно то, что главные тектонические обрывы горного рельефа обращены здесь преимущественно к северу. К ним относятся, например, большие сбросы внутри Хамар-Дабанского нагорья — сброс с северной стороны Дзон-Муруинских гольцов, сброс с северной стороны Малого Хамар-Дабана и его западного продолжения — Ключевских гор. Точно так же и Джидни-

ский хребет гораздо круче с северной стороны. Северная обращенность сбросов указывает на преобладающее раздвижение земной коры в противоположном направлении, т. е. к югу.

Таким образом, Селенгинская полоса меридиональных разломов разобщает две большие области с противоположными направлениями в тектоническом раздвижении земной коры. Это значит, что Селенгинские меридиональные разломы сопровождаются горизонтальными левобокowymi сдвигами. Как оказалось, Селенгинская полоса меридиональных разломов вместе взятых, намеченная В. А. Обручевым (1914) 65 лет назад, является вместе с тем и полосой большого горизонтального сдвига молодого возраста.

В моем описании большого Байкало-Селенгинского сдвига (Ламакин, 1963в) левого знака было отмечено, что его признаками в районе г. Улан-Удэ служат горизонтальные смещения полос распространения отложений гусиноозерской свиты верхнеюрского-нижнемелового возраста и отложений неогенового возраста. Смещения устанавливаются по данным подробной геологической съемки. Полосы отложений протягиваются вдоль Удинско-Иволгинской впадины в восток-северо-восточном направлении. Слева от Селенги они расположены на 2—3 км южнее по сравнению с их положением направо от реки. Соответственно смещен и сбросовый обрыв над Удинско-Иволгинской впадиной, который протягивается по южному подножию хребтов Хамар-Дабан и Улан-Бургасы. Смещение проходит по Селенге, разделяющей эти хребты (рис. 32). К северу от г. Улан-Удэ Се-

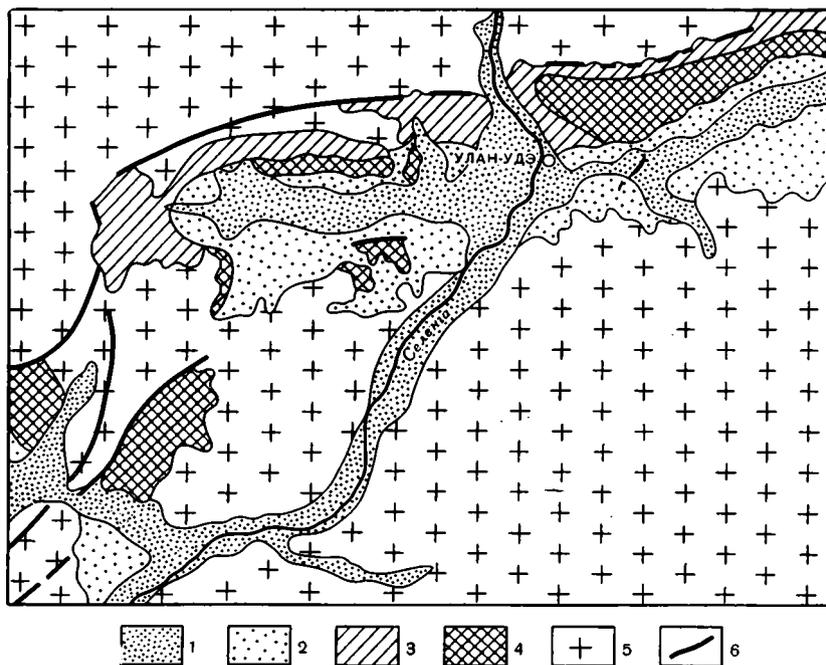


Рис. 32. Геологическая карта кайнозойских и мезозойских отложений в районе г. Улан-Удэ (по данным геологической карты Забайкалья, изданной под редакцией Г. Л. Падалки в 1958 г.)

1 — современные аллювиальные отложения; 2 — древние четвертичные речные и озерные отложения; 3 — неогеновые нерасчлененные отложения; 4 — юрско-меловые конгломераты, песчаники, глинистые сланцы (уголь) — «гусиноозерская свита»; 5 — кристаллические породы; 6 — разрывные нарушения

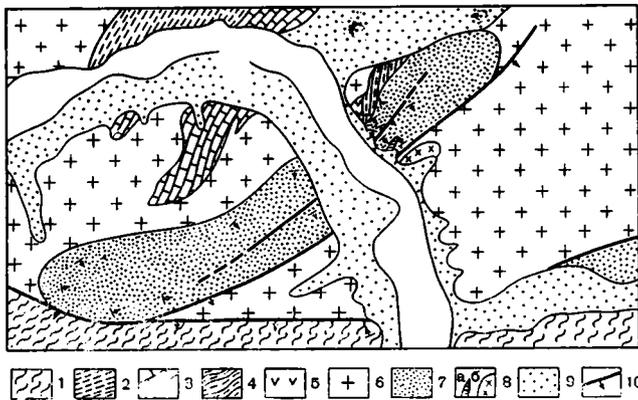


Рис. 33. Схема геологического строения участка около впадения в Селенгу р. Итанцы (по Л. И. Салопу, 1964)

Архей (?): 1 — гнейсы-мигматиты. Верхний протерозой: 2 — сланцы биотитовые; 3 — мраморы; 4 — диопсидовые роговиковые сланцы; 5 — метавулканиды; 6 — гранитоиды баргузинского комплекса. Нижний палеозой: 7 — конгломераты татауровской свиты; 8 — гранитоиды джиджинского комплекса (а — дайка аплита, б — сиенито-диорит). Кайнозой: 9 — четвертичные аллювиальные отложения; 10 — линия надвига

ленга течет в молодом тектоническом расщелье вдоль сдвига, который разорвал горные хребты¹.

В 35 км к северу от г. Улан-Удэ Селенга пересекает надвиг протерозойских гранитов на конгломераты татауровской свиты. Этот надвиг был предположен В. Н. Даниловичем (1960), а затем обстоятельно описан и показан на карте Л. И. Салопом (1964, стр. 434). Он получен в геологической литературе название Татауровского надвига. Место пересечения надвига Селенгой находится в 4 км выше по течению от устья Итанцы (рис. 33).

Линия Татауровского надвига простирается по азимуту 55°. Он направлен фронтом к северо-западу. Хотя Л. И. Салоп не упоминает горизонтального сдвига, секущего надвиг, но на составленной им карте района Татаурова ясно видно горизонтальное смещение линии надвига по разрыву вдоль Селенги. Разрыв простирается почти в меридиональном направлении. Продолжение линии надвига справа от течения Селенги смещено на 2 км к северу от участка той же линии, находящегося с левой стороны Селенги. Подобно этому и точно на такое же расстояние сдвинута также линия параллельного второстепенного надвига, нанесенная на карте Салопа внутри конгломератовой толщи ближе к устью Итанцы. Наконец, подобным же образом смещен и весь участок конгломератового поля на правой стороне реки относительно левобережного конгломератового участка.

Замечательно, что и в рельефе склонов Селенгинской долины в районе Татауровского надвига можно заметить соответственные смещения. Так, падь Нижняя на правой стороне Селенги сдвинута на 2 км к северу относительно пади у селения Старое Татаурово на левой стороне реки. Обе пади простираются одинаково в северо-восточном направлении навстречу друг к другу. Вероятно, они размыты в одной и той же зоне ослабленных горных пород на крыле надвига.

¹ Расщельями я предложил называть узкие тектонические долины, которые образуются в начале развития односторонних грабенов (Ламакин, 1963в).

Молодой сдвиг, пересекающий Татауровский надвиг, очевидно, образовался в неогене и четвертичном периоде. Об этом можно судить по совершенно одинаковому размаху сдвига в древней надвиговой структуре и в современном рельефе склонов речной долины.

Селенга перед устьем Итанцы слегка отклоняется от северного направления к северо-западу. Хотя она образовала долину в общем вдоль неотектонического сдвига с меридиональным простиранием, направления долины и сдвига слегка расходятся. Это объясняется эрозионной разработкой долины в ширину одновременно с ее углублением вдоль сдвига в связи с дальнейшим крутым поворотом влево ниже устья Итанцы. Это одно из довольно наглядных проявлений депривации речной долины.

На всем протяжении между г. Улан-Удэ и устьем Итанцы Селенга течет по разлому с левосторонним сдвигом. Разлом протягивается в меридиональном направлении. Он разделяет северо-восточную оконечность Хамар-Дабана и горы Улан-Бургасы. Здесь на правых притоках Селенги — реках Уналей и других — легко заметить обрывистость склонов долин к югу, что указывает на тектоническое раздвижение к северу, сопровождаемое широтными небольшими расколами и сбросами. В отличие от этого на левой стороне р. Селенги горная глыба, образующая северную оконечность Хамар-Дабана между Татауровым и речками Еловкой и Пьяной, круто обрывается во все стороны. Вероятно, это связано с тем, что она не подвергается горизонтальному смещению в северном направлении. Дальше в Хамар-Дабане появляются признаки горизонтальных смещений в юго-западном и южном направлении. Все это вполне согласуется с левым знаком Селенгинского сдвига.

Если обратиться к тектонической карте В. А. Обручева, то и на ней заметны изломы контуров большинства горстов и грабенных при пересечении их меридиональными разломами. В западных частях контуры сдвинуты к югу.

Из позднейших исследователей В. Н. Данилович (1960, стр. 26) допускал возможность, что меридиональные поперечные разломы в Селенгинской полосе Забайкалья обладают значительной сдвиговой составляющей. Во всяком случае, как он сообщает, здесь «констатированы смещения продольных разрывов поперечными, а также и обратные соотношения».

Можно предположить, что величина горизонтального смещения по неотектоническому сдвигу в Селенгинской полосе Забайкалья за неогеновое и четвертичное время, хотя и невелика, но все же превосходит вертикальные составляющие неотектоники в этой местности. Замечательно, что и в Селенгинской Даурии очаги наиболее сильных землетрясений известны только в районе городов Кяхта и Селенгинск. Они и здесь приурочены к сдвигам, как и в Байкальской впадине.

Селенгинская полоса меридиональных разломов со сдвигами протягивается от г. Улан-Удэ к северу сначала вдоль меридионального участка течения Селенги, а затем по сквозной долине рек Итанцы и Кики, которая имеет тектоническое происхождение подобно другим сквозным долинам юго-восточного побережья Байкала. Здесь «левый» Селенгинский сдвиг соединяется с таким же «левым» Средне-Байкальским сдвигом, который простирается вдоль юго-восточного борта Средней котловины Байкала. Как и на р. Селенге, сдвиг разделяется здесь на отдельные ветви. Часть из них сопровождает сквозные долины Черского в глубине побережья (Ламакин, 1963б).

Значительное сдвиговое смещение левого знака заметно в Максимицкой сквозной долине, протянувшейся на юго-запад от Баргузинского залива сзади Катковской горной гряды. Сдвиг можно узнать на схематической карте северо-восточной части Безымянного хребта, составленной Л. И. Салопом (1964, стр. 38). Безымянным хребтом этот исследователь называет Катковскую гряду. На карте Салопа с юго-восточной стороны

гряды вдоль ее подножия протягивается четвертичный сброс. Однако это не только сброс, но и сдвиг. Он ясно выражен в виде горизонтального левого смещения в мраморах «крестовой свиты» архейских пород в 10 км от берега губы Максимихи. Размах сдвига равен 0,5 км.

В дополнение к этому следует обратить внимание на левый зигзаг р. Максимихи при пересечении другого четвертичного сброса, который параллелен первому и тоже изображен на карте Л. И. Салопа. Речной зигзаг находится в 5 км от берега губы Максимихи там, где река вступает в полосу кристаллических пород, разделяющую на два поля четвертичные отложения на дне тектонической долины. Размах зигзага равен 0,5 км. Зигзаг при пересечении рекой четвертичного сброса, вероятно, имеет деправационное происхождение. Он образовался под влиянием тектонического сдвига соответствующего знака и размаха. Можно предполагать, что вдоль юго-восточного борта Средней котловины Байкала проходит частью под водой, частью в глубине побережья серия из нескольких параллельных сдвигов левого знака.

Средне-Байкальский и Селенгинский сдвиги составляют вместе длинную полосу Байкало-Селенгинского сдвига в общем меридионального направления, который начинается от Поперечно-Байкальского пояса разломов между Ушканьими островами и полуостровом Святой Нос и протягивается через Селенгинскую Даурию в пределы Монголии. Длина сдвига на одной только территории Сибири равна 400 км.

На юге Забайкалья одна из линий Байкало-Селенгинского сдвига, прочерченная мной на карте вдоль нижнего меридионального течения р. Хилок (Ламакин, 1963, рис. 4), более обстоятельно описана теперь В. С. Доржиевым (1967) под названием Нижне-Хилокского разлома. По данным В. С. Доржиева, протяженность этого разлома составляет не менее 100 км. Сдвиговый характер дислокаций установлен по относительному смещению в горизонтальном направлении контуров нижнемеловых терригенных отложений и отдельных массивов кристаллических пород, а также по соотношению аномального магнитного поля на лево- и правобережье Хилка. Сдвиговый разлом отличается прямолинейностью. Размах горизонтального смещения по Нижне-Хилокскому разлому равен 4—5 км.

Продолжающееся в настоящее время изучение неотектонических горизонтальных сдвигов в Восточной Сибири свидетельствует о том, насколько плодотворным оказалось открытие В. А. Обручевым глыбовой тектоники и, в частности, поперечных разломов меридионального простирания, пересекающих продольные главные структуры восток-северо-восточного протяжения в Забайкалье. Из научных открытий и новых идей особенно ценны те, которые служат живым глубоким корнем для разностороннего развития в дальнейшем. Таким прочным корнем являются работы В. А. Обручева.

В связи с этим интересно отметить горизонтальный сдвиг и по Хараузскому поперечному разлому в 120 км восточнее полосы Байкало-Селенгинского сдвига, отмеченный В. С. Доржиевым. Хараузский разлом имеет северо-западное направление и прослежен на расстоянии более 40 км. Он пересекает восточную оконечность Заганского хребта по речке Обор, правому притоку Хилка в его среднем течении, проходит в восточном конце Тугнуйской впадины у селения Харауз и продолжается далее на север в хребте Цаган-Дабан. Разлом состоит из различных дизъюнктивов с преобладанием горизонтальных сдвигов. Направление сдвигания левое. Его размах в южной части около 1 км.

Хараузский разлом протягивается в 20 км западнее поперечного разлома, показанного В. А. Обручевым (1914) на тектонической карте Селенгинской Даурии. Разломы параллельны и находятся рядом. Поперечный разлом, показанный В. А. Обручевым, переходит к северо-западу от Хилка по его правому притоку речке Болеге до г. Петровска-Забайкальского, откуда продолжается на север по горной поперечной долине,

ограничивающей с востока хребет Цаган-Дабан. Далее он направляется к речке Ильке, которая протекает у южного подножия Худунского хребта. Этот большой разлом разделяет хребты Заганский и Цаган-Хуртей, которые являются как бы продолжением один другого. При этом Цаган-Хуртей смещен к северу приблизительно на 20 км по сравнению с Заганским хребтом. Одинаковое смещение можно заметить и в широтной полосе тектонических впадин, через которые течет к западу Хилок. Соответствующий левый зигзаг делает здесь и сама река Хилок.

Возникает вопрос, не является ли крупный поперечный разлом у г. Петровска-Забайкальского левым сдвигом большого размаха. Если такое предположение окажется правильным, то Хараузский разлом придется, вероятно, считать только боковым проявлением в системе Петровско-Забайкальского сдвига. Ответ на поставленный вопрос должны дать исследования в ближайшие годы.

Следует также предположить, что горизонтальные составляющие участвуют в неотектонике и в других местах обширного Забайкалья. По крайней мере значительный правый сдвиг с размахом в 5—10 км, протянувшийся в северо-западном направлении по Витимскому плоскогорью через бассейны Конды, Холоя и далее по речке Хыбыкте, левому притоку Витима, отмечается В. С. Доржиевым. Существуют сведения и о других неотектонических сдвигах в Забайкалье. По мнению Доржиева, развитие забайкальских сдвигов происходило в самом конце мезозоя, после нижнего мела, а также и в кайнозое. К сожалению, остается неизвестным, какая доля в размахе сдвиговых движений за такое продолжительное время приходится на неотектонический этап развития забайкальских структур.

Глава XII

ВОСТОЧНО-САЯНСКИЕ СДВИГИ

На северном берегу Байкала в районе истока р. Ангары начинается большой Байкало-Саянский сдвиг правого знака. Он служит как бы продолжением Южно-Байкальского. Байкало-Саянский сдвиг протягивается более чем на 700 км к северо-западу по древним краевым разломам Сибирской платформы, сопровождая на большом расстоянии внешнюю полосу Восточно-Саянского нагорья.

Близ Байкала с правой стороны Ангарского истока сдвиг образует правые зигзаги речек Крестовки (в 5—6 км от пос. Лиственничного) и Банной (в 2 км от правого берега р. Ангары). Размах зигзагов равен приблизительно 1,5—2 км. Затем сдвиг пересекает р. Ангару в 5 км от истока. Ангара близ истока очень молода, образовалась после максимального оледенения (Ламакин, 1957), поэтому медленно происходящий сдвиг не успел изогнуть ее русло.

Далее на северо-запад сдвиг прослеживается по согласным правым зигзагам рек Подорвиха, Иркут (у селения Моты), Китой, Онот (перед впадением в р. Малую Белую), Урик, Большая Белая, Ока, Тагна, Ия, Уда, Малая и Большая Бирюса (выше слияния с ней р. Малой Бирюсы) и др. Здесь размах сдвига увеличивается, так что связанные с ним речные зигзаги достигают 7—10 км. Начиная с р. Ия, сдвиг, сохраняя северо-западное простирание, несколько отходит от горного подножия в глубь Восточных Саян, граница которых отклоняется к северо-северо-западу.

После пересечения р. Бирюсы сдвиг прослеживается в северо-западном направлении через правые зигзаги рек Нерца, Тагул и Туманшет. Затем он выходит в Канскую впадину. Здесь по сдвигу перед впадением в р. Кан течет р. Агул. Южнее устья Агула сдвиг обозначается правым поворотом р. Кан с размахом в 7—8 км. Впрочем, эта деформация реки отличается значительной плавностью.

Байкало-Саянский неотектонический сдвиг развивается в общем по древнему Байкало-Саянскому глубинному разлому, который возник в начале протерозоя. Древний разлом описан в последнее время И. П. Бузиковым (Бузиков и др., 1964). Приходится, однако, оговориться в том отношении, что молодой сдвиг точно совпадает с древним разломом только на северо-западе, начиная с р. Урик. Ближе к Байкалу сдвиг только местами проходит по участкам древних разломов сравнительно короткой протяженности. В то же время большой глубинный разлом с названием Байкало-Саянский показан на картах И. П. Бузикова (Бузиков и др., 1964) проходящим южнее к оконечности Байкала (к Култугу). Таким образом, неотектонический сдвиг не полностью наследует направление большого древнего разлома.

Одним из частных проявлений Байкало-Саянского сдвига следует считать описанный О. В. Павловым (1961) молодой сдвиг с размахом более 100 м на правом берегу Ангары в 5 км от истока. Сопутствующий сброс имеет в размахе только 25 м. Сдвиг протягивается приблизительно в широтном направлении и продолжается на левом берегу реки. Сдвиг возник в древней структуре известного Ангарского надвига докембрийских пород на юрские отложения и относится к неотектоническому этапу геологической истории Прибайкалья. Древний надвиг подробно изучен В. Н. Даниловичем (1949, 1950), а перед тем описывался В. П. Масловым и М. М. Лавровым (1933) и другими геологами.

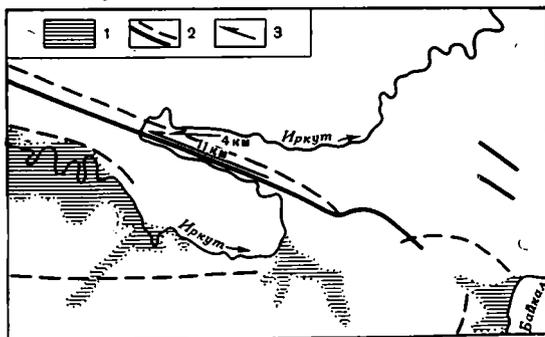
Неотектонический сдвиг, пересекающий Ангару, протягивается почти по простиранию древнего надвига. Вероятно, молодые сдвиги развиваются и к юго-востоку от Ангары вдоль простирания надвига, линия контактов которого, по наблюдениям В. Н. Даниловича (1949), уходит возле пади Большой Варначки на дно Байкала и прослеживается затем близ берега до мыса Соболева.

В полосе молодого сдвига, развившегося вдоль простирания верхнеюрского надвига между Ангарой и падью Большой Варначкой, протягивается цепочка небольших понижений в горных водоразделах между речными падами. Она наискось пересекает оконечность Приморского хребта. Эти понижения были замечены Н. И. Соколовым (1957) и приняты им за следы древней долины Ангары. Должных оснований к этому у Н. И. Соколова не было. Гораздо вероятней, что цепочка понижений образовалась вследствие местной эрозии ослабленных горных пород в полосе тектонического разлома.

Байкало-Саянский сдвиг обеспечивает раздвижение земной коры, которое необходимо для образования во внешней полосе Восточных Саян многих горных хребтов с поперечным расположением относительно общего простирания горной системы в целом. К ним относятся Бельские гольцы, Бирюсинский, Гутарский и другие хребты.

Близ юго-западной оконечности Байкала находится особенно выразительный Зыркузунский сдвиг, благодаря которому р. Иркут образует необыкновенно длинную и узкую петлю. В этом месте река обходит в глубоком ущелье узкую горную преграду, известную под названием Зыркузунского хребта. Здесь сдвиг является левосторонним. Он простирается к запад-северо-западу, точно совпадая с древним разломом докембрийского возраста, который был впервые замечен И. А. Молчановым (1934) далее к северо-западу в центральной части Саян и назван Большим разломом. Сдвиг происходит по двум сторонам Зыркузунской петли, причем сдвиговые линии сходятся в ее вершине, где находится устье Взъёмного ручья. По этому ручью сдвиг продолжается далее на запад-северо-запад. Общий размах сдвига составляет 15 км (рис. 34).

Рис. 34. Зыркузунский сдвиг
1 — четвертичные отложения; 2 — древние разломы; 3 — молодые сдвиги



Образованию крупных поворотов Иркутта, обходящего с противоположных сторон Зыркузунский хребет, несомненно способствовала сильная трещиноватость горных пород в этом районе. Однако главная причина возникновения Зыркузунской петли заключается в тектоническом сдвиге, который разорвал старую речную долину на три части: в начале и конце петли и в ее вершине.

Зыркузунская петля исследована и описана многими геологами. Более 100 лет назад Н. И. Бакшевич (1856) признал ущелье Иркутта в петле и далее до селения Моты трещиной в земной коре. И. Д. Черский (1886, стр. 36—37) указал, хотя и не вполне определенно, признаки тектонического «сдвига» в древних кристаллических породах возле устья ручья Зубкогун, рядом со Взъёмным ручьем. Однако он при этом отметил только «пассивную роль этого перемещения по отношению к современной конфигурации местности», считая происхождение рельефа исключительно эрозионным. В. Рязанов (1898) нашел, что горные породы на южном склоне Зыркузунского хребта динамометаморфизованы. Этот склон утесист до самого верха. На вершине хребта находится базальтовая площадка. Под базальтом в шурфе на глубине 6,5 м обнаружен туф с окаменелым стволиком (веткой?) хвойного дерева. И. В. Мухометов (1904) обратил внимание на крайне сильную речную эрозию, а также «размягчение» и неустойчивость горных пород в речной петле. По всему этому видно, что Зыркузунский неотектонический сдвиг точно совпадает по расположению с древним разломом. Древний разлом показывается здесь и на современных геологических картах. Молодой сдвиг стал развиваться, по-видимому, после излияния базальтов, слагающих покров на древнем гнейсе Зыркузунского хребта.

Зыркузунский сдвиг, развивающийся в неогене и четвертичном периоде, разграничивает широкое поле архейских пород Шарыжалгайского комплекса на северо-востоке и поле протерозойского гранита на юго-западе. Граница Сибирской платформы здесь очень отчетлива.

Перед Зыркузунской петлей р. Иркут течет через широкую Торскую котловину, заполняя ее аллювием. Эта котловина входит как составная часть в Туинскую долину.

По выходе из котловины Иркут вскоре принимает справа два притока — реки Малую и Большую Быструю. Затем Иркут внезапно поворачивает налево и на расстоянии 15 км течет в обратном направлении к запад-северо-западу в очень узком ущелье глубиной около 500—600 м. Необыкновенная прямизна ущелья выдает его тектоническую природу. Ущелье находится на линии сдвига. Посредством сдвига далее лежащий участок долины Иркутта оторван от той части реки, которая находится выше по течению от ущелья. При этом нижележащий участок смещен на 15 км к северо-западу, т. е. не только в сторону, но и в обратном направлении по отношению к общему направлению течения реки. Зыркузунский сдвиг является левым. Он обеспечивает расщеление Южной котловины Байкала в северном направлении.

По сдвиговому ущелью Иркут сначала течет до впадения в него слева ручья Ирхонцык-Взъём, а затем посредством крутого правого поворота возвращается к своему прежнему восточному направлению. Здесь долина Иркутта расширяется и образует две извилины. Вскоре река скатывается по крутому порогу, и от устья речки Подпорожной вступает в меандры, глубоко врезаемые в древний пенеплен Олхинского плоскогорья. В меандрах р. Иркут течет в общем на северо-восток к Ангаре.

Зыркузунский сдвиг необыкновенно выразителен. Из ущелья р. Иркутта он, по-видимому, прямо продолжается далее на запад-северо-запад по ручью Ирхонцык-Взъём. Сдвиг пересекает вкось полюс расщеления земной коры, которая сопровождается в обе стороны от сдвига Обручевским сбросом.



XXII. Р. Урбикан, прорезающая морену у подножья Баргузинского хребта на восточном берегу Байкала.



XXIII. Река Езовка плавно течет в широком тектоническом защербе горного склона Баргузинского хребта. Снято вверх по течению. Над защербом — Езовская гора



XXIV. Волноприбойный галечник у подножья Езовской горы на берегу Байкала

В последнее время Н. И. Соколов (1957) пытался без должных оснований отрицать как тектоническое происхождение Зыркузунской петли, так и существование здесь ущелья, по которому течет Иркут. Он писал, что это не ущелье, а просто долина, хотя вместе с тем указывал, что она имеет ширину всего в 100 м. Такая ширина равна ширине реки, которая, следовательно, течет все же в настоящем ущелье; пойма почти не развита, можно сказать, отсутствует.

По мнению Н. И. Соколова, Иркут образовал петлю вследствие подпруживания языком древнего ледника, спускавшегося с Хамар-Дабана. Река Иркут была вынуждена найти себе новый путь через водораздел в долину ручья Ирхонцык-Взъём и направиться к Ангаре. Н. И. Соколов, придерживаясь старого мнения П. А. Кропоткина (1867) о том, что прежде Иркут впадал в Байкал. Однако это мнение давно оспаривалось вследствие отсутствия следов устья Иркуты, в частности его наносов на побережье Байкала, а равно и признаков течения этой большой реки между Зыркузунской петлей и озером, где проходит небольшая падь речки Култучной.

Зыркузунскую петлю нельзя объяснить врезанием Иркуты по унаследованному направлению какой-то древней излучины, возникшей среди пенеплена, который прежде существовал в районе Байкала. Петля совсем не похожа на старую врезанную меандру из-за необыкновенно резких поворотов ущелья, в котором течет р. Иркут. Ущелье в вершине петли два раза поворачивает под прямым углом. Такие повороты, если бы они были древними, не могли сохраниться при углублении ущелья речной эрозией. За длительное время врезания реки они неизбежно притупились бы и даже округлились. Вершина петли приняла бы при этом плавное дугообразное очертание, характерное для врезанной меандры. Петля стала бы похожей, в частности, на врезанные меандры Иркуты ниже по течению от Зыркузунской петли.

Подобные закругления в направлении реки образовались бы также и в начале и в конце петли. Она сузилась бы здесь еще больше, что при ее большой длине привело бы к образованию обычной шейки меандры. За время врезания глубокого ущелья шейка меандры, вероятно, прорвалась бы, так что Зыркузунский хребет мог вполне обособиться от соседнего горного пространства. Ничего подобного в действительности нет.

Примечательно, что русло Иркуты в петле, несмотря на глубину и угость ущелья, свободно от порогов, тогда как, пройдя петлю и оказавшись во врезанных старых меандрах, река образует несколько порогов, следующих один за другим по ее течению. Из них более значительны Косая шивера, пороги Бык и Мотский. Пороги — явление нормальное в сильно врезающемся ущелье. Поэтому их отсутствие в петле согласуется с не эрозионным углублением Зыркузунского ущелья.

Вместе с тем и уклоны реки в петле сравнительно невелики. В начальном колене петли уклон Иркуты составляет в среднем 2,4 м на 1 км расстояния, а далее, ниже устья р. Зубкогун, он равен 2,1 м на 1 км расстояния. Приблизительно с таким же уклоном Иркут течет и на порожистом участке во врезанных меандрах между порогами Бык и Мотским, где долина отличается меньшей глубиной.

Из указанных особенностей Иркуты и его русла следует, что Зыркузунское ущелье в основном не эрозионное, а тектоническое. Его происхождение обусловлено большим сдвигом. Эрозия только обрабатывает ущелье, придавая ему свои черты, например последовательность снижения речного русла. Река подтачивает снизу утесы, поддерживает их крутизну и вместе с тем несколько расширяет русло. Но главное в Зыркузунском ущелье то, что оно является грандиозным проявлением тектонической депрессии эрозионного рельефа.

Древний разлом, по которому происходит молодой Зыркузунский сдвиг, образовавший петлю Иркута, известен в последнее время под названием «Главного Саянского разлома» (Бузиков и др., 1964). Впрочем, на геологической карте Восточных Саян, составленной под редакцией С. В. Обручева (Обручев и др., 1964), этот разлом, сопровождаемый полосой мощных милонитов, назван «Саяно-Байкальским».

На прямом продолжении Зыркузунского сдвига к западу-северо-западу расположены своеобразные участки течений р. Китой и ее левого притока речки Китойкина.

Пользуясь ослабленной полосой милонитов, связанных с древним разломом, Китой течет по ней, врезая долину на восток-юго-восток на протяжении 7 км, изменив от устья р. Китойкин свое предшествующее восточное направление. Вдоль той же полосы милонитов расположено почти все течение Китойкина длиной в 25 км. Общая протяженность долины Китойкина и Китоя, образованной избирательной эрозией рек в ослабленной полосе милонитов, превосходит 30 км. Эта долина отличается необыкновенной прямолинейностью соответственно с протяжением древнего разлома (рис. 35).

В верховьях р. Белой на продолжении той же полосы милонитов, к запад-северо-западу от верховья Китойкина, расположены левые зигзаги рек Большой и Малой Белой, Онота, Урика и Ермы. Однообразное направление зигзагов рек, пересекающих полосу докембрийских милонитов, свидетельствует о молодом сдвиге, который можно обозначить названием

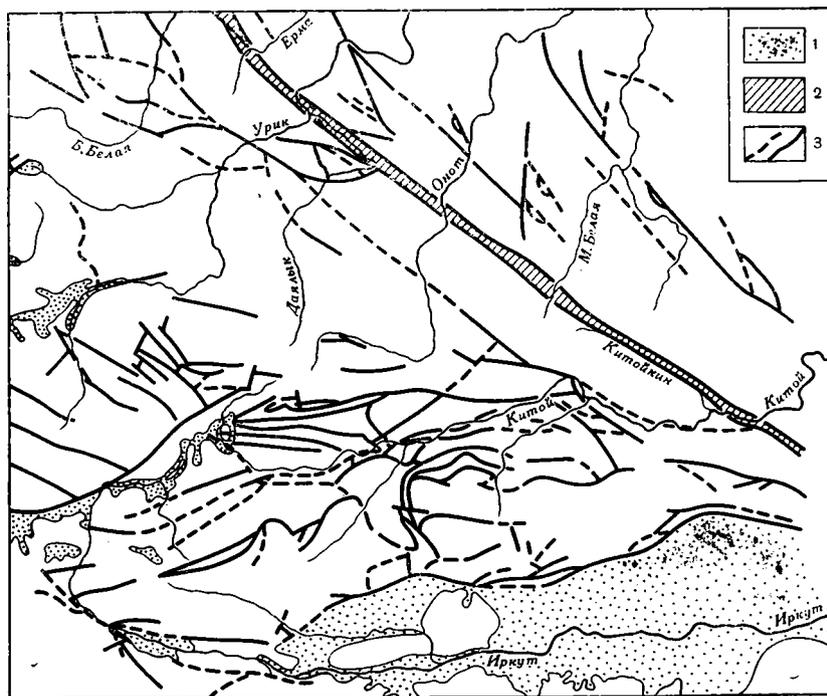


Рис. 35. Левые зигзаги рек в верховьях р. Белой и прямое течение рек Китойкина и Китой в полосе милонитов по Главному Саянскому разлому (из геологической карты, изданной в 1964 г. под ред. С. В. Обручева)

1 — четвертичные отложения нерасчлененные; 2 — милониты в зоне Главного Саянского разлома («Саяно-Байкальского» по С. В. Обручеву); 3 — установленные и предполагаемые разрывные нарушения

Верхне-Бельский. Его знак тоже левый, как и Зыркузунского сдвига. Размахи зигзагов р. Олот — 3 км, а р. Урик — 6 км. Зыркузунский и Верхне-Бельский сдвиги левого знака можно, по-видимому, объединить в один общий Зыркузунско-Бельский сдвиг. Его длина 200 км.

Правый приток р. Урик — речка Даялык — подобно р. Китойкин течет на значительном расстоянии вдоль полосы древних милонитов и отличается прямизной направлением к западу-северо-западу. Длина этого участка реки равна 15 км. Долины Китойкина и Даялыка позволяют считать, что, кроме поперечно-сдвиговых участков речных долин, выраженных соответствующими зигзагами своего протяжения, существуют еще продольно-сдвиговые долины, которые отличаются необыкновенной прямизной протяжения. В то время как поперечно-сдвиговые долины образованы непосредственно движениями земной коры, разрывающими и смещающими относительно друг друга ее соседние участки, продольно-сдвиговые долины являются эрозионными по своему происхождению. Они вытянуты вдоль ослабленных горных пород по древним разломам, по которым происходят молодые сдвиги. Тектонические условия имеют в их образовании сравнительно пассивное значение. Тектонические движения могут сказаться местами только в некотором расщелении земной коры по молодому сдвигу или вообще по молодому разлому.

Левосторонние сдвиги Зыркузунский и в верховьях р. Белой зависят от замедленности северного смещения того угла Восточных Саян, который прилегает к Тункинской долине, составляющей звено Байкальской впадины. Здесь смещение нагорья уравнивается с платформенным. Наиболее быстро смещается к северо-западу внешняя полоса Восточных Саян, ограниченная со стороны платформы Байкало-Саянским правым сдвигом, а со стороны внутренней полосы гор — Зыркузунско-Бельским левым сдвигом. Оба сдвига при этом расходятся, удаляются один от другого в направлении движения расположенной между ними горной полосы. Она имеет клинообразное очертание с тупой оконечностью. Эта полоса как бы выдвигается к северо-западу из соседних тектонических глыб.

В Северном Прибайкалье существует несколько таких горных глыб, очертания которых заострены к югу. Очень характерны в этом отношении глыба Баргузинского хребта и глыба полуострова Святой Нос. Они тоже выдвигаются наподобие «зубьев» к северу из соседнего пространства. Их смещение к северу происходит, вероятно, тоже по тектоническим разломам.

Юго-восточный угол Сибирской платформы, которая смещается на северо-запад, ограничен краевыми сдвигами. По-видимому, это заострение платформы в виде угла по своему происхождению связано с ее горизонтальным сдвиганием к северо-западу. Такие же характерные заострения на юго-восточных концах свойственны Русской и другим платформам. Заострены к югу и очертания современных материков.

Вопрос о происхождении южных заострений континентальных глыб издавна интересовал многих ученых. Например, А. П. Карпинский (1888) обращал внимание на то, что «клинообразное южное окончание материков и их частей (Индия, Гренландия и пр.)» может зависеть от «вращательного движения Земли или внешних астрономических причин». Особенности в происхождении тектонических заострений к юго-востоку Сибирской платформы и соседних с нею горных глыб под влиянием горизонтальных смещений могут, вероятно, разъяснить некоторые стороны этого большого общего вопроса.

В западном конце Тункинской долины ее северный борт пересекается поперек левым сдвигом. Это — Мондинский сдвиг сравнительно короткой протяженности, по которому Тункинские гольцы смещены на 10 км к северу по сравнению с их западным продолжением — горной глыбой Мунку-Сардык. В Мондинской впадине, расположенной на линии сдвига, известен

очаг сильнейшего землетрясения, которое произошло в 1950 г. Оно оценивалось 9 баллами.

Мондинский сдвиг на большом расстоянии проходит вдоль верхнего течения Иркутта (р. Черный Иркут). Севернее Мондинской котловины не только Тункинские гольцы в целом, но и разные второстепенные формы горного рельефа смещены к северу относительно продолжений этих форм на западе. Полоса горизонтальных смещений проходит восточнее Иркутта на небольшом расстоянии от реки. Смещения простираются в меридиональном направлении, совпадая с древним сдвигом в докембрийских кристаллических породах. Горизонтальные смещения отчетливо сказываются, например, в переломе течения р. Тумелик близ впадения его в Иркут. Недалеко от устья Тумелик резко поворачивает влево на юго-запад. Собираясь с особенностями соседней местности, этот поворот можно объяснить тектоническим сдвигом всего более верхнего участка течения Тумелика. Размах сдвига, определяемый по повороту реки, оценивается в $1-1\frac{1}{2}$ км.

Как показывают последние геологические съемки В. П. Арсентьева и А. Р. Зилова (Арсентьев, 1960; Арсентьев, Зилов, 1959), а также С. В. Обручева с сотрудниками (Обручев и др., 1964), Мондинский сдвиг проявляется и в горизонтальных смещениях докембрийских пород. Так, например, полоса протерозойских кристаллических известняков и доломитов, выделенная на карте Арсентьева и Зилова, смещена с восточной стороны Иркутта на 4 км к северу по сравнению с ее продолжением к западу от реки. В 12 км северо-восточнее от этого разрыва существует еще параллельный разрыв тех же пород. Здесь горизонтальное смещение равно 6 км и тоже имеет левый знак. Таким образом, общий размах левого сдвига, разделенного на две параллельные линии, равен 10 км. Размах, определенный по смещениям в горных породах, точно равен размаху смещения Тункинских гольцов относительно Мунку-Сардыка (рис. 36).

Однако по линиям сдвиговых разрывов в верхнем течении Иркутта внедрены докембрийские граниты. Следовательно, Мондинский сдвиг возник и достиг большого размаха еще в докембрии. К неотектоническому этапу в развитии сдвига по западной его линии вдоль Иркутта относится, по-видимому, левое смещение на $\frac{1}{2}$ км северной границы известняково-доломитовых пород, происшедшее по древнему разлому в 5 км к северо-западу от места слияния Белого Иркутта с Черным. Это смещение составляет только восьмую часть всего размаха западной линии сдвига, который, как уже отмечено, равен 4 км. Точно так же и размах сдвига по восточной ветви за неотектонический этап развития, определяемый по повороту р. Тумелик в $1-1\frac{1}{2}$ км, составляет небольшую часть от 6 км общего размаха смещения за время древнего и неотектонического сдвига. Размах неотектонического сдвига, происходящего по двум линиям, не превосходит 2 км.

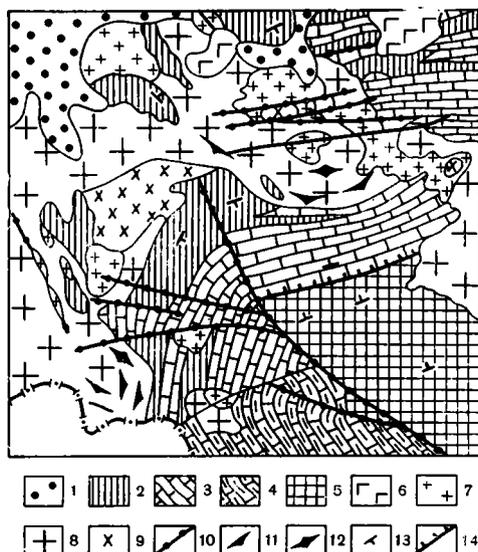
Смещенность к северу Тункинских гольцов относительно Мунку-Сардыка в современном рельефе, вероятно, в значительной мере предопределена древними сдвигами. Они разорвали и сместили поперек протяжений тот древний разлом, по которому много позже возник неотектонический Обручевский сброс. Переломленная линия этого сброса и обусловила соответствующее смещенное расположение Тункинских гольцов и Мунку-Сардыка.

Древний разлом у подножия Тункинских гольцов, который обновился в неотектоническом этапе своей истории в виде Обручевского сброса, по мнению И. П. Бузикова и С. В. Обручева (1957), был заложен в протерозойском цикле тектогенеза.

Как отмечено выше, Байкало-Саянский сдвиг правого знака достигает в размахе 7—10 км. С ним соизмеримы в сумме размахи соседних левых сдвигов за то же время неотектонического развития, т. е. Верхне-Бельский сдвиг при пересечении его р. Уриком и Мондинский. Размах Верхне-Бель-

Рис. 36. Схематическая геологическая карта верховьев р. Иркут (по В. П. Арсентьеву и А. Р. Зилову, 1959 г.)

1 — четвертичные ледниковые и аллювиальные отложения; 2 — окинская свита (протерозой) — сланцы и песчаники; 3 — монгошинская свита (протерозой) — известняки и доломиты; 4 — иркутская свита (протерозой) — мраморы; 5 — архейские гнейсы, амфиболиты и мраморы; 6 — тиссинские базальты плагио (неоген). Мунку-Сардыкский и интрузивный комплекс (протерозой); 7 — микроклиновые граниты; 8 — плагиоклазовые граниты и гранодиориты; 9 — кварцевые диориты; 10 — разломы; 11 — первичная полосчатость и кристаллизационная сланцеватость в гранитах (наклонная); 12 — то же (вертикальная); 13 — элементы залегания пород; 14 — надвиги



ского сдвига равен 6 км, Мондинского — 2 км. Таким образом, два левых сдвига приблизительно уравновешивают один правый.

Неотектоническое смещение Восточных Саян к северо-западу относительно Сибирской платформы, равное по краю нагорья 7—10 км, уменьшается внутри горной области. В водораздельной полосе нагорья оно совсем ослабевает, о чем можно судить по району Мунку-Сардыка западнее Мондинского сдвига. Здесь северо-западное смещение происходит со скоростью смещения Сибирской платформы. Этому соответствует сплошность в протяжении Саянского главного водораздела; он не пересекается поперечными сквозными впадинами и долинами.

Южнее Тункинской долины в Хамар-Дабане наблюдаются признаки западного раздвижения, происходящего в направлении к озеру Косоголу. Обрывистый западный берег этого озера и более пологий восточный указывают на западное раздвижение земной коры. В южной части Хамар-Дабана описаны признаки местного раздвижения небольшого размаха, которое направлено на юг, в сторону широкой тектонической впадины в Монголии (Ламакин, 1963в).

Необыкновенно большой размах Зыркузунского сдвига, по-видимому, мало отражается в структуре Тункинской долины. Ввиду того, что этот сдвиг является левым, он обуславливает главным образом глубокий провал протянувшегося к востоку от него Байкала. К западу от Зыркузунского сдвига происходит, однако, постепенное сужение Тункинской долины, которое, возможно, связано с уменьшением в том же направлении тектонического расщеления, проявляющегося в образовании Тункинского одностороннего грабена. В связи с этим можно предположить и существование небольших промежуточных сдвигов, пересекающих Тункинские гольцы. Один из них с размахом около 1 км замечен над урочищем Тагархай. Он имеет левый знак и выражен смещением к северу по разрыву горного подножия с восточной стороны речки Тагархай относительно продолжения подножья к западу от речки. Соответственно этому смещены и горные гребни в самом хребте Тункинских гольцов с разных сторон от верховий речки Тагархай.

Тагархайский сдвиг протягивается в северо-западном направлении параллельно Зыркузунско-Бельскому сдвигу. Он пересекает вкось сбросовый обрыв Тункинских гольцов, который в виде довольно крупной дуги охва-

тывает здесь с севера Тункинскую котловину. Место пересечения находится в 12 км западнее курорта Аршан. Стена Тункинских гольцов между курортом Аршан и речкой Тагархай, протянувшаяся в широтном направлении, заходит по Тагархаю за продолжение той же горной стены на юго-запад от этой речки, где она возвышается над речкой Енгаргой. Длина участка горного обрыва, задвинутого за свое продолжение, равна 1¹/₂ км. Таким образом, Тагархайский сдвиг сократил на 1¹/₂ км протяжение северного края Тункинской котловины за счет расширения ее к северу между речкой Тагархай и курортом Аршан. Ключок котловины, покрытый наносом, проникает языком по Тагархаю в раздвоившийся сбросовый обрыв горного хребта.

Усиление в раздвижении Тункинской котловины с восточной стороны Тагархайского сдвига вызывает особенно большое опускание котловины. Вследствие этого ее дно покрыто здесь обширными Коймарскими болотами, среди которых находится много мелких озер.

Глава XIII

СЕВЕРО-БАЙКАЛЬСКИЕ И МУЙСКИЕ СДВИГИ

В северной части Байкала отчетливо проявляется уже упоминавшийся Таркуликский сдвиг у мыса Валукан на восточной стороне озера. Сдвиг прослеживается на 10 км по дну Байкала рядом с берегом. Он направлен к северо-северо-западу и имеет левый знак. По этому сдвигу подводная Таркуликская банка смещена на 4 км к юго-востоку относительно Валуканского горного отрога, оконечностью которого она служит на дне озера. Сдвиг сопровождается сбросом в 200—250 м, по которому банка опустилась под уровень воды.

Таркуликский сдвиг способствует образованию большого Сосновско-Таркуликского защерба, который разрывает восточный борт Байкальской впадины в нижних течениях рек Сосновка и Таркулик. Восточный берег Байкала сильно раздвинулся по сдвигу относительно дна озера. Сдвинулась не подводная банка относительно берегового отрога, а отрог относительно банки. Отрог оканчивается мысом Валукан, на котором древние береговые линии выше, чем на соседних участках берега. При отодвигании отрога к северо-западу он заметно вздыбливается подобно Приморскому и Байкальскому хребтам, которые расположены с северо-западной стороны Байкала.

В Чивыркуйском заливе миниатюрный сдвиг выявляется на острове Шимай, который вытянут на 1,1 км с юго-запада на северо-восток. Береговой утес на юго-западной оконечности острова смещен по сдвигу на несколько десятков метров к северо-востоку относительно соседнего горного склона. Это видно по разрыву слагающих берег разновидностей гранита. Сдвиг происходит по древней тектонической трещине северо-восточного простирания, которая заполнена милонитизированной брекчией. Кроме горизонтального смещения, утес подвергается и опусканию. Волноприбойные гrotы в его подножье затоплены водой. Засечка Черского (1886) на южной стороне утеса, сделанная в 1878 г., за истекшее время наклонилась под углом 5° к востоку, т. е. в сторону берега. Утес при опускании запрокидывается. Наряду с Шимайским утесом в тектоническое смещение, по-видимому, вовлечен и соседний участок дна Чивыркуйского залива.

Шимайский утес в связи со смещением сильно разрушен. Сверху его пронизывает зияющая щель того же северо-восточного простирания, что и простирание древней трещины с брекчией и всего острова в целом. Утес откальвается по щели от острова и выглядит как чуждый придаток к его заросшему склону.

На продолжении Шимайского разлома к юго-западу на Кулином болоте среди наносной низменности Чивыркуйского перешейка изливается из земных недр горячая вода. Она наполняет два крохотных озерка, берега и дно которых состоят из диатомового ила. 25 августа 1956 г. ил на

глубине 30 см имел температуру 39°. Вода в озерке бурлила от выходящего со дна газа, пахнувшего сероводородом. По Шимайскому и другим подобным разломам глыба полуострова Святой Нос отделилась от Баргузинского хребта.

Малый размах Шимайского сдвига зависит, вероятно, от его короткой протяженности. Но все же левый знак сдвига позволяет сопоставить его с одной стороны с Таркуликским сдвигом, а с другой — с Поперечно-Байкальским. По-видимому, он связан с горизонтальным раздвижением в северном направлении восточного борта Байкальской впадины и, кроме того, с Поперечно-Байкальским сдвигом.

К северу от мыса Валукан вдоль восточного берега Байкала сдвиговых смещений как на суше, так и под водой не наблюдается. В связи с этим здесь интересны подводные долины, исследованные Б. Ф. Лутом (1964). Они обнаружены им в большом количестве. Интересно, что подводные долины у этого берега служат прямыми продолжениями долин, существующих на самом побережье и в соседних горах. Этим свойством весь Баргузинский берег севернее мыса Валукан существенно отличается от Хамар-Дабанского, где проходит Южно-Байкальский сдвиг, сместивший подводные долины относительно горных.

На Баргузинском берегу Давпийская подводная долина прослежена Б. Ф. Лутом по дну озера в юго-западном направлении на расстоянии 15 км от берега до глубины около 700 м, т. е. до подножия подводного склона озерной впадины. Относительное углубление ее в средней части составляет около 200 м. Другая крупная подводная долина с резкими очертаниями протягивается по дну Байкала от устья р. Томпуды до глубины более 400 м, и здесь она заканчивается у подножия подводного склона озерного дна. Подводные долины существуют и в других местах у Баргузинского берега, составляя как бы продолжение рек, стекающих с гор, или располагаясь в губах, которые вдаются в побережье.

По-видимому, подводные долины у Баргузинского берега по своему происхождению являются тектоническими защербами, как и многие долины на суше, продолжение которых они составляют на дне Байкала. На суше в крупных защербах среди гор текут реки. В мелких и коротких защербах проточной воды нет, и защербы только замыкают небольшие губы, вдающиеся в побережье.

На продолжении Таркуликского сдвига к северо-северо-западу намечается правосторонний сдвиг противоположного берега Байкала в губе Бургунду с размахом в 3—5 км. Замечательно, что здесь берег особенно густо расколот короткими поперечными сбросами на мелкие глыбы, часть которых подвергается поднятию, тогда как другие опускаются. Подобное же явление наблюдается между истоком Ангары и мысом Соболевым, где берег озера тоже пересекается в косом направлении сдвигом.

Из губы Бургунду Северо-Байкальский сдвиг продолжается по ущелью Молокона и далее пересекает водораздельный гребень Байкальского хребта, следуя по древнему краевому разлому платформы, с которым здесь связана полоса среднепротерозойских порфиров и туфов.

Горизонтальный сдвиг по ущелью Молокона сказывается в резкой отодвинутости байкальского берега южнее губы Бургунду по сравнению с горой Бургунду, возвышающейся на побережье с северной стороны губы. Благодаря сдвигу гора Бургунду обрывается высокой стеной не на восток, а на юг и видна с этой стороны на большом расстоянии. Согласно с отодвинутостью берега по тому же правому сдвигу переломлено протяжение гребня Байкальского хребта южнее горы Черского.

Севернее Байкала молодой сдвиг намечается по зигзагам рек от Кунермы до Чай вдоль подножия Северо-Байкальского нагорья, а затем вкось через предгорную равнину к р. Лене. Подножие Северо-Байкальских гор протягивается по древнему краевому разлому Сибирской

платформы. Украина гор сложена протерозойскими порфирами и туфами, которые связаны с разломом. Речные зигзаги направлены влево и показывают левостороннее направление молодого сдвига. Он возник вследствие раздвижения Северо-Байкальского нагорья к северу относительно Сибирской платформы, остающейся в сравнительно монолитном состоянии. Длина этого продольного краевого сдвига превышает 300 км. На большом протяжении в более южной части он приурочен к подножию хребта Аkitкан и может быть назван Аkitканским.

Замечательно, что зигзаги рек при пересечении Аkitканского сдвига не только одинаковы по левостороннему направлению, но почти одинаковы и по своему размаху. Он равен 7—8 км.

Река Кунерма, правый приток Улькана, при выходе из полосы краевых разломов в 40 км от устья отклоняется на 7 км влево от своего предыдущего северо-западного направления, после чего поворачивает на запад и течет прямо к Улькану через область распространения нижнепалеозойских осадочных пород. Севернее Кунермы подножие хребта Аkitкан пересекается верховьем р. Умбеллы, которая тоже стекает в Улькан, являющийся правым притоком Киренги. На р. Умбелле при пересечении краевого разлома незаметно зигзага. Это, по-видимому, зависит от того, что долина верховья Умбеллы врезана среди гор недавно, так что пока заметно не разорвана медленно действующим тектоническим сдвигом.

На следующей к северу р. Окунайке, которая впадает в Киренгу ниже устья Улькана, хорошо заметен левый, сравнительно пологий поворот течения близ горного подножия среди низменной местности, сплошь закрытой современными наносами. Два очень резких левых зигзага среди той же равнинной поверхности, сложенной четвертичными наносами, существуют на речке Савкиной, правом притоке Окунайки. Эти зигзаги следуют один за другим. Их общий размах равен 8 км.

Севернее, на р. Мине, резкого зигзага по выходе из гор нет. Его заменяет растянутый поворот течения, посредством которого приустьевой участок реки смещен на 8 км к юго-западу, т. е. влево, по сравнению с горным участком реки. Образование здесь пологого поворота реки вместо резкого зигзага следует, по-видимому, объяснить тем, что Мина по выходе из гор прокладывает себе путь через сплошное поле распространения мощных четвертичных отложений. Медленно действующий сдвиг полого деформирует реку, текущую среди наносов.

Далее к северу левые зигзаги рек у горного подножия наблюдаются на более нижних притоках Киренги — реках Черепаниха, Демугда, Кутима, Моголь. Все зигзаги имеют в размахе около 8 км. Начиная с р. Кутимы, сдвиг, сохраняющий северное простирание, отходит от горного подножия, которое отклоняется к северо-востоку. На своем более северном участке Аkitканский сдвиг прослеживается по Приленской равнине в направлении к Лене ниже г. Киренска.

Северо-восточнее Моголя горное подножие и расположенная рядом равнина пересекаются речками, впадающими непосредственно в Лену. И на них среди предгорной равнины заметны левые зигзаги или сравнительно пологие повороты течения. На р. Чечуе такой поворот существует в 25 км от устья. Резкий левый зигзаг с размахом в 8 км образован на таком же расстоянии от Лены правым притоком р. Чечуй — речкой Нижней Рассохой. На р. Чае левый зигзаг с размахом в 5 км приурочен к тектоническому разлому, протянувшемуся в северо-восточном направлении по равнинной местности близ Лены, что ясно видно на геологической карте Л. И. Салона (1962). Немного выше по течению реки существует другой левый зигзаг с размахом в 3 км. Общая величина горизонтального смещения долины по соседним, так сказать спаренным, зигзагам р. Чаи, отстоящим на 12 км друг от друга, равна, таким образом, 8 км.

Далее, на северо-восток, Аkitканский сдвиг еще более отходит от подножия Северо-Байкальского нагорья. Об этом можно думать, хотя и весьма предположительно, на том основании, что р. Мандра, впадающая в Лену ниже устья р. Чап, образует левый зигзаг с размахом в 8 км, пройдя через тот же тектонический разлом, который пересекается и р. Чаей. Зигзаги на реках Чае и Мандре расположены в расстоянии 5—7 км от Лены. Если продолжить линию Аkitканского сдвига далее, то она перейдет через Лену ниже устья ее правого притока р. Чичикан. Здесь Лена пересекается вкось упомянутым тектоническим разломом, который обозначен на карте Л. И. Салопа. Река в этом месте образует две крутые извилины. Но возможно, что сдвиг заканчивается, не доходя Лены.

Аkitканский сдвиг проходит по краевому шву платформы только на южном участке до р. Демугды. Севернее, начиная с р. Кутимы, он направляется по краевому прогибу платформы, пересекая вкось сначала «Кути-мо-Чуйскую синклиналичную зону», а затем зону «Лено-Киренгского антиклинория», выделяемых М. А. Жарковым и Г. А. Кузнецовым (1964). В пределах платформы молодой сдвиг, по-видимому, приспособляется в своем протяжении к второстепенным тектоническим разломам.

Причиной того, что молодой сдвиг севернее р. Демугды оставляет главный краевой разлом древней платформы, вероятно, служит несовпадение современного северного направления в раздвижении Северо-Байкальского нагорья и отклонившейся на северо-восток его границы, которая продолжается и далее по краевому шву платформы. Северо-Байкальское нагорье захватывает при смещении на север и небольшой соседний участок платформы.

С северным участком Аkitканского сдвига, вероятно, связаны очаги землетрясений, толчки которых отмечались в г. Киренске и его окрестностях в 1737, 1827 и в 1856 гг. Землетрясение 1856 г. достигало 6 баллов при очень небольшой площади распространения (Тресков и Пшеничников, 1961).

Размах Аkitканского сдвига в два раза больше размаха Таркуликского, тоже левого сдвига. Вместе с тем Аkitканский сдвиг развивается на продолжении линии Молоконского сдвига, отличающегося правым знаком. Следовательно, близ северной оконечности Байкала происходит резкое увеличение вообще горизонтального смещения. Вероятно, это способствовало образованию северного отворота Байкальской впадины в виде Верхне-Ангарской долины, которая протягивается почти в широтном направлении. Верхне-Ангарский грабен расположен, таким образом, на месте одностороннего тектонического раздвига, или расщеления, происходящего к северу.

Сильное северное раздвижение происходит и восточнее Верхней Ангары. Оно обусловило в Становом нагорье возникновение Муйской впадины, пересекаемой Витимом, а еще далее — Верхне-Чарской впадины в верховьях р. Чары, притока Олекмы. Муйская и Верхне-Чарская впадины — это два звена огромной Становой щели в геологической структуре Восточной Сибири. На западе Становая щель приближается к Байкальской щели, северо-восточный конец которой образует Верхне-Ангарскую долину.

Верхне-Чарская впадина резко асимметрична. Ее северо-западный борт обрывается вследствие того, что образован мощным сбросом. Противоположный борт пологий, и можно думать, что образован довольно плавным прогибом. Такое строение Чарской впадины указывает на северо-западное одностороннее раздвижение земной коры в ее районе.

Витим, протекающий в меридиональном направлении через Муйскую впадину, образует перед северным ее бортом Бахтарнакское колено. Река от устья своего правого притока р. Бахтарнак поворачивает под прямым углом влево и течет 25 км на запад до устья другого, но уже левого притока р. Парамы. Отсюда Витим возвращается к своему прежнему

северному направлению и прорывается через Северо-Муйский хребет. Здесь на реке находится известный Парамский порог.

Течение Витима в горах ниже Муйской впадины представляет продолжение отрезка реки, расположенного выше впадины. Это дает основание предположить, что Витим древнее Муйской впадины. Хотя и южнее и севернее впадины он течет на север, но на северном участке смещен к западу, т. е. влево на 15 км. Такое большое смещение реки частично можно объяснить весьма крупным левым сдвигом в земной коре. В самой впадине, по-видимому, под влиянием сдвига образовалось широтное колено Витима ниже устья его правого притока р. Бахтарнак. Зигзаг Витима достигает здесь в размахе 25 км, значительно превосходя размах тектонического сдвига. Это можно объяснить увеличением зигзага боковой эрозией реки, которая приобретает большое значение на дне впадины при аккумуляции наносов.

Тектоническое происхождение зигзага Витима в Муйской впадине подтверждается геологическим строением Северо-Муйского хребта. К западу от Бахтарнакского колена на прямом его продолжении проходят вдоль южного склона хребта сбросы кайнозойского возраста, отмеченные Л. И. Салопом (1962, 1964). На геологической карте, составленной Л. И. Салопом (1964, рис. 109), выделен молодой сброс юго-западного простирания между нижними течениями соседних рек — Парамы (приток Витима) и Киляны (приток Муи), стекающих с хребта к юго-востоку. Расстояние между Парамой и Киляной по линии разлома равно 15 км. Разлом продолжается и за р. Киляной еще на расстоянии 5 км. Вся его длина составляет, таким образом, 20 км.

При этом на карте Л. И. Салопа видно, что молодой сброс сопровождается большим горизонтальным сдвигом левого знака. Кембрийские породы с севера от сдвиговой линии смещены на запад от таких же пород, залегающих с южной стороны сдвига. Размах смещения можно оценить по карте Салопа в среднем в 7—8 км. Южнее тектонического разлома кембрий залегает на левом берегу р. Киляны, а севернее — на ее правом берегу. Особенно отчетливо заметен сдвиг по разорванной ленте докембрийских габбровых пород муйского комплекса, протянувшейся с западной стороны полосы распространения кембрия. Горизонтальный размах смещения пород равен 6 км.

На широком горном водоразделе между Муйской и Верхне-Ангарской впадинами сплошь распространены однообразные докембрийские граниты, в которых следы тектонических разломов не описаны. По-видимому, они здесь недостаточно ясно выражены.

В Верхне-Ангарской впадине давно известны продольные разломы по подножиям ее обоих горных бортов, но признаков сдвигов по этим разломам не обнаруживается. Однако по р. Чуро, впадающей справа в Верхнюю Ангару, можно предполагать небольшой поперечный сдвиг правого знака. По этому сдвигу более западное протяжение северного борта впадины, образующая Обручевским сбросом, несколько смещено на север относительно восточного участка того же борта.

Далее у северной оконечности Байкала следует предположить полосу нескольких коротких сдвигов широтного протяжения. Такое предположение основывается на густой тектонической раздробленности гор к северу от Байкала и гораздо меньшем раздроблении земной коры южнее. Северо-Байкальское нагорье севернее оконечности Байкала разделено разломами на ряд параллельных хребтов, протянувшихся веерообразно к северу и северо-востоку. Это с запада — хребты Байкальский, Акипканский, Ундар, Душкачанские горы, Верхне-Ангарский. К югу этот веер переходит в единственный Байкальский хребет, с восточной стороны которого расположена тектоническая ступень, состоящая из Горемыкско-Тыйского плато. Рядом находится оконечность Байкала. Для образования ши-

рокого веера глыбовых хребтов необходимое раздвижение пространства должно быть другим по сравнению с тем, которое требуется для образования одного Байкальского хребта и неглубокой, но довольно широкой северной оконечности Байкала, которые разделены горной ступенью. Разное раздвижение земной коры в крупно- и мелкораздробленном пространстве должно вызвать на границе между ними систему коротких сдвигов разных знаков. Эти сдвиги, по-видимому, протягиваются полосой приблизительно по рекам Верхней Ангаре, Кичере, верхнему течению р. Гоуджикит (приток р. Тыи, впадающей в Байкал) и р. Кунерме (приток Киренги).

Между реками Кунермой и Окунайкой рядом с горным подножием расположена цепь небольших горных гряд, общая протяженность которых равна 40 км. Она заметно выдвинулась на запад по сравнению с соседними пространствами нагорья. Возможно, что образование этих гряд связано с местным левым сдвигом, который пересекает поперек Байкальский хребет, следуя по р. Кунерме.

Северное подножие Северо-Байкальского нагорья довольно густо пересечено поперечными разломами, которые отмечались многими исследователями и, в частности, показаны на геологической карте Л. И. Салопа (1962). По некоторым из этих разломов заметны небольшие левые смещения с разрывами в горных породах. Так, докембрийские и ордовикские породы на правом берегу р. Мини сдвинуты на 1—2 км к северо-западу относительно тех же пород, залегающих на левом берегу реки. На р. Кутиме в 3 км к северу от нее заметен на карте левосторонний поперечный сдвиг с размахом в 1½ км по разлому в кембрийских породах.

Названные признаки довольно густой сети левых сдвигов в Северо-Байкальском и Становом нагорьях позволяют предполагать, что оба нагорья подвергаются тектоническому раздвижению в северном и западном направлениях.

К Становому нагорью приурочены очаги очень сильных землетрясений. 27 июня 1957 г. к юго-востоку от Муйской впадины у подножья хребта Удокан, где в небольшой сбросовой котловине течет р. Намаракит (приток Куянды), произошло землетрясение силой более 10 баллов. Его магнитуда равна 7,8 при глубине очага 22 км. Это самое мощное землетрясение из всех известных в Сибири за последнее время. Оно получило название Муйского. Его поверхностные проявления подробно описаны В. П. Солоненко (1964, 1965) и В. П. Солоненко, Р. А. Куруштыным, С. Д. Хилько (1966). В Становом нагорье известны весьма молодые, недавно действовавшие вулканы.

Муйское землетрясение было настолько сильным, что вызвало массовые горные обвалы на расстояниях до 230 км от эпицентра. По наблюдениям В. П. Солоненко, хребет Удокан поднялся во время землетрясения в среднем на 1—1,5 м, а соседняя Намаракитская котловина опустилась на 5—6 м по трещинам, раскрывшимся до 10 м ширины. Во впадине возникло озеро длиной 3 км и шириной до 600 м. На дне озера остались деревья, которые теперь поднимаются из воды.

Система разломов, возникших при землетрясении, отличается большой сложностью. По подножию хребта Удокан, как это выяснено детальными исследованиями, вместе со сбросом произошел также левый сдвиг, по которому Намаракитская впадина сместилась к западу относительно Удоканского горного хребта. Размах сдвигового смещения при землетрясении оценивается в 1—1,2 м. В граните в полосе горизонтальных смещений образовались щели шириной 5—6 м, поглотившие большие участки крупноглыбовой россыпи.

Описанный В. П. Солоненко свежий сбросо-сдвиг местами переходит снизу на склон хребта Удокан, где видно, что он разорвал и сбросил русла ручьев, стекающих во впадину (рис. 37).

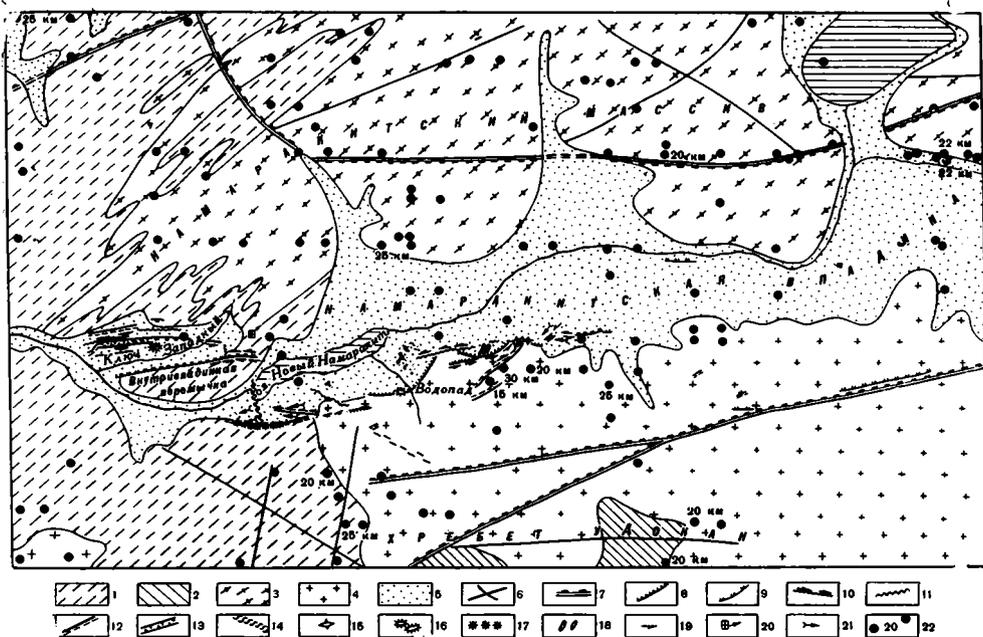


Рис. 37. Схематический план эпицентральной области Муйского землетрясения 27 июня 1957 г. (по В. П. Солоненко, М. А. Солоненко и Р. А. Курушину, из книги «Живая тектоника, вулканы и сейсмичность Станового нагорья», 1966)

1 — высокометаморфизованные нижнепротерозойские (?) гнейсы и кристаллические сланцы; 2 — биотитовые сланцы с горизонтами мраморов, нижний протерозой (?); 3 — гранито-гнейсы; 4 — позднепротерозойские граниты; 5 — четвертичные отложения Намакаритской впадины; 6 — домезозойские тектонические нарушения; 7 — кайнозойские разломы; 8—19 — элементы системы деформаций Муйского землетрясения (берг-штрихи — в сторону опущенного крыла): 8 — взбросы и взбросо-сдвиги, 9 — сбросы и сбросо-сдвиги, 10 — сдвиги, 11 — трещины сжатия, 12 — трещины растяжения, 13 — сейсмотектонические рвы, 14 — косяя складка — вал, 15 — сейсмокупольные образования, 16 — застывшие земляные волны, 17 — провальные («сейсмокарстовые») воронки, 18 — трещины-провалы, 19 — направление сдвига; 20 — лабаз и направление его обрушения; 21 — направление миграции русел рек; 22 — эпицентры землетрясений 1961—1964 гг. и глубины их очагов (км)

Приводя данные В. П. Солоненко о поверхностных проявлениях Муйского землетрясения, следует отметить, что его краткое и довольно смутное упоминание о надвиге Удоканского хребта на впадину при землетрясении противоречит его же собственным более подробным данным о сбросо-сдвиговой природе происшедшего смещения. Поэтому оно кажется неправдоподобным. Приходится также признать ошибочным определение В. П. Солоненко в качестве антиклинальной структуры того поперечного вала, который образовался на дне впадины и подпрудил течение р. Намакарит, вследствие чего оно превратилось в озеро. На отчетливой фотографии, приведенной в работе В. П. Солоненко, ясно видно, что этот вал является флексурой в земной поверхности, которая разорвана вдоль осевой линии раскрытыми щелями.

В. П. Солоненко описал, кроме проявлений Муйского землетрясения, следы девятибалльного землетрясения, случившегося в 1917 г. в Муйской впадине у подножия Южно-Муйского хребта в 18—20 км западнее Витима. Здесь прослежена на 4 км зона крупных свежих трещин, по которым произошла сбросовая подвижка. Сброс, отходя под острым углом на юго-восток от главного Станового разлома, разграничивает Муйскую впадину и Южно-Муйский хребет.

К востоку от эпицентра Муйского землетрясения около р. Олёкмы ниже устья р. Нюкжи, по сообщению В. П. Солоненко, произошло два 9-балльных землетрясения в 1958 г. Солоненко отнес их наряду с Муйским к зоне Станового глубинного разлома. Размах сбросов, возникших при землетрясениях, достигал 1,2 м по вертикали.

В Становом нагорье между реками Витимом и Олёкмой В. П. Солоненко, кроме того, отмечает еще следы нескольких древних катастрофических землетрясений, происшедших, вероятно, за последние тысячелетия. Они выражаются на поверхности разломами со сбросами и сдвигами. В Удоканском хребте размах одного из сбросов недавнего происхождения на водоразделе рек Чина и Вакат определен в 60—70 м. Сброс сопровождается горизонтальным сдвигом широтного простирания с размахом в 30—40 м. Однако сопровождались ли эти крупные дислокации землетрясениями и отличались ли они катастрофичностью, утверждать, как я полагаю, нельзя. Разломы со сдвигами и сбросами могут происходить достаточно медленно и не сотрясать землю.

На хребте Удокан В. П. Солоненко описаны небольшие молодые вулканы, образованные базальтовой лавой и туфом. Вулканы настолько свежи, что вполне сохранили свои формы, которые отличаются значительным разнообразием. Всего их насчитывается здесь около 15.

Глава XIV

ЗАКОНОМЕРНОСТИ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ СДВИГОВ В ПРИБАЙКАЛЬЕ

Сдвиги неизбежны и при сжатии, и при растяжении земной коры, если она отличается жесткостью, а размах движений достаточно велик. Как сжатие, так и раздвижение неравномерны в пространстве. В пластической земной коре неравномерность движений вызывает плавные искривления в протяженности создаваемых структур. В жесткой коре крупные горизонтальные движения приводят к смещениям с разрывами одних участков относительно других, т. е. к расщеплениям или, в других случаях, к глыбовым надвигам и сдвигам. Архейский кристаллический фундамент Сибирской платформы и метаморфические породы с интрузиями гранитов в каледонской складчатой области являются весьма благоприятной средой для возникновения больших расщеплений и сдвигов при неравномерном растяжении земной коры на неотектоническом этапе ее развития (рис. 38).

Догадка о существовании в Прибайкалье больших горизонтальных смещений молодого возраста была впервые высказана Ю. М. Шейнманном в 1933 г. Он предположил, что Байкал образовался под влиянием «скольжения масс вдоль линии шва между Сибирской платформой и древним (каледонским?) складчатым сооружением». На эту мысль его наталкивало то, что ось Байкальской впадины проходит параллельно и очень близко к названному шву и наряду с этим не совпадает в своем протяжении с более древними опусканиями юрского и третичного возраста в Забайкалье. Высказывая правильное соображение о происхождении Байкала под влиянием горизонтальных «скольжений» земной коры, Шейнманн ошибался в том, что считал его следствием сжатия всей Восточной Азии в «альпийскую эпоху». При этом он неправильно относил и Ангарский надвиг верхнеюрского возраста к проявлениям «тангенциальных напряжений альпийской эпохи».

Впоследствии П. С. Воронов (1959) на основании изучения севера Сибири высказал предположение, что по окраинам Сибирской платформы в мезозое и кайнозое «пликативные» и «дизъюнктивные» структуры развинулись в связи с горизонтальными напряжениями в земной коре. Направлением этих напряжений как бы соответствовали вращательному движению платформы «по часовой стрелке». При этом Воронов полагал, что «...идея вращения Сибирской платформы может оказаться плодотворной и для познания геологического развития ее южных окраин». По его мнению, «зона растяжения земной коры», обозначенная Байкальской впадиной, может быть обязана своим происхождением тангенциальным смещениям к западу «плиты Иркутского амфитеатра», которое связано с вращением всей платформы.

Как мы видим, описанная мною система сдвигов не может подтвердить мнение П. С. Воронова о «вращении» Сибирской платформы.

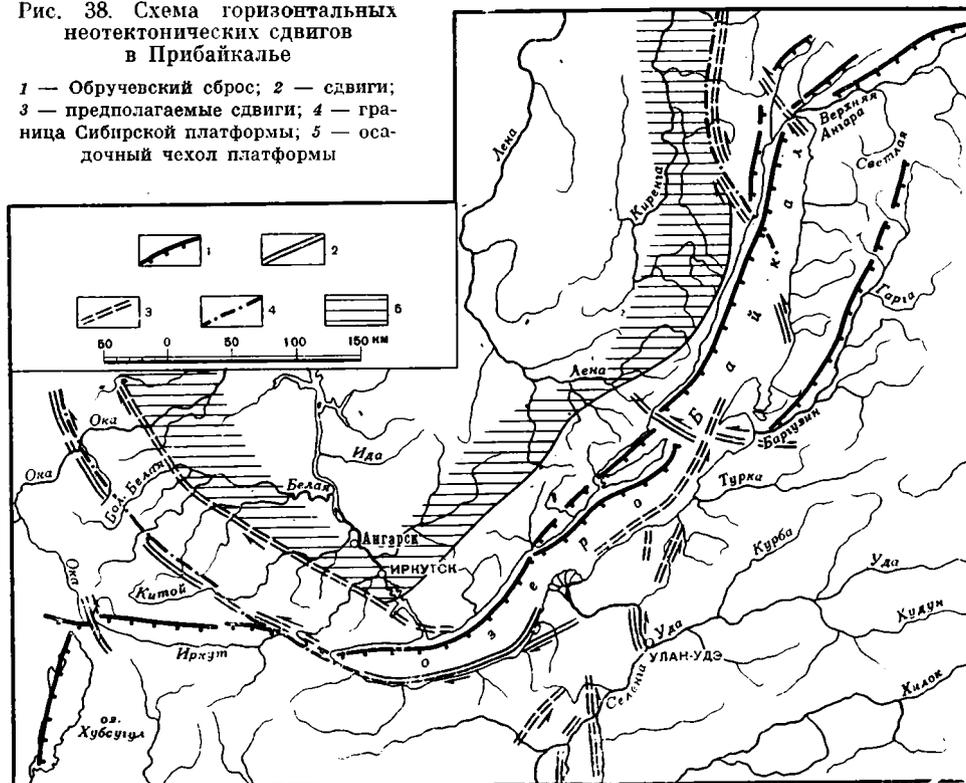
В случае вращения платформы краевые сдвиги по сторонам ее Иркутского выступа должны быть левосторонними вдоль всего протяжения. В действительности же Южно-Байкальский и Байкало-Саянский сдвиги на огромном протяжении имеют правый знак. Наряду с этим мнение Воронова о смещении Сибирской платформы к западу, как причине образования Байкальской впадины, в общем справедливо. Только смещение платформы направлено не к западу, как считал Воронов, а к северо-западу, т. е. прямо от Байкала, как это видно из моего предшествующего описания Обручевского сброса (Ламакин, 1955а).

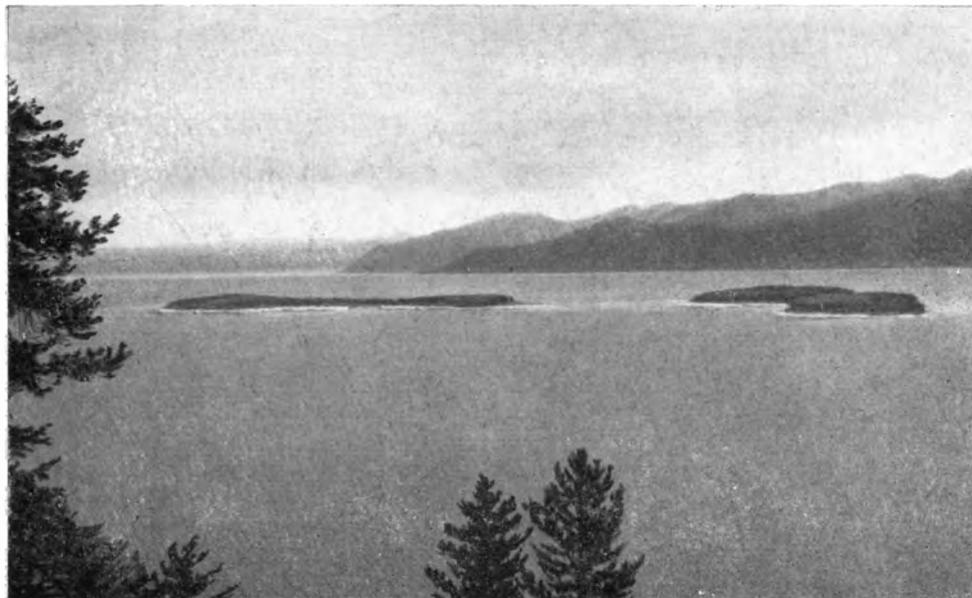
В дальнейшем П. С. Воронов (1964) изменил свое мнение о направлении горизонтального смещения Сибирской платформы и высказался совсем ошибочно за ее движение в районе Иркутского амфитеатра в течение мезозоя и кайнозоя в южном направлении, точнее говоря, к юго-юго-востоку. Смещение платформы происходит якобы по линиям Главного Саянского разлома и Обручевского сброса. Это решительно не соответствует тектоническим особенностям Байкальской впадины, которая раздвигается вслед за отодвигающейся к северо-западу платформой. Однако, несмотря на это, направления сдвигов указываются Вороновым на этот раз в общем довольно правильно: вдоль юго-восточного края Иркутского амфитеатра сдвиги — левые, а вдоль западного края — правые. Впрочем, в действительности по западному краю правым является только Байкало-Саянский сдвиг, а сдвиги, происходящие по Главному Саянскому разлому, т. е. Зыркузунский и Верхне-Бельские, происходят с левым знаком.

В последние годы небольшие сдвиги узкоместного значения были обстоятельно исследованы, описаны и точно показаны на картах В. Н. Даниловичем (1960) и О. В. Павловым (1961). Первый из них выявил горизонтальный сдвиг, пересекающий линию Посольского надвига,

Рис. 38. Схема горизонтальных неотектонических сдвигов в Прибайкалье

- 1 — Обручевский сброс; 2 — сдвиги; 3 — предполагаемые сдвиги; 4 — граница Сибирской платформы; 5 — осадочный чехол платформы

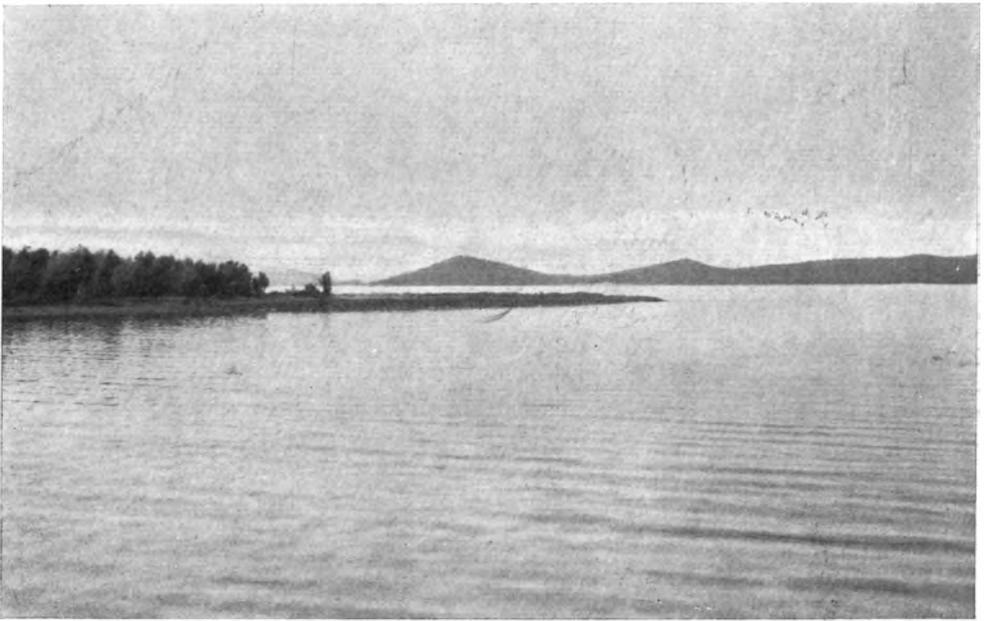




XXV. Байкал в Поперечном поясе разломов. Вид с вершины Большого Ушканьего острова на восток. Среди озера видны Малые Ушканьи острова. Вдали справа — полуостров Святой Нос, а слева, за входом в Чивыркуйский залив, — Баргузинский хребет



XXVI. Губа Давше на Баргузинском берегу Байкала. На древней озерной террасе над губой — поселок Баргузинского заповедника



XXVII. Чивыркуйский залив. Вид из Онгоконской губы на Курбуликский мыс, образованный узкой горной грядой, которая разделяет бывшие речные пади, затопленные Байкалом вследствие тектонического опускания



XXVIII. Горы Святого Носа со стороны угла Баргузинского залива

а второй — линию Ангарского надвига. Возраст сдвигов определялся как весьма молодой, они образовались после надвигов. В работах В. Н. Даниловича и О. В. Павлова содержатся первые достоверные сведения о больших проявлениях молодых горизонтальных сдвигов в Прибайкалье.

Затем я (Ламакин, 1963в) описал Байкало-Селенгинский неотектонический сдвиг огромной протяженности. В 1964 г. на Совещании по проблемам неотектоники, состоявшемся в Москве, были (Ламакин, 1964), отмечены расположение и размах главных неотектонических сдвигов в Прибайкалье: левого Поперечно-Байкальского с размахом до 10 км и продольных сдвигов левого и правого знаков, действующих по древним краевым разломам Сибирской платформы. В совокупности они образуют общую систему с закономерными соотношениями в направлениях и размахе. Они подробнее описаны на предшествующих страницах настоящей работы.

В самое последнее время В. П. Трунов и Б. М. Фролов (1966), рассматривая геологическую историю Восточной Сибири в архее и рифее, пришли к заключению, что при изучении Байкальской горной области необходимо учитывать значительные горизонтальные перемещения земной коры, происшедшие в глубокой древности. По их мнению, «все особенности структуры» этой области связаны с возникновением ее на участке между «раздвинутыми жесткими блоками земной коры» — Алданским, Анабарским и Иркутским, которые откололись в конце архея.

Возникает вопрос, почему горизонтальные сдвиги в Прибайкалье стали описываться только в последние годы? Почему сдвиги не замечались раньше? Мне кажется, разные обстоятельства мешали распознаванию горизонтальных сдвигов.

Во-первых, в отличие от сбросов, надвигов и складок горизонтальные сдвиги трудно распознавать в вертикальных обнажениях горных пород. Сдвиги выявляются по смещениям в горизонтальной плоскости при прослеживании структур на достаточно больших расстояниях. Чтобы заметить такие смещения, нужны хорошие горизонтальные срезы изучаемых структур или хорошие геологические и топографические карты. А точные крупные съемки сделаны в Прибайкалье только совсем недавно.

Во-вторых, изучение неотектонических сдвигов задерживалось из-за распространенности ошибочного представления о Байкальской структуре, образовавшейся будто бы в результате сжатия земной коры, начавшегося в мезозое в виде известных надвигов на северо-западном и юго-восточном побережьях Байкала. Смешивание структур сжатия и раздвижения разного возраста не позволило большинству исследователей разобраться в их особенностях. В этом отношении показательны многие геологические труды последнего времени, обилие и детальность геологического материала в которых не позволили все же авторам заметить горизонтальные смещения в структурах Прибайкалья. Только В. Н. Даниловичу и О. В. Павлову благодаря необыкновенной скрупулезности исследований мезозойских надвигов удалось заметить их позднейшие горизонтальные разрывы и прийти к правильному представлению о молодости сдвигов, пересекающих более древние надвиги.

В-третьих, изучение прибайкальских сдвигов до недавнего времени затруднялось отсутствием правильных геоморфологических представлений о Байкальской впадине и окружающих горах. Для выявления неотектонических сдвигов, равно как и других молодых структур, очень важно применение геоморфологического метода. Геоморфологические наблюдения позволяют непрерывно прослеживать на больших расстояниях молодые структуры земной коры, что особенно необходимо при изучении сдвигов.

Геоморфология Байкальской впадины, основанная на изучении не только рельефа, но и соответствующих ему по возрасту неогеновых и четвертичных отложений, а также коры выветривания мелового и палеогенового возраста, разработана только к настоящему времени. Некоторые

геологи до сих пор продолжают судить о происхождении Байкальской впадины по отложениям и структурам добайкальского возраста, привлекая для этого, например, мезозойские надвиги и подстилающие их отложения.

Интересно отметить, что выяснившаяся система неотектонических сдвигов в Прибайкалье повторяет в общих чертах древние горизонтальные смещения в Восточной Сибири, которые указываются А. В. Пейве (1961). По его мнению, с горизонтальными блоковыми движениями связаны проявления магматизма, которые, как известно, относятся в Прибайкалье преимущественно к докембрию. Пейве считает, что восточнее Иркутского амфитеатра отчетливо проявляются структуры, связанные с левыми сдвигами при общем смещении блоков на север и главным образом на запад. Направления горизонтальных неотектонических движений, следовательно, те же, что и древних, которые рассматриваются Пейве. И на современном этапе тектонического развития в Прибайкалье преобладают левосторонние сдвиги.

А. В. Пейве признает и северо-западное смещение Сибирской платформы в целом. При этом он отмечает, что блоки, обрамляющие как Русскую, так и Сибирскую платформы с юго-запада, юга, юго-востока и востока, движутся быстрее, чем каждая платформа, но в том же направлении, что и она. Именно такое соотношение в движениях мы наблюдаем в неотектонических сдвигах — Южно-Байкальском, Байкало-Саянском с южной и юго-западной стороны Иркутского выступа платформы и в Северо-Байкальских сдвигах с востока от него. Каледонская складчатая обойма и теперь движется быстрее Сибирской платформы, которая смещается к северо-западу. Однако такое соотношение в скоростях смещений существует только по сторонам Иркутского выступа платформы. Напротив же выступа, т. е. с юго-востока от Байкала и в Селенгинской Даурии, тектонические глыбы отстают от платформы в своем северо-западном смещении.

А. В. Пейве специально обращает внимание на то, что горизонтальные движения в разных местах по юго-восточному краю Русской и Сибирской платформы, имея разную скорость, «...всегда и всюду необратимо направлены на запад и север». Это объясняет наличие здесь унаследованных структур. Изучение неотектоники подтверждает общее положение о закономерности направлений горизонтальных движений, высказанное Пейве. Однако неотектоника не позволяет согласиться с мнением Пейве об условиях «перманентного преобладающего сжатия (при наличии лишь местных растяжений) на стыке менее подвижной области Сибирской платформы и расположенных к югу и юго-востоку более подвижных блоков».

В действительности в горизонтальных движениях постоянно только их направление, которое и обеспечивает унаследованность структурных черт, проявляющихся в течение геологической истории. В то же время сжатие и растяжение чередуются во времени так же, как они чередуются в пространстве. Неотектоника огромного пространства Восточной Сибири создана в условиях растяжения. На обширной площади неотектоники развивается здесь на месте каледонского сжатия и во многих чертах зависит от особенностей этого древнего этапа тектонического развития. Поэтому Прибайкалье может служить убедительным примером соответствия между принципом унаследованности и представлением о ведущей роли горизонтальных движений в тектоническом развитии земной коры, о чем пишет А. В. Пейве (1965).

Неотектоника Прибайкалья показывает значительное преобладание горизонтальных составляющих над вертикальными, с чем согласуется общее представление А. В. Пейве (1960, 1961, 1965) о горизонтальных тектонических движениях. Но Пейве (1960) принял во внимание только проявления горизонтальных движений в условиях складчатости при сжатии земной коры, причем выделил так называемую «складчатость сдвигов». Изучение Прибайкалья дополняет это представление данными о

таких сдвигах, которые развиваются в условиях раздвижения земной коры. И в этих условиях можно различить, во-первых, линейные сдвиги, происходящие по разломам, которые секут Землю в вертикальных или вообще крутонаклонных плоскостях и, во-вторых, площадные смещения, происходящие посредством скольжения и скалывания в глубине тектонических глыб.

Площадные горизонтальные смещения земной коры направлены в общем к северо-западу на обширной площади Сибирской платформы, Прибайкалья, Восточных Саян, Северо-Байкальского нагорья и Селенгинской Даурии. Очевидно, такие смещения захватывают большие сегменты внешних сфер земного шара. Они могут быть объяснены общими планетарными причинами.

Волны лунно-солнечных приливов два раза в сутки обходят земной шар навстречу его вращения, т. е. в западном направлении. Касаясь разнородных структур земной коры, они могут вызывать разрывы между ними и горизонтальные их смещения. Приливообразующие силы прямо пропорциональны массам тяготеющих тел и обратно пропорциональны кубам расстояний между ними. Поэтому чем тяжелее каменные массы, лежащие неглубоко под поверхностью Земли, тем больше они поддаются воздействию лунно-солнечного притяжения, тем сильнее смещаются и срываются в западном направлении.

Вращение Земли вокруг оси постепенно замедляется вследствие торможения теми же приливами. При замедлении вращения убывает центробежная сила и выправляется полярная сплюснутость земного шара. Это вызывает передвижение земного вещества к полюсам. Горизонтальные составляющие передвижения земных масс наибольшее значение имеют в средних широтах. Географическое положение Байкала благоприятствует смещениям к северу. Равнодействующая смещений на широте Байкала должна быть направлена на северо-запад. В действительности смещения здесь направлены как раз в эту сторону.

В отличие от планетарных смещений, вызываемых общеземными причинами, местные смещения земной коры к югу и юго-востоку, свойственные Хамар-Дабану и Нерчинской Даурии (Ламакин, 1963в), проявляются с гораздо меньшей силой. Они происходят в направлениях к находящимся далее за ними тектоническим впадинам. Можно предположить, что большие впадины в поверхности Земли привлекают к себе земное вещество вследствие изостатического выравнивания рельефа.

Планетарное северо-западное смещение в Восточных Саянах может усиливаться тем, что направлено к Канской впадине и Западно-Сибирской низменности. Подобно этому планетарное смещение Северо-Байкальского нагорья к северу может усиливаться тем, что его привлекает к себе Вилуйская впадина.

Глава XV

РАЗМАХ БАЙКАЛЬСКИХ И ДРУГИХ КРУПНЕЙШИХ СДВИГОВ

Размах большинства горизонтальных неотектонических смещений в Прибайкалье определяется только обобщенно за все время развития Байкальской впадины и соседнего горного рельефа, т. е. приблизительно за неоген и четвертичное время. Как мы видели, он составляет максимум 10—15 км. Эту величину следует признать весьма значительной, хотя она все же раза в два меньше сдвиговых смещений, которые указываются, например, Ф. Б. Кингом (1961, стр. 273—274), за соответствующий срок по известному разлому Сан-Андреас в Калифорнии. Здесь область Береговых хребтов сдвинута с разрывом к северо-западу по сравнению с более внутренней полосой континента.

Правосторонний сдвиг Сан-Андреас простирается к северо-западу, пересекая вкось Береговые хребты и скрываясь далее на дне Тихого океана. Сдвиг происходит в зоне молодой складчатости, т. е. в условиях, которые в корне отличны от условий байкальских сдвигов. Неотектонические сдвиги в Прибайкалье, возникшие в связи со смещением древней платформы и расщелением вдоль ее края земной коры, являются пока единственными в своем роде. Их сравнение с ранее известными в геологии сдвигами довольно условно, но все же заслуживает внимания.

По Ф. Б. Кингу, «более поздние третичные формации» разорваны и смещены по сдвигу Сан-Андреас на 35—55 км. Подвижки по разлому Сан-Андреас происходят непрерывно или, возможно, спазматически, по крайней мере начиная с ранних этапов третичного времени. Сдвиговое смещение «более древних третичных формаций», по-видимому, больше, чем поздних. Суммарное смещение по разрыву определяется относительным расположением участков однородных кристаллических пород основания. Оно достигает 250 км.

О продолжительности постепенного развития сдвига Сан-Андреас можно судить по уменьшению размаха смещений четвертичных образований. Площади залегания плейстоценовых отложений сдвинуты по разлому на 9—11 км, а речные долины, пересекающие его, — на 1 км. Меньше всего смещены реки — до 0,5 км.

Разрыв Сан-Андреас, как отмечает Ф. Б. Кинг, является наиболее крупным и эффектным нарушением из множества родственных разрывов в Береговых и соседних Поперечных и Полуостровных хребтах. Побочные разрывы протягиваются параллельно Главному и под углом к нему; часть из них представляет нормальные сбросы. Разрыв Гарлок, протянувшийся к востоку, отличается левосторонним направлением. Родственные разрывы могли отличаться от главного меньшими масштабами движения, но оно могло происходить тогда, когда Главный сдвиг бездействовал. Полное смещение всей горной области, вероятно, более значительно, чем перемещение, отмеченное для какого-нибудь одного даже Главного разрыва.

Ч. Ф. Рихтер (1963, стр. 183—185), исходя из данных Уиттена, сообщает о непрерывном медленном смещении земной коры на широкой площади в Калифорнии, которое установлено повторной триангуляцией. Начиная с 1880 г., когда была проведена первая точная съемка, и до 1940 г. смещение внешней береговой зоны на северо-запад составляет около 3 м. Средняя скорость горизонтального смещения равна 5 см в год.

Напряжения в земной коре, возникающие при медленных ее деформациях, могут «высвободиться» при землетрясениях. Горизонтальные смещения во время калифорнийских катастрофических землетрясений 1906 и 1940 гг., по сообщению Рихтера, были около 4,5 м. По В. Ф. Бончковскому (1949), средний размах сдвига при калифорнийском землетрясении 1906 г. равнялся 3 м, а в отдельных местах он увеличивался до 6—7 м. Вертикальные смещения равнялись только 1—2 м. Протяжение сдвига составляло 306 км.

Ч. Ф. Рихтер отмечает, что триангуляция в 1954 г. в долине р. Импириал, повторившая съемку 1941 г., показала смещение точек на западе почти на 1,2 м относительно точек на востоке, происшедшее за 14 лет. По сравнению со съемками в 1935—1939 гг., проведенными до сильного землетрясения, сдвиг составил 1,8 м. Следовательно, на момент самого землетрясения приходится 0,6 м горизонтального смещения.

В стороны от сдвиговой линии размах смещений может быстро уменьшаться. Так, по описанию Ч. Ф. Рихтера, в штате Невада летом 1954 г. была проведена триангуляционная дуга первого класса. В декабре там произошло катастрофическое землетрясение с образованием значительных разломов. Главный разлом протягивается приблизительно по меридиану. Летом 1955 г. на дуге провели повторную съемку. Оказалось, что местность западнее разлома смещается к северу, а местность восточнее разлома — к югу. Максимальные смещения на обоих крыльях составляют около 1,2 м. Таким образом, общий относительный правосторонний сдвиг составляет около 2,5 м. При удалении от разлома смещения уменьшаются. В 30—35 км от разлома точки остались практически неподвижными.

Наблюдение в штате Невада очень интересно сравнить с описанными особенностями саянских сдвигов. Правосторонний Байкало-Саянский сдвиг имеет размах 7—10 км. По нему смещается к северо-западу внешняя полоса Восточно-Саянского нагорья относительно Средне-Сибирского плоскогорья. Внешняя полоса гор состоит здесь из сильно поднятого архейского кристаллического фундамента, который образует край Сибирской платформы.

Почти параллельно Байкало-Саянскому сдвигу, в 50—70 км юго-западнее, проходит левосторонний сдвиг. Близ Байкала это 15-километровый Зыркузунский сдвиг, а в удалении от него, во внутренней части нагорья — Бельский сдвиг с размахом не менее 6 км. Зыркузунско-Бельский сдвиг обрывает архейский фундамент платформы с юго-запада. Разные знаки Байкало-Саянского и Зыркузунско-Бельского сдвигов обусловлены особенно сильным смещением к северо-западу находящейся между ними полосы архейского фундамента. Это высоко поднявшаяся полоса фундамента шириной около 50 км выдвигается к северо-западу из соседних структур в виде длинного зуба.

Современное смещение в штате Невада захватывает полосу в два раза уже, и притом образованную сдвигом только с одной стороны. Смещения в Саянах и в Неваде в некоторой степени сходны. Вместе с тем описание Рихтера позволяет считать, что горизонтальные смещения узких зубьев или клиньев по сдвигам не являются чем-то исключительным.

В. Кеннеди (1963) указывает, что горизонтальное смещение по предполагаемому сдвигу Грейт-Глен, который пересекает Шотландию в северо-восточном направлении, превосходит, по-видимому, 100 км. Сдвиг

осложняется сбросом гораздо меньшего размаха, по которому опущено юго-восточное крыло. Параллельно сдвигу Грейт-Глен протягиваются побочные разломы с горизонтальными смещениями до 9 км. Все сдвиги системы Грейт-Глен имеют левый знак. Главное движение по ним произошло в нижнем карбоне — в промежутке от каледонской до герцинской складчатости. Оно предвараю, как считает Кеннеди, действие сил, которые достигли своего максимума позже, во время герцинской складчатости. Сдвиг возник при давлении, направленном с юга на север.

Вдоль сдвига Грейт-Глен древний ледник выпал глубокий ров Грен-Мор, отличающийся необыкновенной прямизной. Несмотря на свою геологическую древность, разлом Грейт-Глен активен и в настоящее время. Он является одной из главных сейсмических линий Британских островов.

Для сравнения прибайкальских неотектонических сдвигов интересно обратиться к сведениям о новейших сдвигах по Джунгарскому разлому, которые сообщил В. С. Войтович (1964). На основании геологических наблюдений он считает, что нижнеплейстоценовые отложения смещены по разлому в горизонтальном направлении на несколько километров, отложения нижнего и среднего плейстоцена сдвинуты на 0,5—1,5 км, верхнеплейстоценовые — на 100 м, а сухие русла голоценового возраста — на 4—30 м. Горизонтальные движения по Джунгарскому разлому, по видимому, не сопровождались значительными вертикальными перемещениями.

А. В. Пейве (1961) привел данные о горизонтальном смещении по Фергано-Таласскому сдвигу на 200 км за время средний карбон — триас. В. С. Буртман (1964), Е. Я. Раицман и Г. И. Пшенин (1963) и другие исследователи описывают признаки современных и вообще четвертичных смещений по этому сдвигу. В частности, отмечаются горизонтальные сдвиги в протяжениях речных долин и даже небольших русел очень молодого возраста. В работе Раицман и Пшенина приведены данные о том, что смещения по Таласо-Ферганскому сдвигу, возобновившиеся в плиоцене после длительного перерыва, достигли 9—12 км. Из этого размаха новейших подвижек на время плиоцен — нижний плейстоцен приходится 4—7 км. Следовательно, скорость горизонтальных движений по сдвигу за четвертичный период превосходит 5—6 км за миллион лет, т. е. приближается к скорости движений по сдвигу Сан-Андреас за то же время.

Из сопоставления размаха шести больших сдвигов в приведенной табл. 1 видно, что их средние скорости колеблются в узких пределах — большей частью от 1,5 до 2 км за миллион лет. Байкальские сдвиги только в четвертичном периоде достигают такой скорости, а в неогене они происходили в три и даже в пять раз медленнее. Сдвиг Сан-Андреас сильно отличается от всех других своей необыкновенно большой скоростью в четвертичном периоде. Его размах за это время равен, по данным Ф. Б. Кинга, 9—11 км, т. е. в среднем 10 км. Особенно большим размахом за все время развития с юры до современности обладает Ново-Зеландский сдвиг. Как сообщает А. В. Пейве (1961), смещение по этому сдвигу достигает 500 км, а средняя скорость, следовательно, равна 3,5 км за миллион лет. Возможно, что очень большие скорости сдвигов в Калифорнии, Тянь-Шане, Новой Зеландии связаны с проявлениями сравнительно молодой складчатости и надвигами герцинско-альпийского возраста. В Прибайкалье неотектонические сдвиги происходят в отличие от этого не вследствие сжатия, а вследствие раздвижения гораздо более древней платформенной и каледонской складчатой структуры земной коры.

Интересно соотношение размаха неотектонических и древних сдвигов в Прибайкалье. При описании Саянских сдвигов отмечалось, что Мондинский молодой сдвиг в 2 км наследует древний с размахом в 8 км. Гораздо больше разница в размахе развития молодого и древнего сдвигов, совместившихся в одной и той же полосе у мыса Елохина.

Размахи и средние скорости больших сдвигов

Время развития сдвига и его продолжительность (млн. лет)	Сдвиги					
	Байкальские	Джунгарский (Войтович, 1964)	Таласо-Ферганский (Буртман, 1964; Ранцман, Пшенин, 1963)	Ново-Зеландский (Пейве, 1961)	Сан-Андреас (Кинг, 1961)	Грейт-Глен (Кенеди, 1963)
Pt — Cm з — C ₂ (70)	100					100 км (1,5)
C ₂ —T ₁ (100)			200 км (2,0)			
J — Q (150)				500 км (3,5)	250 км (1,7)	
N (25)	10—15 км (0,4—0,6)		4—6 км (0,5)		35—50 км (2,0)	
Q (1)	2 км (2,0)	> 2 км (>2,0)	> 5—6 км (>5,0—6,0)		10 км (10)	?
Смещение в целом	15 км	?	200 км	500 км	250 км	100 км

Примечание. Размахи — вверх, скорости — вниз в скобках. Скорости за миллион лет (км) или за год (мм). Смещение по Таласо-Ферганскому сдвигу в неогене относится только к плиоцену.

В северной части Прибайкалья на линии мыс Котельниковский — устье р. Шигнанды граница Сибирской платформы, как ее очерчивает Н. С. Зайцев (1954), разорвана и смещена влево приблизительно на 100 км. Глыбы архейских пород на восточном берегу Байкала распространяются на 15—25 км по рекам Кабаньей и Шигнанде, слагая на больших площадях склон Баргузинского хребта. Восточный край архейских глыб определяет здесь границу платформы. Севернее Шигнанды на восточном побережье Байкала и вообще в Баргузинском хребте архея нет. Граница платформы севернее Шигнанды резким зигзагом перекидывается на противоположную сторону от Байкальской впадины — на запад. Севернее мыса Котельниковского она проходит в 40 км от берега Байкала через верховья правых притоков Киренги. Смещение границы Сибирской платформы в Северном Прибайкалье, вероятно, обусловлено древним левосторонним сдвигом с размахом в 100 км. Сдвиг протягивается от устья Шигнанды на юго-запад к мысу Елохино. Образование сдвига относится, вероятно, к протерозою (см. рис. 2).

В районе мыса Елохина в полосе древнего сдвига развивается молодой сдвиг, который можно заметить по разрывам топографических и геологических контуров на картах. Но знак молодого сдвига правый, а размах около 2 км. По молодому сдвигу разорваны и смещены вправо по речке Елохиной горный склон из коренных пород и гребень Байкальского хребта. Смещение геологических контуров отчетливо видно на карте Л. И. Салопа (1962). Южнее наносного мыса Елохина, образованного пролювиальным конусом, прибрежная полоса нижнепротерозойского гранита, а равно и проходящая за ней полоса верхнепротерозойских осадочных и метаморфических пород смещены более чем на 2 км к западу относительно продолжения тех же полос севернее мыса. Соответственно смещены и залегающие в пограничной полосе платформы, за Байкальским хребтом, отложения нижнего кембрия.

Какая доля смещения по Елохинскому сдвигу приходится на четвертичный период? Ответ на этот вопрос может дать деправация четвертичных отложений, образующих мыс (рис. 39).

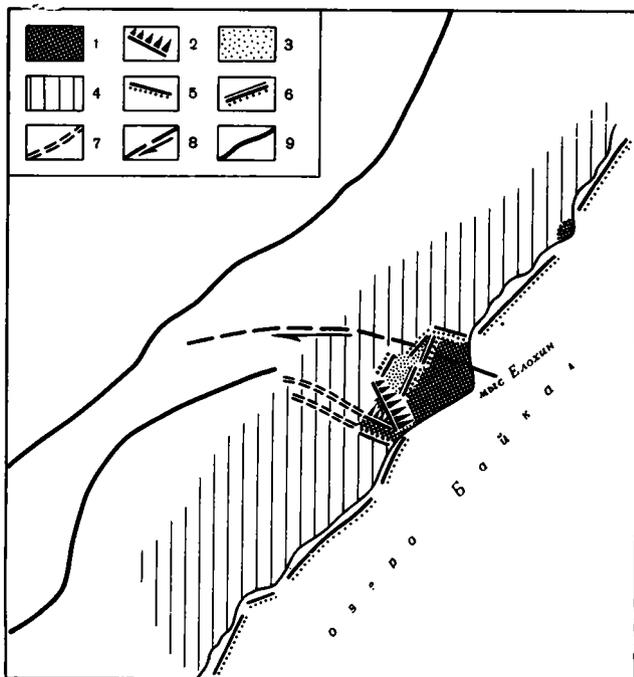


Рис. 39. Схема неотектонических явлений на Елохином мысу
 1 — плейстоценовый пролювий; 2 — распряченный плейстоценовый пролювий; 3 — нижнечетвертичный (эоплейстоценовый) аллювий; 4 — коренные породы; 5 — сбросы; 6 — сбросы плейстоценовые; 7 — щели; 8 — сдвиг; 9 — гребень Байкальского хребта

Елохина падь резко отличается от соседних по своей ширине при выходе из гор. Ширина пади, превосходящая $\frac{1}{2}$ км, по-видимому, зависит от того, что речка врезает ее по тектоническому разлому. Падь открывается на ступень в рельефе горного подножия. Ступень имеет вид наклонной террасы шириной приблизительно $\frac{1}{2}$ км поперек подножия. Она обрывается по молодому сбросу к нижерасположенному пролювиальному конусу с высоты 50—100 м над Байкалом. Эта тектоническая терраса покрыта так называемым елохинским конгломератом мощностью 4—6 м. Конгломерат железистый, крепко сцементирован. Он разделяется на два горизонта: верхний валунный и нижний галечно-щебневый. Судя по хорошей промытости составляющего материала, конгломерат аллювиальный. Состав растительной пылицы указывает на нижнечетвертичный (эоплейстоценовый) возраст. Вверх по реке, где она течет в горах, конгломерат рыхлеет и переходит в типичный горный аллювий. Под конгломератом залегают протерозойские сланцы. Терраса, слагающий ее конгломерат и скальный цоколь прорезаны очень узким, но глубоким ущельем Елохиной речки (Ламакин, 1959б).

Сброс, обрывающий террасу с конгломератом, разорван поперек своего протяжения. Его участок справа от речки смещен на 0,3—0,4 км к северо-западу относительно участка, проходящего слева от речки. По-видимому, вдоль речки Елохиной действует правосторонний сдвиг. Сброс, пересекаемый Елохинским сдвигом, образовался в конце эоплейстоцена или в начале плейстоцена. Он моложе эоплейстоценового конгломерата на террасе и древнее плейстоценового пролювия, образующего мыс в сторону Байкала от террасы. Ниже сброса Елохин мыс образован пролювиальными выносами, которые в верхней более древней части конуса принадлежат ко времени первого постмаксимального оледенения, а в нижней внешней части — ко времени второго постмаксимального оледенения. Отложения, соответствующие по возрасту максимальному оледенению, вероятно, существуют на Елохином мысу, но погребены под позднейшим пролювием.

Указанный сброс четвертичного возраста является продольным относительно простирания байкальского берега и входит в систему Обручевского сброса как одно из его частных проявлений. Елохинский сдвиг, пересекающий сброс, произошел позже сброса, что следует из очень молодой деправации пролювия на юго-западной стороне Елохина мыса. Здесь к пролювиальному конусу спускаются со скалистого горного обрыва две поперечные щели тектонического происхождения. Они протягиваются параллельно на 2 км в 300 м одна от другой. Щели свежие. Они возникли в связи с молодым сдвигом по речке Елохиной. Усиленное отодвигание по сдвигу Байкальского хребта южнее речки сопровождалось местными расщелениями в горном склоне. Отодвигание хребта способствует увеличению размаха Обручевского сброса, с которым связано увеличение глубины озера в южном направлении.

В пролювиальном конусе на продолжении горных щелей отодвигание хребта с южной стороны сдвига сказалось в плоском и довольно широком оседании пролювиальной поверхности и образовании низины на южной стороне Елохина мыса. Пролувию подвергся здесь распачиванию, т. е. раздвижению с соответствующим оседанием. Распачивание направлено на запад вслед отодвигающемуся горному обрыву. Низина, которая образовалась при распачивании, заходит более чем на 1 км от берега к северо-западу до горного подножия. В ней выделяются два углубления, но без признаков речной эрозии. Следовательно, текущая вода не могла повлиять на происхождение этих углублений и всей низины в целом.

Приблизившись к горному подножию, менее длинное юго-западное углубление в пролювиальном конусе продолжается к запад-северо-западу в виде одной из упомянутых щелей в скалах горного обрыва. Другое углубление отличается большей глубиной. На его продолжении в горном обрыве находится небольшая и довольно сглаженная борозда, в которой тоже нет следов водотока.

Из ущелий и ложбин Байкальского хребта, если они врезаются речками, выносятся продукты размывания горных пород, которые обычно образуют пролювиальные конусы при выходе речек на берег. В устьях малых падей соответственно невелики и конусы. Часто небольшие конусы накладываются на прислоненные к горному обрыву края широкого конуса, выдвинутого из гор крупной речкой. Однако на юго-западной стороне большого Елохинского конуса под концами горных щелей незаметно местных пролювиальных накоплений, хотя бы малых размеров. Это тоже говорит не об эрозионном, а о тектоническом происхождении упомянутых щелей и борозд в горном обрыве.

В плейстоцене Елохинский сдвиг получил, как уже сказано, размах в 0,3—0,4 км. Собственно говоря, произошло увеличение ранее действовавшего сдвига. Так, горный склон сзади эоплейстоценовой террасы разорван и смещен по Елохиной речке с тем же правым знаком, но на 0,8 км, т. е. больше, чем обрыв террасы. Следовательно, размах смещения за весь четвертичный период, а может быть и конец плиоцена, в два раза больше, чем за плейстоцен. Если же принять в расчет соседнее к северу правое смещение по разрыву горного подножия, происшедшее по другому Елохину ручью, которое равно 1 км, то общий размах сдвига определяется почти в 2 км.

Малый Елохин ручей тоже течет по поперечному разлому берега. Этот разлом со сбросом и сдвигом отделяет от горного обрыва пролювиальный конус, который образует мыс, выдвигаясь из горного склона. Из обрыва на некоторой высоте вырывается по трещине мощный источник очень холодной воды.

В верховье Елохиной речки сдвиг расщепил гребень Байкальского хребта, причем ширина расщепления тоже равна 2 км. Южнее Елохина мыса гребень Байкальского хребта протягивается по одной линии, но в

верховье речки Елохиной на коротком участке хребет разделяется на два гребня. Верховье речки проникает в образовавшееся расщепление, заворачивая к юго-западу. По обеих сторонам расщепления горы превышают 1000 м над Байкалом, но гребень за верховьем на 200—300 м ниже по сравнению с гребнем, ближайшим к Байкалу. Задний гребень, по-видимому, образовался при раздвигании по правому Елохинскому сдвигу соседнего участка хребта.

Речка Елохина вытекает из продольной горной долины, которая образована в основном тектоническим расщеплением Байкальского хребта. Длина расщепления около 5 км. Из другого его конца сток направлен в бассейн Лены, так что в середине имеется перевал. Елохинское расщепление горного хребта служитместилищем огромных древнеледниковых цирков. Севернее Елохиной речки Байкальский хребет опять протягивается одним гребнем.

Елохинский неотектонический сдвиг по своему знаку одинаков с Молоконским. Правые знаки обоих сдвигов соответствуют расширению Байкала от северной оконечности к середине озера. Расширение происходит посредством отодвигания на запад Обручевского сброса и Байкальского хребта. Неравномерность отодвигания и вызывает сравнительно небольшие поперечные сдвиги правого знака.

Значительные площадные смещения земной поверхности могут отличаться медленным и плавным характером. В таких случаях они не сопровождаются сдвигами и землетрясениями. В. Ф. Бончковский (1953) сообщал, что одновременные определения долгот на 52 астрономических обсерваториях в 1926 г. и в 1933 г. показали уменьшение расстояния между Европой и Америкой на широте 45° . В течение 7 лет материк сближались в среднем со скоростью 65 см в год. Вероятно, такая скорость больше действительной. В. Е. Хаин (1964) склонен считать, что точность долготных наблюдений недостаточна для правильных суждений о смещении материков. Наряду с этим сведения о горизонтальном смещении в пределах Средней Европы отличаются большей определенностью. В. Ф. Бончковский (1953) отмечал горизонтальную подвижку на широкой площади в Южной Баварии. Так, повторная триангуляция в 1901 г., произведенная через 100 лет после первоначальной (1801 г.), показала здесь смещение всех реперов в общем к северо-западу. Величина смещения составила в среднем 1 см за год.

Если подсчитать среднюю скорость наибольшего горизонтального смещения в Байкальской впадине, суммарная величина которого достигает 15 км за неоген и четвертичное время, то мы получим приблизительно 0,6 мм в год. Вероятно, и общее северо-западное поперечное раздвижение впадины, а также ее продольное раздвижение и смещение с разрывами по отдельным сдвигам происходят неравномерно. Они то усиливаются, то ослабляются и даже приостанавливаются в разных местах впадины.

На очереди выяснение скоростей современных тектонических движений в Прибайкалье. Для этого придется прибегнуть к повторным триангуляциям. Очень интересно расположить триангуляционные точки в полосе Поперечно-Байкальского сдвига — на полуострове Святой Нос, на Большом и Малых Ушканьих островах, на Ольхоне и на материковом западном берегу озера между мысами Замá и Рытый. Показательным может быть определение современной скорости Зыркузунского сдвига посредством повторных триангуляций нескольких точек, расположенных на весьма близких расстояниях по разным сторонам петли Иркутта.

Кроме триангуляций, следует позаботиться и об измерениях скоростей расширения тектонических щелей посредством последовательных промеров небольших расстояний между реперами, которые должны быть установлены над краями щелей. Для такого изучения удобно ущелье Якшакан на Баргузинском берегу Байкала севернее мыса Кабаньего.

Глава XVI

БАЙКАЛЬСКАЯ ВПАДИНА И ГЛУБИННЫЙ РАЗЛОМ

Спрашивается, почему земная кора, смещаясь к северо-западу, настолько сильно разрывается под Байкальской впадиной, что здесь возникло глубочайшее озеро? Ответ на этот коренной вопрос байкальской неотектоники следует искать в глубоких недрах Земли.

Гравиметрические и сейсмологические исследования показывают (Гайский, 1950; Федынский, 1951; Булмасов, 1959, 1960; Борисов, 1965), что вдоль юго-восточной стороны Байкала, между Верхне-Ангарской долиной и озером Косоголом, протягивается подземный глубокий ров, разорвавший поверхность мантии. Селенгинская дельта находится над осевой линией глубинного рва, и здесь он ближе всего к Байкалу. Оба фланга Байкальской дуги отклоняются от простираения глубинного рва в сторону платформы. В то же время Верхне-Ангарская долина и озеро Косогол отвернуты от концов дуги назад и протягиваются в сторону рва.

Мощность земной коры под Сибирской платформой равна 35—40 км, т. е. является нормальной. В Селенгинской Даурии она больше и колеблется от 40 до 50 км. В отличие от этого в подкоровом рве мантия опускается, по мнению А. П. Булмасова (1959, 1960), более чем на 70 км, считая от поверхности Земли. Под Хамар-Дабаном мантия опущена даже на 90 км и больше. Так велика здесь мощность земной коры. Из данных Булмасова вытекает, что глубина самого рва в среднем составляет 30 км, а под Хамар-Дабаном превосходит 50 км, если определять ее от уровня мантии под Сибирской платформой. Ширина рва между бровками под серединой Байкальской дуги, т. е. у края платформенного выступа, около 100 км. С удалением отсюда на северо-восток и юго-запад ров значительно расширяется (рис. 40).

А. А. Борисов (1965) считает, что глубина подкорового рва в Прибайкалье меньше, что земная кора опущена в ров вряд ли больше чем на 10 км относительно соседних участков. По мнению Борисова, для Байкальской структуры характерна не столько глубина прогибания мантии, сколько «высокая степень дробления глубоких недр с образованием «корово-мантийной смеси» во всей толще вплоть до очень больших глубин». Этот ученый находит, что глубинный разрыв в коре и мантии возник вследствие горизонтального растяжения. Такое мнение соответствует принятому теперь многими геофизиками представлению о местных разрывах сплошности мантии, точнее ее верхней сферы, которое отражено, например, в общем описании глубинного строения земной коры на территории СССР, составленном Э. Э. Фотиади, Г. И. Каратаевым и Ф. С. Моисеенко (1965).

Какое бы мнение — А. П. Булмасова или А. А. Борисова — ни принять во внимание, все равно оказывается, что поверхность мантии в Прибайкалье глубоко разорвана. По данным Булмасова, глубинный ров в мантии заполнен веществом земной коры, а по Борисову, глубинный разлом,

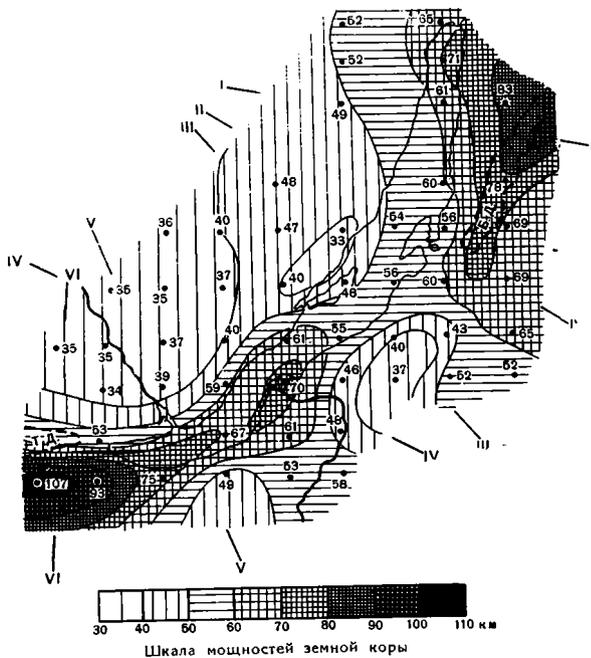


Рис. 40. Мощность земной коры в Прибайкалье (по данным А. П. Булмасова)

БД — Баргузинская долина; ТД — Тувинская долина. Арабские цифры обозначают мощность земной коры (км), римские цифры — расположение профилей, которые даны на рис. 41

раздвинувшийся в виде рва, заполнен крошкой из коры и мантии. При этом разрыв проникает в мантию в общем на большую глубину, чем по представлению Булмасова.

Раздробление глубоких недр Прибайкалья вследствие горизонтального растяжения, о котором пишет А. А. Борисов, вполне согласуется с геологическими данными о тектоническом развитии этой области. Образование подкорового рва вследствие раздвижения мантии в горизонтальном направлении и вообще преобладающее значение горизонтальных движений в тектонике Прибайкалья вытекает еще из того, что Байкал проваливается, несмотря на отрицательные аномалии силы тяжести в его впадине. Без горизонтального раздвижения невозможно понять опускание легкой земной коры под Байкалом относительно тяжелых пространств по его сторонам.

С Борисовым невозможно согласиться только в том, что причину растяжения Прибайкалья он усматривает в сводовом поднятии. Даже если принять в расчет максимальное значение ширины поднятия кристаллического фундамента рядом с Байкалом, при котором она определяется в 500 км, и максимально допустимую высоту поднятия в 6—8 км, то увеличение ширины его выпяченной поверхности окажется равным всего 3 км, или 0,06%. Оно составляет из раздвижения поверхности за все время, прошедшее после каледонской складчатости.

Однако, как мы видели при описании сдвигов, горизонтальное раздвижение только одной Байкальской впадины за неоген и четвертичный период доходит до 15 км. Если же учесть раздвижение забайкальских грабенов, то общее раздвижение Земли в области поднятия фундамента значительно превысит указанную величину. По одному этому нельзя признать правильное объяснение образования Байкала «сводовым поднятием» кристаллического фундамента. К тому же следует вспомнить, что Байкал находится не среди «свода», а на его краю, на границе с погружением фундамента под нижнепалеозойские отложения платформы. Здесь увеличение ширины поверхности при поднятии с соответствующим ее изгибанием совсем ничтожно.

Байкальский подкоровый ров сказывается в больших отрицательных аномалиях силы тяжести. Если их принять в редукции Буге, то в южной части Байкала они в 3—4 раза больше, чем в соседней полосе платформы. При этом весьма важно, что на севере Байкала они почти в 2 раза меньше, чем на юге.

Большие отрицательные аномалии силы тяжести в Байкальской впадине не позволяют объяснить ее возникновение посредством только одного вертикального проваливания, как это допускают многие геологи. При уменьшенной силе тяжести в полосе Байкала должен был под влиянием вертикальных изостатических сил подняться высокий горный хребет, а не провалиться глубочайшая впадина. Вертикальное изостатическое выравнивание неизбежно должно препятствовать образованию впадины. Только при допущении горизонтального раздвижения в Земле можно понять происхождение Байкала.

Обычные ссылки на неведомые процессы в глубоких недрах Земли, которые будто бы могут преодолеть изостатические условия в земной коре, остаются до сих пор беспочвенными. К такой ссылке прибегает, в частности и А. П. Булмасов (1959, 1960), пытаясь объяснить расположение Байкала в полосе резких отрицательных аномалий силы тяжести. Исходя из того, что изостатические силы не могут служить причиной образования Байкальской впадины, он считает возможным связать ее опускание с «энергией радиоактивного распада в подкоровом веществе». Но как и к чему может приводить такой распад, остается неизвестным. Если радиоактивный процесс и может вызвать изменение объема земного вещества, то масса вещества останется все равно прежней. Если бы под Байкалом произошло уплотнение мантии, позволившее опуститься поверхностной впадине, то сила тяжести осталась бы прежней — нормальной. Поэтому мнение А. П. Булмасова и подобные ему соображения других авторов неприемлемы. В то же время глубокий разрыв в поверхности мантии, образование подкорового рва, который с течением времени подвергается одностороннему северо-западному расширению, вполне объясняют приуроченность Байкальской впадины к полосе гравитационной недостаточности.

Интересно для сравнения привести сведения о полосе больших минимумов силы тяжести, которая протягивается вдоль африканских грабенов, и притом тоже с их восточной стороны. По сообщению П. Н. Кропоткина, Е. Н. Люстиха и Н. Н. Повало-Швейковской (1958, стр. 48), основанному на данных Булларда (Bullarde, 1936) и Хорсфильда и Булларда (Horsfield and Bullard, 1937), отрицательные аномалии силы тяжести, опускающиеся ниже — 125 *мг* в редукции Буге, располагаются в Африке дугообразно изогнутой полосой. Ее осевая линия проходит по восточному берегу озера Танганьики, где аномалии равны — 170, — 180 *мг*, а затем по восточному берегу озера Киву и далее на север к озеру Альберт, где силы тяжести отличаются особенно низкими значениями — 180, — 193 *мг*. На юго-восток полоса минимальных значений силы тяжести продолжается через озеро Руква к северной части озера Ньяса. На озере Руква аномалии достигают — 192 *мг*, а на озере Ньяса — 184 *мг*. В. А. Магницкий в примечании к этому сообщению указал, что самые большие отрицательные аномалии силы тяжести в зоне Восточно-Африканских разломов приурочены именно к грабенам, а не к соседним возвышенностям.

Вероятно, и под африканскими грабенами в поверхности мантии существует древний ров, заполненный сравнительно легким веществом земной коры. То обстоятельство, что ров проходит по восточной стороне грабенов, похоже на соотношение подкорового рва и поверхностной Байкальской впадины. И это говорит в пользу предположения о главенстве горизонтальных раздвижений как в коре, так и в мантии при образовании африканских грабенов и Байкальской впадины.

Байкальский подкоровый ров, отличаясь от поверхностной впадины гораздо большей глубиной, походит на нее несколькими существенными чертами. Он тоже асимметричен, причем ориентировка асимметрии у него такая же, как и у Байкальской впадины. Протяжение рва S-образно изогнуто с поперечным разрывом в широтном направлении подобно протяжению поверхностной впадины. Величина поперечного разрыва около 150 км. Его расположение совпадает с Поперечно-Байкальским сдвигом на поверхности. Изгибы глубинного рва и поверхностной впадины параллельны и расположены рядом, т. е. соответствуют один другому.

Наконец, Байкальская впадина смещена на несколько десятков километров к северо-западу относительно осевой линии наибольших глубин подкорового рва, так что расположена над его крутым северо-западным бортом. Это напоминает о северо-западной смещенности современного Байкала относительно его первоначального положения в неогене; только смещенность Байкала менее значительна (рис. 41).

Такое поразительное сходство морфологических черт и закономерное соотношение в расположении позволяют думать, что Байкальская впадина является прямым отражением на земной поверхности глубинных движений, происходящих в мантии. Очевидно, возобновившееся в неогене развитие глубинного разлома служит причиной образования сравнительно молодой и небольшой впадины на земной поверхности.

Мантия состоит из более тяжелого вещества, чем кора. Располагаясь сравнительно неглубоко под платформой, она сильнее реагирует на приливные силы и на изменение общей формы Земли под их влиянием. Смещаясь быстрее, она тянет за собой северо-западный борт подкорового рва, а он увлекает находящийся на поверхности фронтальный сбросовый берег Байкала. На севере раздвигающийся глубинный ров смещает не только фронтальный берег озера, но и фронтальный борт Баргузинской долины, которая в своем расщелении к северо-западу следует за Байкалом.

Зависимость размаха горизонтальных смещений внутри Байкальской впадины от распределения силы тяжести весьма отчетливо выявляется из сравнения Северного Байкала, с одной стороны, и Средней и Южной его частей, — с другой. Как уже указывалось, в северной части Байкала отрицательные аномалии силы тяжести почти в два раза меньше, по сравнению с более южными частями озера. На севере мантия ближе к земной поверхности и смещается здесь к западу значительно больше, увлекая с собой кору. От этого и образовался Поперечно-Байкальский сдвиг приблизительно на границе более тяжелой Земли.

Глубинный ров, существующий под Байкалом, вероятно, возник в докембрии. Уже тогда повышенное расположение мантии под платформой могло сказываться в ее горизонтальном смещении на северо-запад. Односторонний разрыв мантии в северо-западном направлении мог способствовать углублению земной коры во время развития каледонской геосинклинали. Раздвижением земной коры можно объяснить и необыкновенно огромные размеры гранитных интрузий протерозойского возраста в Прибайкалье.

В полосе подкорового рва толщи протерозойских метаморфизованных осадков отличаются очень большой мощностью. По данным Л. И. Салопа (1964), мощности таковы (сверху вниз изученных толщ):

Верхний протерозой

В «Прибайкальской зоне», Приморский и Байкальский хребты:

Кочергатская свита	1,2—1,4 км
Улунтуйская свита	1,5 »
Голоустенская свита	0,5—1 »

Всего около 4 км

В «Селегинской зоне», с юго-восточной стороны Байкала
Всего > 5 км

В «Икатской зоне» Всего 5—6,3 км

В «Котерской (Баргузинской) зоне», Баргузинский хребет и горы в соседнем бассейне р. Котеры (осевая полоса рва):

Янчуйская свита	1,5 км
Баргузинская свита	3—4 »
Няндоксинская свита	< 3 »
Уколкитская свита	> 4,5—5 »
Всего > 13,5 км	

Средний протерозой

В Байкальском хребте:

Чайская свита	2,3—5,5 км
Хибеленская свита	4,5 »
Малокосинская свита	> 2 »
Всего > 12 км	

Нижний протерозой

В Приморском хребте Всего около 6 км

На северо-западном побережье Байкала в районе Онгурён и Солонцовых мысов Всего около 9 км

Таким образом, даже на сравнительно небольших площадях мощности отдельных членов протерозойского комплекса весьма велики. В «Котерской (Баргузинской) зоне» один верхний протерозой достигает в мощности более 13,5 км. При сжатии протерозойских пород в крутые складки они внедрялись глубоко в земную кору, выдавливая кверху огромные интрузии гранитов. Сжатие сокращало земную кору поперек складчатой зоны и одновременно увеличивало её мощность. Так заполнялся объём глубинного рва.

Глубокая древность Байкальского глубинного разлома не вызывает сомнений. Так, согласно исследованиям Л. П. Никитиной, Ф. П. Митрофанова и других геологов Саянской экспедиции Лаборатории геологии докембрия Академии наук СССР, описанным в коллективной монографии «Докембрий Восточного Саяна» (ответственный редактор С. В. Обручев, 1964, стр. 187), а также в отдельной статье (Бузиков и др., 1964), разлом вдоль южного подножия Тункинских гольцов, где проходит неотектонический Обручевский сброс, существует, возможно, еще с начала нижнего протерозоя. В среднем протерозое он отчетливо разделял структурно-формационные зоны и проявлялся в ультраосновном магматизме. И в Верхне-Ангарской долине, по данным Л. И. Салопа (1960), древний разлом, по которому в третичном периоде возник молодой сброс, имеет также докембрийское заложение. Таким образом, кажется очевидной древняя предопределенность в расположении современной Байкальской впадины. Современный Обручевский сброс насчитывает приблизительно 25 млн. лет существования, а глубинный разлом возник около 2 млрд. лет назад.

Продольное раздвижение Байкальской впадины следует связать с отклонением обоих флангов Байкальской дуги от простираения подкорового рва. Раздвижение средней части впадины напротив выступающего угла платформы почти исключительно поперечное. Оно направлено перпендикулярно относительно простираения рва. В то же время в отклонившихся флангах дуги оно становится диагональным и поэтому сказывается отчасти в их продольном раздвижении. Однако и здесь поперечное раздвижение является главным. Но в оконечностях дуги, где края платформы слишком далеки от Байкала, поперечное раздвижение затихает. При этом Байкальская дуга обламывается и от ее концов отходят назад котловины Верхней Ангары и Косогила.

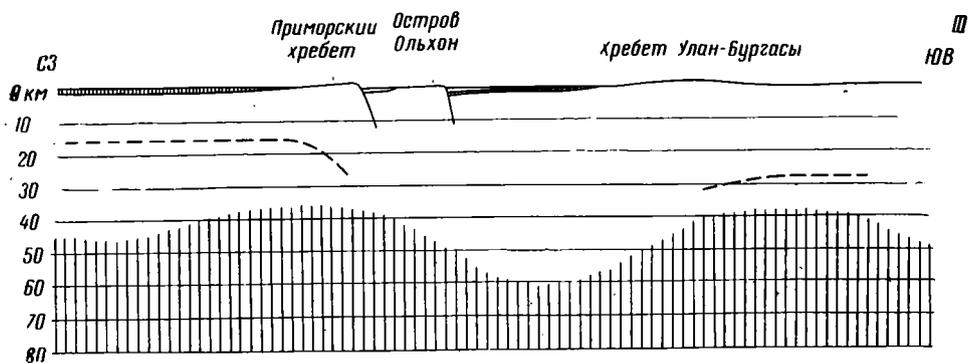
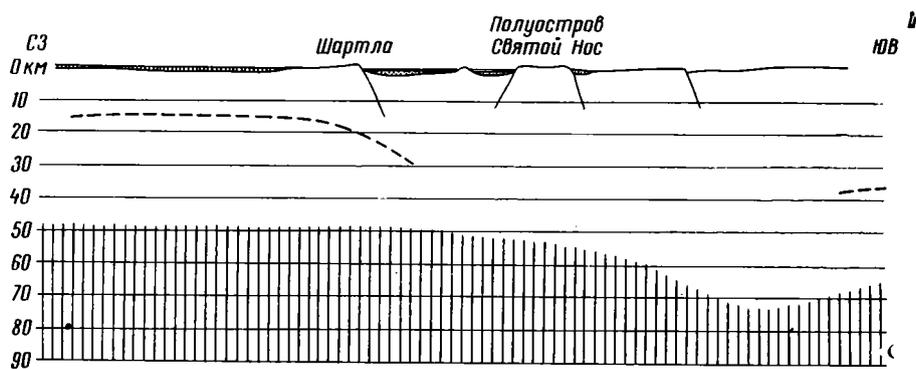
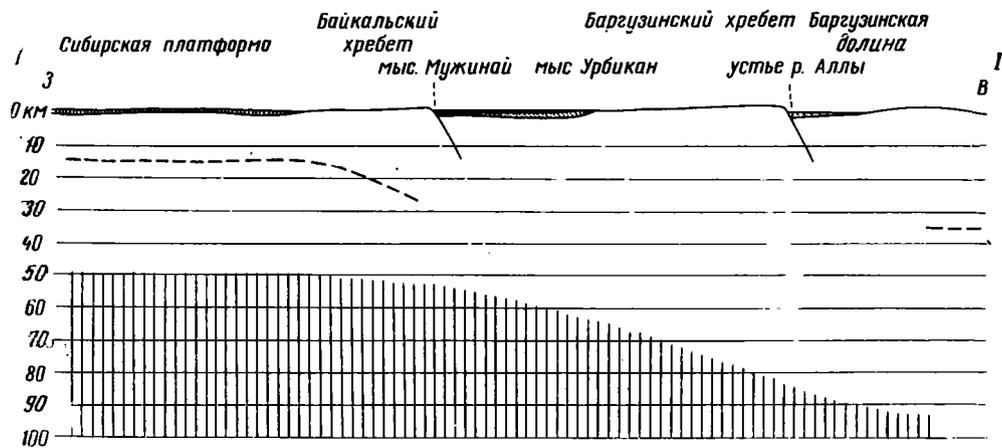
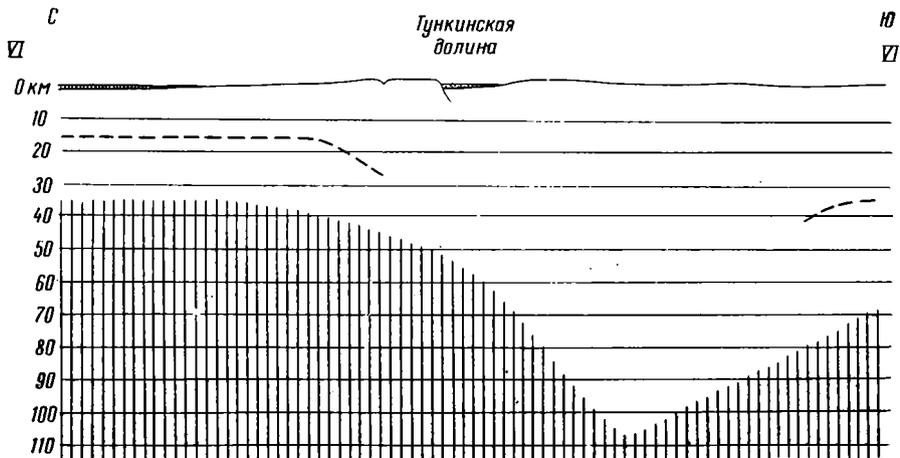
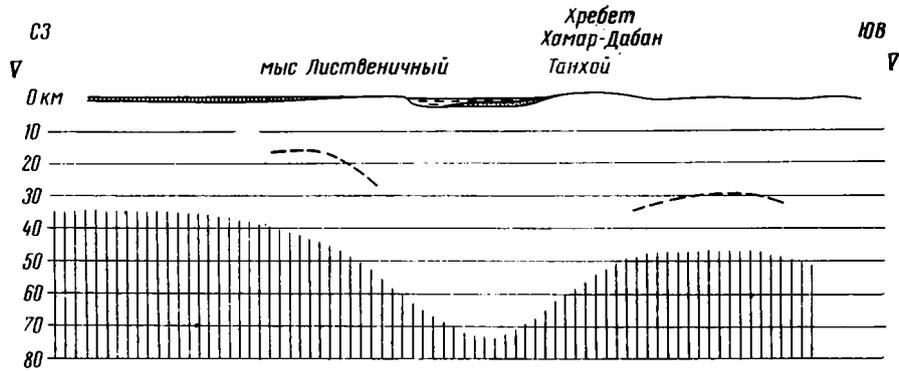
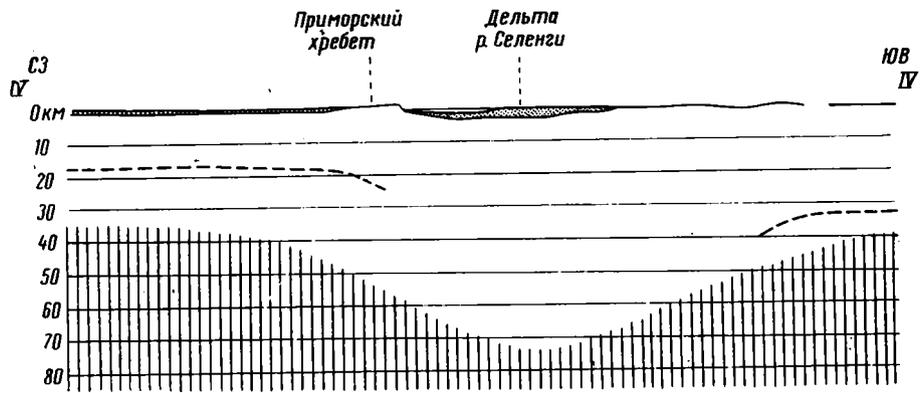


Рис. 41. Соотношение Байкальской впадины с
1 — толщина байкальской воды; 2 — неогеновые и четвертичные преимущественно озерные от-
граница базальтового и гранитного



рельефом мантии (шесть профилей к рис. 40)

ложения; 3 — палеозойский осадочный чехол Сибирской платформы; 4 — приблизительная слоев; 5 — мантия

Байкальская впадина, являясь резко асимметричной в поперечном направлении, удивительно симметрична по изменениям своих особенностей вдоль протяжения. На огромном расстоянии она плавно изогнута в виде правильной дуги, охватывающей с юго-востока угол древней платформы. Дуга состоит из котловины самого Байкала и ее западного продолжения — Тункинской долины. От обеих оконечностей дуги симметрично отходят в обратную сторону от платформы Верхне-Ангарская долина на севере и котловина Косогола на юге. Они образуют концевые отвороты дуги. Верхне-Ангарская долина протянулась к востоку, а Косогол — к югу.

Поперечная асимметрия Байкальской впадины вызвана односторонним раздвижением к северо-западу земной коры, которое обусловлено новейшим этапом развития глубинного разлома, повлекшим отодвигание платформы. Продольная симметрия впадины обязана своим происхождением двустороннему раздвижению земной коры в обход платформенного выступа. Усть-Селенгинский раздвиг разделяет противоположные направления обходных движений. Эти движения тоже связаны с глубинным разрывом мантии, который расположен у края платформы. Как поперечное раздвижение Байкальской впадины повторяет северо-западное направление сжатия каледонских складок к платформе, так и продольное обходное раздвижение с обеих сторон платформенного угла повторяет противоположные направления древних складчатых дуг на севере и юге. В Байкало-Патомском нагорье дуги вынуклы к северу, а на юге в Монголии — к югу.

В крыльях складчатой обоймы сегментарные смещения захватывают, вероятно, менее глубокие сферы Земли, чем под платформой. Этим можно объяснить большую скорость смещений крыльев обоймы, которая приводит к сдвигам вдоль краевых разломов. При меньшей мощности сегмента он должен двигаться быстрее, чтобы передвинулась соответствующая масса земного вещества.

Под платформой горизонтальные смещения возбуждаются мантией, которая тащит лежащую на ней кору. В отличие от этого горизонтальные скольжения и срывы сегментов недостаточно большой мощности в складчатой обойме происходят преимущественно в коре, вероятно, в ее базальтовом слое.

Этим можно объяснить молодые излияния базальтовых лав в Хамар-Дабане, Восточных Саянах и на Витимском плоскогорье, а также вулканы четвертичного возраста в Становом нагорье. По возрасту они точно соответствуют горизонтальным раздвижениям в неогене и четвертичном периоде, обусловившим образование Байкальской впадины. Главная область излияний, охватывающая Тункинскую долину, озеро Косогол, Хамар-Дабан и Восточные Саяны, выделяется из окружающих мест очень большим раздвижением. Оно усиливается здесь тем, что смещение Хамар-Дабана направлено в другую сторону, чем в Саянах. Согласно мнению А. В. Пейве (1961), по горизонтальным плоскостям тектонического скальвания в земных недрах происходит расплавление каменных масс вследствие трения. По трещинам расплавленный базальт изливается на поверхность.

Проявления продольной симметрии Байкальской впадины не ограничиваются только лишь правильностью очертания Байкальской дуги и одинаковым расположением ее концевых отворотов. Симметрично расположены и структуры внутри впадины, расщепляющие ее протяжение. Так, между Средней и Северной котловинами Байкала расположены наискось к протяжению впадины остров Ольхон и Ушканий подводный порог. Они вытянуты полосой к северо-востоку. Наряду с этим между Средней и Южной котловинами Байкала находятся Посольская банка и служащий ее продолжением подземный выступ древнего фундамента, выявленный геофизическими исследованиями. М. М. Мандельбаум (1959)

называет его «Посольско-Бугульдейским валом». Он протягивается от Посольского сора на северо-запад в направлении Бугульдейки. По мнению Мандельбаума, вал служит, хотя и погребенной, но коренной перемычкой между двумя котловинами Байкала.

Кроме того, симметрично к Баргузинской долине, южнее ее, расположена пониженная полоса Забайкалья, протянувшаяся по Селенге. И Баргузинская долина и Селенгинская пониженная полоса отходят от оконечностей Средней котловины Байкала взад от ее тылового борта. Баргузинская впадина протягивается к северо-востоку, а Селенгинская пониженная полоса к югу. Они расходятся друг от друга. Сходство у них заключается, разумеется, только в расположении относительно Байкала, но структурные особенности существенно различны.

Для понимания направлений горизонтальных движений в Прибайкалье необходимо сопоставить их с конфигурацией подкорового рва. Хотя представление А. А. Борисова (1965) о разрыве мантии под Байкалом с неотектонической точки зрения более логично, но данные А. П. Булмасова (1959, 1960) о рельефе мантии более подробны. Кроме того, его данные о мощности земной коры отражают геофизические особенности разных участков Прибайкалья, связанные с различиями в силе тяжести, а следовательно, определяют места с избытком и недостатком земных масс. А это главное, чтобы понять направление горизонтальных движений. Поэтому нам приходится воспользоваться сводкой геофизических данных по Прибайкалью, которая сделана А. П. Булмасовым.

Из сводки А. П. Булмасова видно, что мощность земной коры превосходит нормальную величину почти во всем Прибайкалье. Наименьшую мощность кора имеет под Сибирской платформой, не превосходя здесь 50 км. Только в полосе Приморского хребта и Прибрежно-Ольхонских гор она увеличивается до 60 км. На северо-запад с удалением от Байкала мощность коры постепенно убывает до 40 км. По р. Ангаре она уменьшается даже до 35 км, т. е. становится нормальной.

За Байкалом, в Селенгинской Даурии, мощность коры тоже сравнительно невелика, и здесь поверхность мантии образует местный выступ. Глубина залегания поверхности Мохоровичича южнее г. Улан-Удэ не более 50 км, а к северо-востоку от него уменьшается до 37 км.

Селенгинское поднятие мантии отделено от высокого ее расположения под Сибирской платформой полосой, протянувшейся вдоль Байкала в виде глубокого подкорового рва, где давно известны большие отрицательные аномалии силы тяжести. И гравитационные и сейсмологические данные показывают, что под Байкалом в рельефе мантии существует очень глубокий разрыв. Вещество земной коры в полосе разрыва внедряется вглубь более чем на 70—100 км от поверхности Земли, а глубина самого подкорового рва, ограниченного возвышенными участками мантии, в самом мелком месте рядом с островом Ольхоном достигает 20 км. В обе стороны отсюда она увеличивается и превосходит под Икатским хребтом 30—40 км, а под Хамар-Дабаном — 70 км. Ширина рва между вершинами его бортов под средней и южной частями Байкала равна 100 км. К северо-востоку и юго-западу отсюда ров значительно расширяется.

Наряду с описанными чертами подобия, подкоровый ров заметно отличается от Байкальской впадины своим узким дном. Склоны рва, круто спускаясь, почти сходятся вверху, не оставляя между подножиями широкого пространства. Поверхностная же впадина в общем плоскодонна. Глубокий ров гораздо круче впадины. Соотношение глубины и ширины Байкальской впадины составляет в среднем 1 : 20, а у подкорового рва оно всего 1 : 4. Следовательно, ров круче впадины в среднем в пять раз. Большая крутизна подкорового рва зависит, вероятно, от другого соотношения тангенциальных и радиальных движений мантии по сравнению с тем, которое существует в поверхностных горизонтах земной коры. Следует ду-

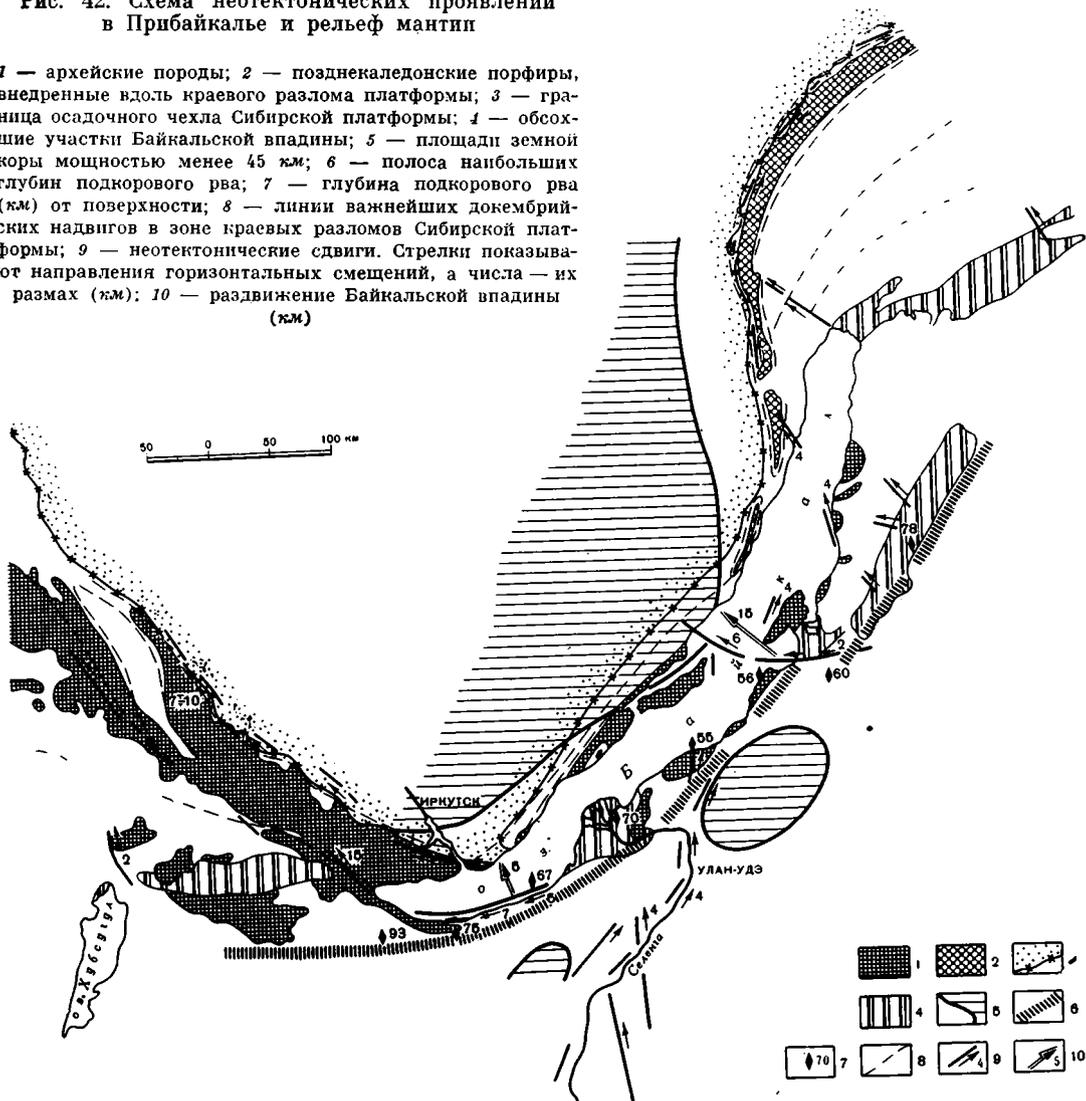
мать, что глубинный подбайкальский ров в мантии образован ее разрывом и раздвижением.

Под южным берегом Байкала дно подкорового рва опущено на глубину 60—70 км от поверхности земли. Глубина самого рва от уровня соседних повышенных мантии превосходит 25 км. Ширина между краями бортов — 100 км. К западу отсюда ось подкорового рва проходит южнее Тункинской долины под Хамар-Дабаном, причем ров углубляется до 70 км, а мощность земной коры достигает, по данным А. П. Булмасова, 107 км. Это — максимальная, можно сказать невероятно большая, величина мощности коры из известных вообще для Прибайкалья. На хамар-дабанском участке асимметричная форма рва проявляется особенно сильно. Крутизна северного борта возрастает до 50°. Здесь ров имеет почти широтное протяжение соответственно с протяжением Тункинской долины.

Вдоль Байкала от его южной оконечности подкоровый ров соответственно с протяжением озера постепенно заворачивает на северо-восток. Под дельтой Селенги его глубина превосходит 30 км. Здесь на дне рва, по-видимому, существует несколько обособленная котловина с расширенным дном (рис. 42).

Рис. 42. Схема неотектонических проявлений в Прибайкалье и рельеф мантии

1 — архейские породы; 2 — позднекаледонские порфиры, внедренные вдоль краевого разлома платформы; 3 — граница осадочного чехла Сибирской платформы; 4 — обсохшие участки Байкальской впадины; 5 — площади земной коры мощностью менее 45 км; 6 — полоса наибольших глубин подкорового рва; 7 — глубина подкорового рва (км) от поверхности; 8 — линии важнейших докембрийских надвигов в зоне краевых разломов Сибирской платформы; 9 — неотектонические сдвиги. Стрелки показывают направления горизонтальных смещений, а числа — их размах (км); 10 — раздвижение Байкальской впадины (км)



Под средней частью Байкала напротив Ольхона дно рва повышается, образуя перемычку, или пережим, над которым мощность земной коры уменьшается до 55 км. Глубина рва от уровня соседних площадей мантии равна здесь 20 км. Проходя через Ольхонский пережим, ров сужается до 75 км. Отношение глубины к ширине остается прежним и равно 1:4. Сохраняется и асимметричная форма с более крутым северо-западным бортом.

Перемычке глубинного рва под Ольхоном отвечает с западной стороны Ангинский выступ кристаллического фундамента в земной коре на краю платформы, выделенный по геофизическим данным К. А. Савинским (1964). На составленной им карте видно, что Ангинский выступ образован поднятием фундамента, которое мысообразно вдаётся к северо-западу приблизительно на 100 км в область его более глубокого залегания под осадочными толщами платформы. На линии Ольхонских ворот, где находится выступ, фундамент залегает на глубине 1,5—2 км. В отличие от этого против Средней и Северной котловин Байкала фундамент опускается на большую глубину. Район больших глубин фундамента охватывает выступ с трех сторон. На расстоянии 100—150 км от Байкала фундамент располагается на глубине 3—3,7 км. Это так называемый Хандинский прогиб. Ангинский выступ имеет в ширину в своем основании от линии северной оконечности Ольхона до южной оконечности Прибрежно-Ольхонских гор (устье р. Бугульдейки) около 150 км.

Далее на северо-восток от Ольхона подкоровый ров отходит от Байкала. Дно рва прослеживается по юго-восточной стороне Баргузинской долины и под Икатским хребтом в 75—100 км от Байкала, оконечность которого поворачивает в северном направлении. На Баргузинском участке рва мощность земной коры увеличивается до 80—90 км. Но ров сильно расширяется, и его северо-западный борт поднимается не так круто под Баргузинским хребтом и Байкалом к Байкальскому хребту на западном берегу озера. Крутизна наклона поверхности мантии равна 20°. Восточная сторона подкорового рва в его северной части остается неизвестной.

В верховьях р. Турки юго-восточный борт подкорового рва прерывается. Здесь поверхность мантии через широкую брешь в борту полого снижается от Ольхонского пережима рва далеко на восток под Витимское плоскогорье. Осевая полоса рва севернее бортового прорыва смещена к востоку по сравнению с участком рва южнее перемычки. Величина смещения равна 80 км. Это смещение и придает рву S-образную изогнутость в протяжении, которая отражается в соответствующем изгибе очертаний Байкала. В разрыв между смещенными участками осевых глубин подкорового рва вдаётся с юга Селенгинское поднятие мантии. Наряду с разрывом осевой полосы подкорового рва его северо-западный борт сохраняет целостность вдоль всего своего протяжения.

Смещение Байкальской впадины к северо-западу от глубокой осевой полосы подкорового рва не везде одинаково. Менее всего смещена юго-восточная часть Байкала. К северу и югу смещение усиливается. Над Ольхонской перемычкой Байкал в районе Малого моря и Онгурёнского берега заходит на самый верх борта подкорового рва. Еще севернее Байкальская впадина находится над верхней частью борта, а над нижней его частью протягивается Баргузинская долина, которая представляет ответвление Байкальской впадины. Поперечно-Байкальский пояс разломов, сопровождаемый левым сдвигом, начинается над прорывом юго-восточного борта подкорового рва и проходит с северной стороны его Ольхонского пережима.

Крутой северо-западный борт подкорового рва по своей ориентировке подобен северо-западному берегу Байкала и вообще крутым обрывам поверхностного рельефа, образовавшимся по Обручевскому сбросу. Исходя из того, что Обручевский сброс развивается в условиях одностороннего

северо-западного расщеления земной коры, мы можем предположить, что и расположенный под ним крутой борт асимметричного подкорового рва отодвигается к северо-западу по мере увеличения разрыва в мантии. Обручевский сброс повторяет глубинное движение мантии. Сброс на поверхности Земли следует за смещающимся бортом подкорового рва. Но в отличие от движений в поверхностных горизонтах коры, сопровождающихся сбросом, растяжение мантии, вероятно, происходит более плавно.

Причина образования Байкальской впадины, по-видимому, заключается в одностороннем раздвижении подкорового рва в северо-западном направлении. Байкальская впадина — это слабое отражение на поверхности Земли гораздо более мощных движений в мантии, которые вызвали образование огромного подкорового рва. Северо-западное раздвижение земной коры, начавшееся в районе Байкала в третичном периоде, зависит от развития подкорового рва. Движение в мантии разрывает существующий в ней ров, отодвигая его северо-западный крутой борт. С течением времени ров становится шире и глубже. Северо-западное смещение мантии захватывает и земную кору, вследствие чего на поверхности развивается Обручевский сброс, который является ведущей структурой в Байкальской впадине. Она оседает по сбросу, с противоположной стороны от которого опускание имеет характер прогиба.

Прорыв юго-восточного борта подкорового рва находится там, где Икатский хребет северо-северо-восточного простирания приключается к широтному Туркинскому хребту. С другой стороны под северо-западным берегом Байкала находится повышение мантии, над которым мощность земной коры уменьшается до 33 км. Только в одном этом месте Байкал непосредственно задевает своим берегом местность над возвышенным участком мантии.

Изменение мощности земной коры поперек средней части Байкала должно было способствовать наиболее сильному северо-западному раздвижению озера и образованию поперечного сдвига. В самом деле, повышенный участок мантии рядом с Малым морем и Онгурёнским берегом мог особенно благоприятствовать проявлению планетарных сил северо-западного смещения. Тяжелая мантия в ее возвышенном выступе больше реагировала на горизонтальную составляющую приливообразующих сил. Повышенный участок мантии сильнее раздвигал подкоровый ров к северо-западу и увлекал за собой находящийся над его краем сбросовый берег Байкала. С другой стороны, низкое расположение мантии в прорыве восточной стороны подкорового рва не возбуждало сильных смещений и, в частности, раздвижения в земной коре. Поэтому в Поперечно-Байкальском поясе разломов особенно велика разница в скорости смещения западного и восточного берегов озера. А это и послужило причиной особенно сильного дробления земной коры на отдельные раздвинувшиеся глыбы. Крайняя неравномерность горизонтального смещения в этой части Байкала вызвала Поперечный левосторонний сдвиг большого размаха. Вследствие особенно сильного раздвижения земной коры в средней части Байкала озерная впадина здесь особенно широка и глубока.

Наоборот, на юге Байкал узок, и это можно поставить в связь с поднятием мантии под Восточным Хамар-Дабаном. Это поднятие менее отставало от северо-западного смещения высоко расположенной мантии под Сибирской платформой.

Пережим подкорового рва на Ольхонском участке расположен напротив середины юго-восточного выступа платформы. Во время каледонской складчатости, а отчасти и в дальнейшем во время юрских надвигов подкоровый ров, вероятно, сжимался под влиянием тангенциального давления с юго-востока. Как и раздвижение земной коры, так и ее сжатие в разные геологические эпохи диктовалось движениями мантии. Середина платформенного выступа, направленного навстречу к силам сжатия, дол-

жна была подвергнуться наибольшему боковому давлению как в сфере земной коры, так и в мантии. Одновременно Селенгинское поднятие мантии сильнее сжимало ров с юго-востока.

Сильно повышенные участки мантии с обеих сторон Ольхонской перемычки подкорового рва определяют его S-образное протяжение, а вместе с тем и соответствующий изгиб в протяжении современного Байкала.

Увеличение размеров подкорового рва в ту и другую стороны от Ольхонской перемычки, возможно, связано с уменьшением силы каледонского сжатия. А если это так, то основной первоначальной причиной возникновения рва следует считать, наоборот, силу разрыва и раздвижения земной мантии и коры, которая действовала в докаледонское время. Раздвижение мантии и коры рядом с Сибирской платформой произошло в протерозое, что и обусловило большое углубление возникшей здесь геосинклинали и накопление огромной толщи осадков.

При раздвижении глубинного рва в протерозое край архейской платформы раскалывался на сравнительно мелкие глыбы. Отколовшиеся глыбы охватывались протерозойскими осадками. Во время каледонской складчатости древний подкоровый ров был преобразован. Отколовшиеся от платформы глыбы оказались зажатыми среди складок. Многие глыбы могли при этом повернуться подобно тому, как во время неотектонического развития Байкальской впадины повернулись Ольхонская и Ушканская глыбы. Этим могут быть объяснены резкие различия в простираниях горных пород в некоторых соседних разобценных глыбах архея в Прибайкалье.

Байкальский подкоровый ров развивался вследствие разрыва и раздвижения верхней сферы мантии, которые в течение геологической истории чередовались с периодами покоя и сжатия. В Южной котловине Байкала и частью в Средней с осевой линией рва совпадают краевые разломы платформы, которые и сейчас дают себя знать молодыми сдвигами с местными сравнительно небольшими сбросами. Здесь по разломам происходят сильные землетрясения, очаги которых располагаются внутри земной коры — в более верхней «гранитной» сфере. На севере Байкала и в Тункинской долине краевые разломы платформы отклоняются к северо-западу от подкорового рва, очерчивая площадь высокого расположения мантии под платформой. Выходя за пределы глубинного рва, они утрачивают сейсмичность.

Байкальский подкоровый ров протягивается дугой, которая изогнута согласно с дугой поверхностной Байкальской впадины, но более отлого. Крутизна изогнутости байкальской дуги средняя по сравнению с дугой краевых разломов Сибирской платформы и дугой подкорового рва. Оба конца дуги Байкальской впадины протягиваются посредине между осью подкорового рва и краевыми разломами платформы.

Северная часть Байкала вытянута вдоль широкого здесь склона подкорового рва. Ось больших мощностей земной коры направлена к северо-востоку, а край платформы и вместе с ним край повышенного мантиевого плато отходит к северо-западу. В то же время оконечность Байкала протягивается почти прямо по меридиану на расстоянии 200 км, ровно посредине склона в рельефе мантии. Байкал в северной части расположен над биссектрисой угла, образованного осью подкорового рва и отвернутым от нее на северо-запад краем повышенного мантиевого плато под платформой. Наряду с этим непосредственно рядом с осью рва и параллельно его простиранию пролегла большая Баргузинская долина.

По-видимому, растяжение мантиевого склона ближе к оси рва направлено перпендикулярно от нее, т. е. на северо-запад, поперек Баргузинской долины. Но ближе к краю повышенного мантиевого плато направление растяжения меняется и становится перпендикулярным к нему. В полосе изменения направлений растяжения, перпендикулярно к их

равнодействующей, расположена северная оконечность Байкала. Этим можно объяснить заворот байкальской дуги на север рядом с прямым протяжением Баргузинской долины на северо-восток.

Подобно северной оконечности Байкала и Тункинская долина протянулась в пространстве между осью подкорового рва под Хамар-Дабаном и отвернувшим от него к северо-западу краем мантиевого плато под Сибирской платформой. Широкое протяжение Тункинской долины соответствует направлению биссектрисы угла между глубинной осью рва и краем мантиевого плато.

Зависимость расположения Байкальской впадины от подкорового рва дает возможность лучше понять причину северо-западного раздвижения земной коры в Прибайкалье. Можно думать, что образование впадины вызвано смещением повышенной площади мантии, которое увлекает за собой лежащую над ним кору в платформенной области. Смещение приводит к одностороннему расширению рва в мантии посредством отодвигания его северо-западного крутого борта. Расширение подкорового рва растягивает и расщеляет расположенную над ним кору, и это вызывает на ее поверхности образование Байкальской впадины.

От одностороннего раздвигания подкорового рва зависит то, что Байкальская впадина развивается не над его осевой глубинной линией, а над отодвигающимся северо-западным бортом. Это понятно, так как наибольшее растяжение земной коры должно происходить как раз в полосе наибольшего смещения мантии.

Одной из особенностей Прибайкалья является расположение осколков Сибирской платформы на юго-восточной стороне Байкала. Осколки состоят из архейских пород, таких же, какие слагают платформенный фундамент с северо-западной стороны озера. На юго-востоке глыбы архейских пород разобщены на больших расстояниях. Они вкраплены среди обширных полей протерозойского гранита.

Приняв во внимание горизонтальные составляющие неотектоники, мы вправе считать, что глыбы архейских пород вместе с окружающими их протерозойскими породами отстали на несколько километров в течение неогена и четвертичного периода от смещения платформенного фундамента на северо-западном берегу Байкала. Но сами осколки образовались в протерозое. В начале своего развития, в протерозое, глубинный ров, по-видимому, особенно сильно раздался к северо-западу. Тогда он мог особенно широко раздвинуть пространство между платформой и ее осколками.

Каково происхождение хвостовых байкальских придатков, или отворотов, т. е. Верхне-Ангарской и Косогольской котловин? Выше описывалось, что их образование связано с продольными раздвижениями основной Байкальской дуги. Вместе с тем продольные раздвижения Байкальской дуги зависят, по-видимому, от поднятий нагорий, происходящих на продолжении оконечностей дуги. У северной оконечности поднимается Северо-Байкальское нагорье, а у западной — Восточно-Саянское. Возникает вопрос, можно ли присоединять к Байкальской впадине ее придатки, которые несколько отличаются по своему происхождению. Я нахожу, что оба хвостовых придатка Байкальской впадины следует считать неотъемлемыми частями ее единой структурной системы.

Дело в том, что отодвигание северо-западного борта Байкальской впадины настолько сильно, что вызывает поперечные сдвиги в ее оконечностях по границам с менее подвижными площадями. На западном конце Тункинской долины описан в предшествующем изложении Мондинский сдвиг левого знака. У северной оконечности Байкала вероятны короткие поперечные сдвиги в направлении к р. Кунерме. Эти сдвиги, непосредственно зависящие от поперечного раздвижения Байкальской дуги, уменьшают устойчивость земной коры. Поэтому горизонтальные состав-

ляющие неотектоники крупных поднятий именно здесь и создают большие структуры, направленные поперек протяжения Байкальской дуги. Возникновение Косогольской и Верхне-Ангарской впадин зависит от структурного развития Байкальской дуги, и поэтому они должны быть объединены с ней не только в морфологическом, но и в генетическом отношении.

Следует также иметь в виду, что и сама Байкальская дуга без хвостовых отворотов не вполне однообразна вдоль всего своего протяжения. Наиболее характерно выражена ее структура в средней части протяжения — между Култуком и Баргузинским заливом, где находится вершина дуги, проходящая непосредственно по краю выступа Сибирской платформы.

Здесь Байкал широк и особенно глубок. С северо-западной стороны над ним возвышаются в виде простого довольно узкого противоположия Олхинское плоскогорье и Приморский хребет, разделенные истоком р. Ангары. Противоподнятия увеличиваются в высоте к северу соответственно с расширением и более значительным углублением Байкала в том же направлении. Вследствие отодвигания Обручевского сброса к северо-западу Олхинское плоскогорье и Приморский хребет обрываются в озеро отвесными утесами. Самыми крупными из отклонившихся неотектонических глыб являются Прибрежно-Ольхонские горы и остров Ольхон. На юго-восточном побережье протянулись сквозные долины Черского, образованные в связи с односторонним байкальским раздвижением земной коры к северо-западу. На юге у подножия Хамар-Дабана расположена сравнительно широкая Танхойская равнина, сложенная приподнятыми байкальскими отложениями неогенового и четвертичного возраста.

Посредине протяжения Байкальской впадины лучше всего выражены ее главные структурные черты. Севернее впадина осложняется Поперечным поясом разломов, и от нее ответвляется большая Баргузинская долина. Раздваивается соответственно и Главный байкальский, или Обручевский, сброс. Раздвоение впадины вносит существенное своеобразие в строение северной части Байкальской дуги. Кроме того, на ее западной стороне Байкальский хребет сильно расширяется к северу от горы Черского. В связи с расширением Байкальской структуры в целом к северу на этом участке ее протяжения менее отчетливыми становятся характерные байкальские черты. Здесь Байкал удален от края Сибирской платформы.

И юго-западная часть Байкальской дуги, состоящая из Тункинской долины, тоже довольно своеобразна. Она тоже удалена от Сибирской платформы.

Дно Тункинской долины расположено выше уровня Байкала в связи с общим поднятием Тункинского Прибайкалья, в состав которого входят и соседние с долиной гольцовые хребты. Осадочная толща в долине отличается значительно меньшей мощностью, чем толща осадков на южном берегу Байкала и в дельте Селенги. В то же время Тункинская долина уже Байкала. Кроме того, и это особенно существенно, в Хамар-Дабане продольные сбросы обращены к северу, что указывает на южное раздвижение этого нагорья. Оно происходит в противоположную сторону от Тункинского грабена, который, несмотря на это, является односторонне развитой провальной структурой.

Характерные свойства Байкальской впадины заметно утрачиваются по мере удаления ее протяжения от юго-восточного угла Сибирской платформы. Обе оконечности Байкальской дуги отличаются по своим особенностям от средней части ее протяжения. Еще более отличаются хвостовые отвороты впадины — Верхне-Ангарская долина и котловина озера Косогола. Закономерные изменения Байкальской впадины вдоль протяжения ясно подчеркивают зависимость ее образования от расположения у края Сибирской платформы, с одной стороны, и в полосе глубинного разлома, — с другой.

В геологической истории Прибайкалья вообще замечается постоянство в горизонтальном направлении тектонических движений. Так, сильное северо-западное раздвижение земной коры в протерозое способствовало образованию огромных гранитных интрузий. Одновременно происходило и глубокое геосинклинальное оседание с накоплением мощных осадков.

Каледонская складчатость замкнула геосинклираль. Происшедшие поднятия образовали горы. Складки были нажаты и опрокинуты на северо-запад к платформе. В верхней юре опять произошло сжатие, но оно было невелико и выразилось в образовании небольших глыбовых надвигов, вызванных горизонтальным давлением к северу и северо-западу. С середины третичного периода началось северо-западное неотектоническое раздвижение, которое обуславливает образование Байкальской впадины.

Существенное значение горизонтальных движений в развитии структуры Прибайкалья и Забайкалья и их планетарный масштаб признают также Н. А. Флоренсовым (1960а, стр. 135—136), который связывает горизонтальное движение с глубинными деформациями земной коры. Однако он не высказывается об источнике силы, вызывающей эти деформации. Вместе с тем Флоренсов (1960а, стр. 134) полагает, что образование структуры Прибайкалья и Забайкалья в мезозое и кайнозое происходило в условиях господствующего растяжения земной коры, но оно было направлено не к северо-западу, как нахожу это я, а на юго-восток, т. е. в противоположную сторону. По его мнению, северо-западное направление горизонтальных составляющих было свойственно только кратковременным фазам сжатия.

В действительности и раздвижение и сжатие земной коры, связанные с глубинными движениями в мантии, происходили в одном направлении к северо-западу в течение всей геологической истории, разделяясь промежутками тектонического покоя. Замечательно, что в том же направлении движутся и волны современных микропульсаций земной коры.

Сжатие и расширение земной коры в связи с движениями мантии изменяются не только во времени, но и в пространстве. Одновременно с кайнозойским расширением коры в Восточной Сибири и Монголии южнее происходила альпийская складчатость, создавшая Гималаи и другие горные хребты Южной Азии. На востоке в Тихоокеанском поясе тоже происходило сжатие земной коры и образование складок. Сжатие и расширение земной поверхности несомненно связаны с перераспределением вещества в земном шаре и преобразованием формы геоида.

В связи со сказанным следует вспомнить старую пульсационную теорию геотектоники, излагавшуюся В. А. Обручевым (1940) и другими геологами. Недавно А. В. Пейве (1961) заметил, что пульсационные тектонические гипотезы ошибочны. Однако мне кажется, что геологические воззрения Пейве не отрицают по существу эти гипотезы, а наоборот, возрождают их, но на новых началах. Пейве считает, что вертикальная и горизонтальная составляющие тектонических движений являются следствием одной причины, а именно «тангенциальных напряжений». Ведущее значение имеют горизонтальные движения, обусловленные действием «гравитационно-инерционных сил планеты». По мнению Пейве, они проявляются, в частности, «в скачкообразных изменениях угловой скорости вращения Земли». Сжатие и растяжение «неразделимы во времени». Они происходят одновременно в разных местностях, чередуясь друг с другом в том или другом месте.

Таким образом, пульсационный характер движений, вообще говоря, признается А. В. Пейве. Раньше В. А. Обручев представлял себе пульсации Земли в виде чередования во времени ее общих сжатий и расширений. На основании новых данных Пейве исправил это представление. Но все же сжатие и растяжение чередуются и, следовательно, имеют характер пульсаций.

Глава XVII

СООТНОШЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЙ И ИЗОСТАТИЧЕСКИХ ПОДНЯТИЙ В НЕОТЕКТОНИКЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Одностороннее северо-западное расширение подкорового рва с отодвиганием Сибирской платформы является не только причиной образования Байкальской впадины, но и очень важным условием для неотектонического развития обширной территории Забайкалья. Влияние движений, связанных с разрывом мантии под Байкалом, распространяется к юго-востоку от озера.

Небольшие односторонние грабены сквозных долин Черского на юго-восточном побережье Байкала, возникшие вследствие северо-западного раздвижения земной коры, несомненно являются поверхностным отражением развития подкорового рва и Байкальской впадины, на краю которой они находятся. Далее на юго-восток огромная площадь Селенгинской Даурии восточнее Селенги вплоть до Яблонового хребта на расстоянии 400 км от Байкала несет в своей структуре отпечаток существенного влияния байкальского раздвижения Земли. Оно проявляется в байкальской ориентировке сбросовых обрывов односторонних горстов и грабенов, протянувшихся в северо-восточном направлении. Главные сбросы в Селенгинской Даурии обращены на юго-восток, свидетельствуя о раздвижении земной коры в противоположном, т. е. северо-западном, направлении к Сибирской платформе, с небольшим отклонением к северу. Раздвижение разорвало поверхность Селенгинской Даурии на глыбы, протянувшиеся с юго-запада на северо-восток поперек их горизонтальных смещений (см. рис. 30).

Северо-западное раздвижение земной коры захватывает всю полосу каледонской складчатости до ее границы по Чикой-Ингодинскому тектоническому шву, который кратко описал Ю. П. Деньгин (1956) и затем более обстоятельно В. В. Старченко (1962, 1963). По мере удаления от Байкала асимметричное строение горных хребтов и разделяющих их долин сглаживается. Одновременно уменьшается и размах тектонического рельефа. То и другое, по-видимому, связано с затуханием влияния Байкальского глубинного разлома. Наряду с этим развитие забайкальских современных структур зависит, разумеется, и от местных геологических условий.

Главные структуры Селенгинской Даурии, образующие горные хребты и впадины, как известно, возникли в мезозое. Возникновение их было обусловлено разрывными, главным образом надвиговыми движениями с юго-востока. Одновременно произошли небольшие надвиги и в районе Байкала. Судя по тому, что близ Байкала следы надвигов в рельефе полностью сглажены размывом в течение мелового периода и палеогена, можно думать, что мезозойские горы в Селенгинской Даурии тоже были значительно выравнены одновременно с байкальскими. В третичном пе-

риоды тектонические движения возобновились и в Селенгинской Даурии, но тоже не в виде надвигов, а в виде сбросов, связанных с раздвижением земной коры, которое, как и в районе Байкала, направлено к северо-западу.

Чикой-Ингодинский тектонический шов разделяет широкие области с противоположной обращенностью тектонических обрывов в рельефе земной поверхности. Юго-восточнее шва в Нерчинской Даурии хребты Черского, Борщовочный, Эрмана, Нерчинский имеют более крутые склоны, обращенные к северо-западу, т. е. навстречу к крутым обрывам хребтов Селенгинской Даурии. Исключение составляет участок Борщовочного хребта рядом с Ундинской впадиной. Здесь горы круче обрываются на юго-восток к р. Унде и полого спускаются на северо-запад к р. Шилке (Ламакин, 1963в).

Следует отметить, что хребты Нерчинской Даурии ниже селенгинских и их неравносклонность выражена не так отчетливо, но все же заметна. Замечательно, что ориентировка горной асимметрии здесь противоположна по сравнению с горами Прибайкалья и Селенгинской Даурии. По-видимому, это связано с некоторым тектоническим раздвижением Нерчинской Даурии к юго-востоку к обширной Далай-Норской впадине. Юго-восточное направление раздвижения охватывает зоны варисцийской и мезозойской складчатости.

Вдоль Чикой-Ингодинского шва возникли рядом с Яблоновым хребтом узкие и неглубокие симметричные грабены северо-восточного простирания, в которых текут реки Чикой в своем верховье и Ингода на протяжении более 200 км верхнего течения. К северо-востоку Ингодинский грабен переходит в такой же симметричный грабен, в котором течет р. Чита. В Монголии на юго-западном продолжении Чикой-Ингодинских грабенов протягивается между горами Кентей и Барха-Даба симметричный грабен верхнего течения р. Керулен. Он имеет простирание с северо-северо-востока на юго-юго-запад. Симметричное строение грабенов Чикой-Ингодинского шва указывает, что они образованы в условиях двустороннего раздвижения земной коры.

Чикой-Ингодинский тектонический шов имеет, таким образом, важное значение в неотектоническом развитии территории всего Забайкалья и Северной Монголии. Протянувшийся рядом со швом с его северо-западной стороны хребет Яблоновый по неотектоническим особенностям принадлежит Селенгинской Даурии. Хребет служит водоразделом рек, стекающих в Северный Ледовитый и Тихий океаны. Он является окраинным хребтом более высокого плоскогорья Селенгинской Даурии, которое обрывается по Чикой-Ингодинскому шву к сравнительно низкой Нерчинской Даурии. Раздвижение земной коры в обе стороны от Чикой-Ингодинского шва обусловило образование Яблонового хребта в качестве противоположного поднятия по краю более верхней тектонической ступени над раздвинувшимся швом.

Все же горизонтальные составляющие движений земной коры в Забайкалье отличаются гораздо меньшим значением по сравнению с тем, какое они имеют в Байкальской впадине. Возможно, что в Забайкалье они отчасти обусловлены общим изостатическим поднятием этой обширной территории. Здесь мощность земной коры равна в среднем 48 км (Фотиади и др., 1965). Ее изостатическое поднятие, вероятно, может сказываться в довольно слабом раздвижении в обе стороны от наиболее возвышающейся полосы Яблонового водораздела. В Селенгинской Даурии оно усиливает северо-западное горизонтальное движение, обусловленное общепланетарными причинами.

В полосе самой Байкальской впадины горизонтальные составляющие еще более главенствуют над вертикальными составляющими неотектоники. Близ Байкала образование поверхностных структур раздвижения

вызывается не только общим горизонтальным смещением такого крупного участка мантии, как ее возвышенное плато под Сибирской платформой, или расширением подкорового рва под Байкалом, но и сравнительно малыми неровностями мантии. Здесь даже отдельные небольшие перемычки подкорового рельефа сказываются в местных особенностях поверхностных структур.

Так, уже описано возможное влияние повышенного участка мантии рядом с островом Ольхоном и Малым морем на особенно сильное раздвижение Байкала в средней части протяжения, где образовался Поперечный пояс разломов. На восточной стороне Байкала с Селенгинским выступом мантии можно связать образование над его восточным склоном поверхностного Курбинского грабена, который по своей северо-западной стороне ограничивается крутым сбросовым обрывом хребта Улан-Бургасы. Небольшой асимметричный грабен по р. Курбе своей формой указывает на северо-западное раздвижение земной коры.

По-видимому, на развитие поверхностных структур сильнее влияет Восточно-Хамар-Дабанское повышение мантии. Оно расположено непосредственно над краем рва. Повышение должно подвергаться северо-западному смещению, но соответственно с малым размером охватываемой площади — меньшему, чем смещение мантии под Сибирской платформой. Повышение сильно отстает от платформенной мантии и тем самым позволяет развиваться соседнему подкоровому рву. Но все же оно влияет на крутизну подкорового склона к глубинной полосе рва. Юго-восточный борт подкорового рва более крут под этим повышением мантии. Оно несколько сжимает ров. На поверхности юго-западная часть Байкала, расположенная рядом с Хамар-Дабаном, неширока — всего 40 км, т. е. в 2 раза уже, чем озеро в средней части протяжения.

Расширение подкорового рва в районе Селенгинской дельты связывается с расширением и понижением его юго-восточного борта между Хамар-Дабанским и Селенгинским повышенными участками мантии.

Наряду с некоторым возможным смещением к северо-западу Селенгинское повышение мантии разрывает земную кору с противоположной стороны, вследствие чего в районе Гусиного озера и соседнего течения Селенги возникло несколько структур меридионального простирания. Образующие их сбросы обращены к востоку и сопровождаются сдвигами левого знака, которые входят в систему большого Байкало-Селенгинского сдвига.

Среди Селенгинских структур интересна полоса очень молодых Тенхырских провалов на западной стороне Ганзуринского хребта. Цепочка этих провалов, по-видимому, представляет начальную фазу образования нового грабена меридионального простирания с крутым бортом, обращенным на юго-восток (Ламакин, 1963в).

Полоса Гусиноозерских и Селенгинских сдвигов меридионального простирания разделяет Селенгинскую Даурию, раздвигающуюся в северо-западном направлении, и Хамар-Дабанскую область, для которой характерна северная обращенность сбросов, указывающая на южное направление горизонтальных смещений. К северу обращены сбросы Дзон-Муринских гольцов, Ключевских гор, Джидинского хребта и более южных длинных хребтов восток-северо-восточного простирания с обеих сторон течения Селенги в Монголии. Сбросы к северу от р. Джиды раскалывают сводообразное выпячивание Хамар-Дабана на отдельные хребты. Южное направление раздвижения Хамар-Дабана осложняется смещениями к западу, которые обусловили обращенность поперечных сбросов в этом направлении на восток.

Южное раздвижение земной коры между Селенгой на востоке и Прикосокольем направлено к Северо-Монгольской впадине и связано, вероятно, не только с опусканием впадины, но и с поднятием коры в Западном

Хамар-Дабане и Джидинском хребте. Северо-Монгольская впадина, расположенная по рекам Орхон и Тола, отделена от Далай-Норской горами Кентей и Барха-Даба, которые разделены двусторонним симметричным Керуленским грабеном. Этот грабен имеет северо-восточное простирание и расположен на продолжении грабенов Чикой-Ингодинского шва. Несомненно, что он входит вместе с ними в одну общую систему. По верхнему течению р. Керулен шов выходит, таким образом, к огромной Гобийской впадине.

Горы Кентей находятся в южном углу Селенгинской площади северо-западного раздвижения земной коры. На юге Кентея эта площадь выклинивается.

Обращаясь к Северному Прибайкалью, мы замечаем признаки северного направления горизонтальных составляющих неотектоники, которые накладываются на гораздо более сильные проявления северо-западного поперечного раздвижения Байкальской впадины. Второстепенное северное направление смещений земной коры начинается от устья Селенги и сначала мало заметно. Только от устья Баргузина, т. е. в Северном Прибайкалье, где большие горы занимают обширную площадь, северное раздвижение проявляется довольно отчетливо.

В Северо-Байкальском нагорье большинство хребтов круче обрываются на юг и восток, чем на север и запад. Такая ориентировка асимметрии горных хребтов распространяется вплоть до хребта Ачиткан, протянувшегося по северо-западной границе нагорья. То же самое мы можем увидеть и в хребте Сыныр, а также в других горных цепях. В протяжении хребтов заметна легкая дугообразная выпуклость, согласная с западным выступом нагорья. В Северо-Байкальском нагорье тектоническое раздвижение направлено к краевому Ангаро-Ленскому прогибу Сибирской платформы в районе устья Киренги и верхнего течения Нижней Тунгуски.

В Патомском нагорье незаметно общей закономерности в ориентировке склонов асимметричных гор. Но все же в глубокой долине р. Большой Патом на длинном меридиональном отрезке близ западного края нагорья, вверх и вниз от устья р. Таймендры, левый склон более обрывист. Той же особенностью отличается и долина речки Пилки, которая течет к Лене по краю нагорья параллельно Большому Патому. Возможно, это связано с отколами и смещениями тектонических глыб в западном направлении.

С северной стороны Патомского нагорья в пределах равнины протягиваются две концентрические дуги, образованные течениями Лены и ее левого притока Нюи. Их расположение зависит от широких тектонических прогибов, повторяющих простирания древних структурных дуг соседнего Патомского нагорья, обращенных выпуклыми сторонами на север. Прогобы выявляются по залеганию нижнепалеозойских пород на платформе.

Витимское плоскогорье отличается компактностью рельефа. По его поверхности протянулись в северо-восточном направлении длинные, но неглубокие впадины, в которых текут Витим, Амалат и в нижнем течении — Ципа. Навстречу к ним с северо-востока направлены течения правых притоков Витима рек Калакан и Калар. На северо-востоке плоскогорья вытянутое очертание свойственно впадине Баунтовских озер. Водоразделы образованы широкими, очень пологими возвышенностями того же простирания: юго-запад — северо-восток. На Витимском плоскогорье нельзя предположить сколько-нибудь существенного значения сбросов в образовании земной поверхности. Во всяком случае, они здесь неизвестны. Рельеф, по-видимому, создан очень плавными изгибовыми поднятиями и прогибами земной коры. Асимметрии изгибовых структур незаметно.

Между Северо-Байкальским и Патомским нагорьями, с одной стороны, и Витимским плоскогорьем, с другой, протягивается на большом расстоянии в восток-северо-восточном направлении к р. Олекме высокое Становое нагорье. Оно отличается большой высотой. Нагорье состоит в западной

части из параллельных Северо-Муйского и Южно-Муйского хребтов, разделенных Нижне-Муйской впадиной. Восточным продолжением Северо-Муйского хребта служит хребет Кодар, а Южно-Муйского — хребет Удокан. Между ними залегла Верхне-Чарская впадина.

Выпячивание Станового нагорья, вероятно, может усиливать в его полосе раздвижение земной коры в северном и северо-западном направлении, которое характерно для обширного пространства к северо-востоку от Байкала. Это обстоятельство может способствовать образованию Нижне-Муйской и Верхне-Чарской впадин, расположенных внутри Станового нагорья. Но все же небольшая ширина и глубина этих впадин не дает оснований допустить их значительное поперечное раздвижение.

Грабен Нижне-Муйской впадины, по-видимому, осложняется продольными сдвигами более или менее широтного направления, о которых можно судить по горизонтальным разрывам и смещениям второстепенных структур внутри впадины. Сдвиги имеют левый знак. Они протягиваются главным образом вдоль бортов впадины и пересекают Витим. Можно допустить размах сдвигов до 8 км и больше. По-видимому, под воздействием сдвига у северного борта впадины эта река образует широтное колено протяженностью в 25 км. Зигзаг реки может быть сильно увеличен во впадине по сравнению с размахом сдвига вследствие боковой эрозии реки на крутых поворотах ее течения. По сдвигу у южного борта впадины хребет Удокан отстает от нее в своем смещении на запад. Можно предполагать сдвиги и на остальном протяжении Станового нагорья. В Становых впадинах вероятны и поперечные сдвиги, зависящие от поперечных раздвижений впадин, но они не достигают большого размаха.

Становые впадины существенно отличаются от Байкальской по размерам, форме, происхождению и сейсмичности. Кроме того, и возраст Становых впадин, по-видимому, гораздо моложе, чем Байкальской впадины. В Становых впадинах неизвестны отложения древнее четвертичного возраста. Поэтому нельзя объединять в один генетический тип вместе с Байкальской еще Нижне-Муйскую и Верхне-Чарскую впадины. Ошибочным является и само понятие, существующее в геологической литературе, о «впадинах Байкальского типа». Байкальская впадина — единственная в своем роде. Следует вспомнить, что В. А. Обручев (1952) настойчиво указывал на ее пограничное расположение между Сибирской платформой и областью высокого поднятия кристаллического фундамента, отвергая предположение о ее возникновении будто бы на сводовом поднятии.

На продолжении Становых впадин к востоку, за Олекмой, протянулась цепь впадин вдоль Алданского щита, имеющих мезозойский возраст. По-видимому, поднятие архейского щита привело по его краю к разрывам и образованию впадин. Они тоже отличаются своими особенностями.

Для лучшего понимания геологических структур не следует смешивать в один тип структуры, образовавшиеся в разных условиях. Нельзя упускать из виду, что, в отличие от Байкальской впадины, образование Становых впадин протекало без непосредственного влияния Сибирской платформы.

Значение вертикальных изостатических движений, подавленных в полосе Байкальского глубинного разлома, выступает со всей ясностью, как это уже описано, в соседних горных областях. Оно заметно даже в непосредственной близости от Байкальской впадины. Так, большая мощность земной коры под Хамар-Дабаном, вероятно, сказывается в молодом вспучивании этого нагорья в неогене и четвертичном периоде. Она усиливает поднятие горного хребта, происходящее, в основном, под влиянием облегчения земной коры вследствие размывания гор и сноса продуктов разрушения в Байкал. Изостатические силы, влияющие на поднятие Хамар-Дабана, создают благоприятные условия для раздвижения горных хребтов в южном направлении внутри этого нагорья при одновременном северном

раздвижении Тункинской долины, которое зависит от одностороннего расширения подкорового рва.

И в самой Байкальской впадине изостатические поднятия дополняют развитие подкорового рва и обуславливают местные особенности структуры земной коры. С изостатическими поднятиями соседних нагорий может быть отчасти связано продольное раздвижение впадины. Повышение мощности земной коры на широкой площади Северного Прибайкалья сказывается в его поднятии над Ангаро-Селенгинским Прибайкальем, под которым мощность коры меньше.

Сочетанием поднятия Восточных Саян и их северо-западного раздвижения можно объяснить своеобразное перистое расположение хребтов в этом нагорье. Водораздельный гребень Восточных Саян, протянувшийся в общем к северо-западу, возник вследствие поднятия кристаллического фундамента параллельно границе древней платформы. В то же время зигзаги в протяжении главного гребня и отходящие в стороны от него поперечные горстовые хребты широтного протяжения могут быть связаны с продольным раздвижением нагорья.

Важной особенностью вертикальных изостатических поднятий широких высокогорных площадей является их быстрая реакция на дополнительные внешние нагрузки четвертичными ледниками. Развитие ледников в Байкало-Патомском, Хамар-Дабанском, Саянском нагорьях и в Байкальском и Баргузинском хребтах вызвало временное опускание обширных площадей. В опускание втягивалась и сравнительно невысокая Селенгинская Даурия, а также Витимское плоскогорье. Вследствие опускания здесь широко разливались озера. С оледенением связаны временные задержки в поднятии байкальских берегов, вызвавшие образование серни четырех плейстоценовых террас. Высотные интервалы в расположении террас уменьшаются от более древних к молодым, что соответствует последовательному сокращению межледниковых эпох. Мощности озерных отложений, образующих террасы, также уменьшаются от древних террас к более молодым. Лучше всего выражена четвертая терраса, соответствующая максимальному оледенению. Три нижних соответствуют трем постмаксимальным оледенениям (Ламакин, 1959б, 1960а, 1961б, 1963а).

Опускания в Забайкалье происходили несколько раз, и каждое последующее было меньше. Это отвечало неоднократности и последовательному уменьшению распространения оледенений. Опускания сменялись поднятиями, которые восстанавливали уровень земной поверхности. Наибольшее опускание, происшедшее вслед за максимальным оледенением, обусловило образование Забайкальского многоозерия и направление байкальского стока через Баргузинскую долину и Витимское плоскогорье в бассейн Витима и далее в Лену. Между прочим, этот водный путь позволил нерне и омулю перебраться в Байкал из Северного Ледовитого океана. Забайкалье у Яблонового хребта и Витимское плоскогорье в районе Баунтовских озер временно опускались тогда на 500—600 м (Ламакин, 1960а, 1964а).

Как могли сравнительно небольшие ледниковые нагрузки на земную поверхность вызвать временные опускания медленно поднимающихся горных областей? Вероятно, это можно объяснить очень большой разницей в скорости действия противоположно направленных сил. Действие внутренних изостатических сил, вызывающее поднятия, происходит очень медленно в течение многих миллионов лет. Ледниковые нагрузки, оказывающие давление сверху, создаются гораздо быстрее — в течение нескольких тысячелетий. Сравнительная быстрота воздействия нагрузки может, вероятно, задержать на время поднятие большой, но медленно движущейся массы или даже вызвать ее опускание.

При рассмотрении вопроса о влиянии оледенений на движения земной коры не следует упускать из виду и то обстоятельство, что древние оле-

денения, создавая нагрузки непосредственно в районах своего распространения, нарушали тем самым общую плановую равномерность движений земной коры и в соседних местностях. Возможно, этим следует объяснить крупные временные опускания в четвертичном периоде обширной области Забайкалья, где оледенений не было.

Для временного опускания Забайкалья в четвертичное время, по-видимому, большое значение имела нагрузка водами широко разливавшихся глубоких озер. Широкие межгорные впадины Забайкалья даже при небольших изменениях наклонов легко могут стать бессточными.

Кроме того, во время четвертичных похолоданий изменялось распределение более орошаемых и более сухих участков на земной поверхности с горным рельефом. В связи с этим местами усиливался смыв в горах и ослаблялась наносопроводящая способность рек во впадинах. Неравномерные скопления наносов во впадинах могли запруживать реки и служить одной из причин образования озер, которые, подобно ледникам, влияли на опускание земли.

Постепенно опускание увеличивалось в размахе и со своей стороны влияло на разрастание озер. Это могло происходить до тех пор, пока задержка поднятия, присущего Забайкалью, не приводила к накоплению такого тектонического напряжения вверх, которое могло преодолеть силы опускания. После этого возобновлялось поднятие, сбрасывавшее водную нагрузку с поверхности земли.

С нашим предположением о значении водной нагрузки древних озер для временного опускания Забайкалья в четвертичном периоде интересно сопоставить сведения о движениях впадины Бонневильского озера в Северной Америке. Их сообщает Ф. Б. Кинг (King, 1965) по данным подробных исследований М. Криттендена (Crittenden, 1963). Озерные террасы Бонневильского озера, расположенные на склонах впадины и на небольших изолированных возвышенностях среди нее, заметно покороблены, вследствие чего их высоты различны в разных местах. Американские геологи объясняют это явление неравномерным выпячиванием впадины после освобождения ее от древнего Бонневильского озера, которое широко разливалось в зависимости от увлажнения климата во время четвертичных оледенений.

Впадина Бонневильского озера вытянута с севера на юг на 500 км. Ее ширина равна 200 км. В северной части этой огромной впадины сохранился остаток Бонневильского озера — Большое Соленое озеро длиной 140 км и шириной 90 км. Уровень воды в нем находится на абсолютной высоте 1282 м.

Как видно на карте, составленной М. Криттенденом, центр выпячивания древнего озерного дна находится посреди впадины близ современного юго-западного берега Большого Соленого озера, в 25 км от него, где расположена небольшая возвышенность, окруженная озерными отложениями. Выпячивание достигает амплитуды 70 м в продольном профиле впадины и 40 м в поперечном. В центре выпячивания древние озерные террасы возвышаются до абсолютной высоты 1620 м (318 м над уровнем Большого Соленого озера). Отсюда они снижаются во все стороны к бортам впадины. В северном и южном концах впадины они расположены ниже всего, не превосходя абсолютной высоты 1550 м. Террасы по боковым сторонам впадины возвышаются больше и достигают 1580 м.

Перекосы древнего уровня Бонневильского озера в средней части впадины в центре воздымания террас достигают 10 м на 10 км расстояния. В общем же они равны в северной части Бонневильской впадины 5 м на 10 км расстояния, а в южной — менее 3 м на 10 км расстояния. Выпячивание террас посередине обширной впадины, по-видимому, соответствует наибольшему предшествующему прогибанию в середине впадины под давлением особенно толстого слоя воды.

В отличие от Бонневильской впадины наибольшее временное опускание при разливе озер в Забайкалье и на Витимском плоскогорье, а также последующее поднятие этой области сказались главным образом в полосе главных водоразделов между бассейнами Байкала и Амура, где они приурочены к Яблоновому хребту, и на Витимском плоскогорье. Перекосы уровня древнего Забайкальского многоозерья несколько круче, чем перекосы уровня Бонневильского озера. Вероятно, эти отличия зависели от местных тектонических условий Забайкалья. Четвертичные озера в Забайкалье распространялись не в одной, а в многочисленных впадинах, разделенных горными хребтами, которые в разной степени подвергаются одним опусканиям, а другие — поднятиям.

Интересно было бы выяснить, как сказались на движениях земной коры разгрузка от большого озера, разливавшегося в сравнительно однородной Баунтовской впадине, которая отличается большой шириной. Не окажется ли здесь большего сходства в движениях земной коры с Бонневильской впадиной?

Интересны особенности распространения более ранних и более поздних четвертичных оледенений в Прибайкалье и к северу от него. Они позволяют предположить, что тектоническое поднятие Хамар-Дабана и Тункинских гольцов запаздывало по сравнению с горами, расположенными к северу от Байкала. По-видимому, общее поднятие Прибайкалья в целом медленно распространялось с севера на юг. Сначала оно сильно сказалось на Патомском нагорье и в районе Бодайбо, где дало возможность образоваться древнейшему четвертичному (эоплейстоценовому) оледенению, которое не проявилось южнее. Непосредственно над северной частью Байкала Баргузинский и Байкальский хребты поднялись достаточно высоко только перед максимальным или первым плейстоценовым оледенением. В Южном Прибайкалье поднятие гор еще более запаздало, о чем можно судить по большим размерам многих местных ледников, относящихся к первому постмаксимальному оледенению, по сравнению с ледниками предшествовавшего оледенения (Ламакин, 1963а).

Импульсы неотектонических движений должны быть очень сложны. Пока мы можем догадываться только о некоторых из них. Кроме того, молодые движения приспособляются к особенностям древних структур. Все это вносит огромное разнообразие в неотектонику Восточной Сибири и вместе с тем Байкальской впадины.

Глава XVIII

МИКРОПУЛЬСАЦИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Микропульсации — это слабые колебания земной коры, которые изменяют знак через несколько лет. Они выявляются главным образом из наблюдений за уровнем Байкала в разных местах. Эти наблюдения могут быть использованы за последние 35 лет. Дополнительные сведения дало сравнение трех геодезических нивелировок вдоль берега южной части озера и современные наблюдения береговых засечек, сделанных И. Д. Черским в 1878—1880 гг. Микропульсации происходят наряду с направленными поднятиями и опусканиями разных участков побережья Байкала (Ламакин, 1956, 1962б, 1965а, 1966а и др.)

Расхождения средних годовых уровней Байкала, определенных по наблюдениям разных водомерных постов, регистрируют вертикальные подвижки берегов с довольно большой точностью. Водомерные посты, помимо своего прямого назначения, выполняют роль самописцев тектонических движений, так сказать «тектонографов» (рис. 43). Осреднение отсчетов, которые производятся по два раза в сутки, т. е. в количестве 730 за год, исключает существенные ошибки в получаемых величинах. Влияния погоды, течений, волнений, сейш и тому подобных явлений многократно чередуются в течение года с противоположным значением в колебаниях уровня воды и потому тоже почти не сказываются в осредненных показателях уровня воды (табл. 2).

Некоторые сомневаются в возможности использования расхождений средних годовых уровней Байкала в качестве показателей поднятий и опусканий его берегов, считая, что расхождения зависят главным образом от влияния погоды. Однако такие сомнения не оправдываются. Расхождения больше всего проявляются между постами по поперечникам, пересекающим озеро. В то же время различия погоды сказываются преимущественно вдоль протяжения озера. Кроме того, размах расхождений между высшим и низшим значением среднего годового уровня, определенного в разных местах, изменяется соответственным образом, если его выводить по данным всех водомерных постов, т. е. для всего Байкала в целом, или только по постам, находящимся в южной части озера. Этого, очевидно, не было бы, если расхождения существенно зависели от местных гидрометеорологических условий. Наконец, величины завышенных и заниженных показателей средних годовых значений уровня воды весьма различны в соседних местах с более или менее сходными изменениями погоды. Так, в Песчаной губе на северо-западном берегу Байкала завышения и занижения уровня ничтожны. Они гораздо больше в губе Узур на Ольхоне. Особенно резкими колебаниями расхождений отличается восточный берег в Томпе близ северной оконечности озера, тогда как в самой оконечности, в Нижнеангарске, они заметно меньше. По-видимому, местные особенности годового хода разных гидрометеорологических

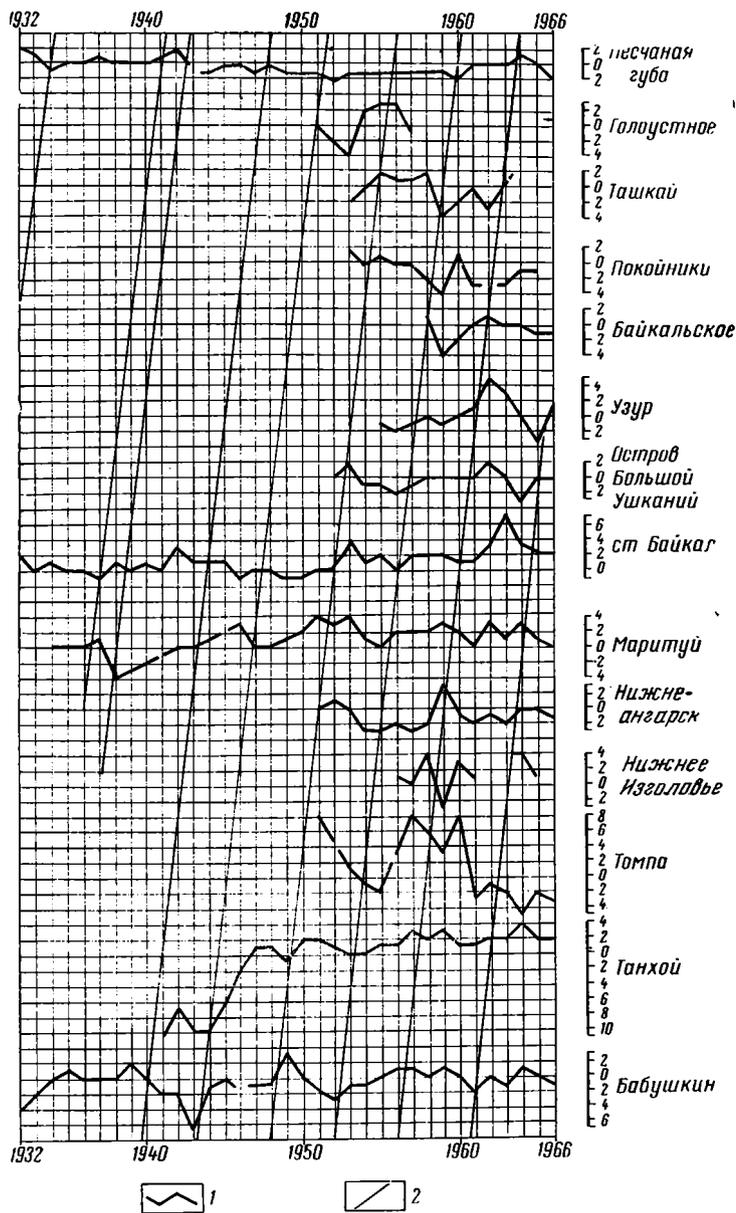


Рис. 43. Графики отклонений средних годовых уровней Байкала у разных водомерных постов от средневзвешенных значений уровня озера за время с 1932 по 1966 гг.

1 — ход отклонений, выраженных в сантиметрах; 2 — прохождение волн заниженных и завышенных показателей уровня воды (поднятий и опусканий берегов)

явлений могут сказываться в отклонениях средних годовых значений уровня Байкала не более чем на 0,5—1 см. В Песчаной губе такие отклонения еще меньше. Все это видно из общих закономерностей изменений местных отклонений средних годовых значений уровня воды, которые выявляются за многолетний промежуток времени (табл. 2).

Иногда гидрологи не доверяют наблюдениям за уровнем воды в каком-либо месте и считают их недоброкачественными, если они значительно отличаются от показаний уровня на других постах. Так, А. Н. Афанасьев (1960) рассмотрел водомерные наблюдения на Байкале с точки зрения оценки их качества. Для этого были сопоставлены месячные значения уровня, полученные на разных постах. В результате он указал, что в Нижнеангарске наблюдения велись неправильно в 1947 г. с мая по декабрь. Эти наблюдения я не принимал во внимание и начал тектонограмму по

Таблица 2

Средние годовые уровни Байкала за 1932—1966 гг., по данным гидрометеорологической службы СССР
(числа без скобок означают высоты уровней в сантиметрах над абсолютной высотной отметкой 454 м до 1960 г.—до повышения уровня воды плотинной Иркутской ГЭС и высотной отметкой 455 м с 1960 г.—до повышения уровня в скобках означают отклонения в сантиметрах средних годовых уровней на отдельных постах от средневзвешенного значения среднего годового уровня за соответствующий год)

Год	Песчаная губа	Голоустное	Ташкай	Покойники	Байкальское (бывш. Горемыка)	Узур	Большой Ушкань остров *	Станция Байкал	Мари-туй	Нижнеангарск	Нижнее Изголовье	Томпа	Танхой	Бабушкин	Средневзвешенный уровень	Размах расхождений в отметках среднего годового уровня Байкала	
																южная часть Байкала	весь Байкал **
1966	39 (-2)	42 (+1)	—	—	40 (-1)	42 (+1)	41 (0)	43 (+2)	41 (0)	40 (-1)	—	38 (-3)	43(+2)	40 (-1)	41	4	4
1965	47 (0)	—	—	46 (-1)	46 (-1)	44 (-3)	47 (0)	49 (+2)	48 (+1)	47 (0)	48 (+1)	45 (-2)	49(+2)	47 (0)	47	3	5
1964	74 (+1)	—	—	72 (-1)	73 (0)	73 (0)	70 (-3)	76 (+3)	76 (+3)	73 (0)	77 (+4)	68 (-5)	77(+4)	74 (-1)	73	3	7
1963	63 (0)	—	63 (0)	60 (-3)	63 (0)	66 (+3)	63 (0)	70 (+7)	64 (+1)	61 (-2)	—	61 (-2)	63(+2)	62 (-1)	63	8	10
1962	53 (0)	—	50 (-3)	—	54 (+1)	58 (+5)	55 (+2)	56 (+3)	56 (+3)	52 (-1)	—	52 (-1)	55(+2)	53 (0)	53	3	8
1951	32 (0)	—	32 (0)	29 (-3)	32 (0)	33 (+1)	32 (0)	33 (+1)	32 (0)	30 (-2)	33 (+1)	29 (-3)	33(+1)	30 (-2)	32	3	4
1950	11 (-2)	—	—	14 (+1)	11 (-2)	13 (0)	13 (0)	14 (-1)	15 (+2)	12 (-1)	16 (+3)	21 (+8)	14(+1)	13 (0)	13	4	5
1959	68 (-1)	—	65 (-4)	65 (-4)	65 (-4)	68 (-1)	69 (0)	71 (+2)	72 (+3)	72 (+3)	67 (-2)	72 (+3)	72(+3)	70 (-1)	69	4	7
1958	43 (-1)	—	46 (+2)	42 (-2)	45 (+1)	44 (0)	44 (0)	46 (+2)	46 (+2)	42 (-2)	48 (+4)	50 (+6)	46(+2)	44 (0)	44	3	6
1957	46 (-1)	46 (-1)	48 (+1)	47 (0)	—	46 (-1)	46 (-1)	49 (+2)	49 (+2)	44 (-3)	47 (0)	55 (+8)	50(+3)	48 (+1)	47	4	6
1956	43 (-1)	47 (+3)	45 (+1)	44 (0)	—	42 (-2)	42 (-2)	44 (0)	45 (+1)	42 (-2)	45 (+1)	—	45(+1)	45 (+1)	44	2	5
1955	37 (-1)	41 (+3)	40 (+2)	39 (+1)	—	37 (-1)	37 (-1)	40 (+2)	38 (0)	35 (-3)	—	36 (-2)	39(+1)	38 (0)	38	3	6
1954	33 (-1)	36 (+2)	34 (0)	34 (0)	—	33 (-1)	33 (-1)	35 (+1)	35 (+1)	31 (-3)	—	33 (-1)	34 (0)	33 (-1)	34	2	5
1953	57 (-1)	54 (-4)	56 (-2)	60 (+2)	—	60 (+2)	61 (+3)	62 (+4)	58 (0)	58 (0)	—	59 (+1)	58 (0)	57 (-1)	58	5	8
1952	68 (-2)	68 (-2)	—	—	—	—	70 (0)	70 (0)	73 (+3)	71 (+1)	—	—	71(+1)	67 (-3)	70	6	6
1951	62 (-1)	63 (0)	—	—	—	—	—	63 (0)	67 (+4)	63 (0)	—	71 (+8)	65(+2)	61 (-2)	63	6	6
1950	61 (-1)	—	—	—	—	—	—	61 (-1)	64 (+2)	—	—	—	64(+2)	62 (0)	62	3	—
1949	69 (-1)	—	—	—	—	—	—	69 (-1)	71 (+1)	—	—	—	69(-1)	73 (+3)	70	4	—
1948	80 (0)	—	—	—	—	—	—	60 (0)	60 (0)	—	—	—	61(+1)	59 (-1)	60	2	—
1947	40 (-1)	—	—	—	—	—	—	41 (0)	41 (0)	—	—	—	42(+1)	40 (-1)	41	2	—
1946	48 (0)	—	—	—	—	—	—	47 (-1)	51 (+3)	—	—	—	46(-2)	—	48	5	—
1945	51 (0)	—	—	—	—	—	—	52 (+1)	—	—	—	—	44(-7)	51 (0)	51	8	—
1944	48 (-1)	—	—	—	—	—	—	50 (+1)	50 (+1)	—	—	—	39(-10)	48 (-1)	49	11	—
1943	—	—	—	—	—	—	—	55 (+1)	54 (0)	—	—	—	44(-10)	47 (-7)	54	8	—
1942	67 (+2)	—	—	—	—	—	—	68 (+3)	65 (0)	—	—	—	58(-7)	63 (-2)	65	5	—
1941	71 (+1)	—	—	—	—	—	—	70 (0)	—	—	—	—	59(-11)	68 (-2)	70	3	—
1940	60 (0)	—	—	—	—	—	—	61 (+1)	58 (-2)	—	—	—	—	60 (0)	60	3	—
1939	71 (0)	—	—	—	—	—	—	71 (0)	68 (-3)	—	—	—	—	73 (+2)	71	5	—
1938	89 (0)	—	—	—	—	—	—	90 (+1)	85 (-4)	—	—	—	—	—	89	5	—
1937	75 (+1)	—	—	—	—	—	—	73 (-1)	75 (+1)	—	—	—	—	74 (0)	74	2	—
1936	72 (0)	—	—	—	—	—	—	72 (0)	73 (0)	—	—	—	—	73 (0)	72,5	1	—
1935	60 (0)	—	—	—	—	—	—	60 (0)	60 (0)	—	—	—	—	61 (+1)	60	1	—
1934	67 (-1)	—	—	—	—	—	—	69 (+1)	—	—	—	—	—	68 (0)	68	2	—
1933	98 (+1)	—	—	—	—	—	—	97 (0)	—	—	—	—	—	95 (-2)	97	5	—
1932	97 (+2)	—	—	—	—	—	—	97 (+2)	—	—	—	—	—	91 (-4)	95	6	—

* Абсолютная отметка нуля отсчетов на Большом Ушканьем острове принята равной 453,21 м как средняя из ее годовых узунков за все годы наблюдений с вышесказанными отметками других водомерных постов на Байкале.

** Кроме Томпы, где недостаточно ясна абсолютная отметка нуля отсчетов.

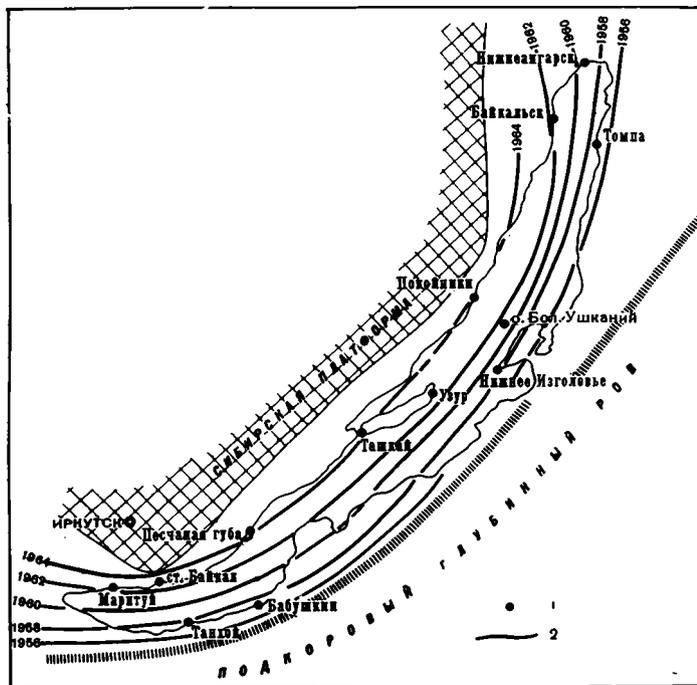


Рис. 44. Схема прохождения через Байкал волн опускания берегов в 1956—1964 гг.

1 — водомерный пост;
2 — изохроны прохождения волны

Нижнеангарску только с 1951 г. Кроме того, Афанасьев отметил ненадежность наблюдений за несколько месяцев в Бабушкине и на ст. Байкал. Но такие сравнительно короткие неполадки в наблюдениях не могут существенно отразиться в выведении закономерностей поднятия и опускания берегов озера, происходящих в течение нескольких лет.

Но вот А. Н. Афанасьев отнес к разряду «недоброкачественных» все наблюдения в Танхое за 6 лет, начиная с 1940 г. по 1945 г. В действительности же эти наблюдения, расхоронившиеся по результатам с наблюдениями в других местах, особенно интересны с геологической точки зрения, и нет оснований объявлять их «недоброкачественными». Отклонения наблюдений за уровнем воды в Танхое вызваны местным опусканием берега на 10—11 см, которое происходило в течение нескольких лет, включая и 1947 г.

Мне пришлось побывать и осмотреть берег в Танхое впервые в 1948 г. Об его опускании свидетельствовало оседание в предшествующие годы деревянных ряжей портового пирса, сопровождавшееся поломками в нескольких местах. Очевидцами этого были портовые служащие. Оседание пирса, построенного на устойчивом моренном грунте, происходило небольшими рывками в течение продолжительного времени. Водомерная рейка, прочно прикрепленная к одному из ряжей, как было видно, год от года все больше опускалась вместе с дном озера и прилегающим берегом. Очевидно, опускание вызывало разрывы озерного дна, что и послужило причиной поломки ряжей.

Берег в Танхое вообще опускается в течение плейстоцена и голоцена. Его опускание в 40-е годы текущего столетия является очередным этапом длительного процесса, который развивается с перерывами.

Из многих геологических особенностей байкальских берегов и закономерностей в расхождении отметок уровня воды в разных местах можно сделать заключение, что значительные местные завышения в показаниях уровня зависят от местных опусканий берегов и, наоборот, заниженные показания уровня — от поднятий. Водомерные данные выявляют и на-

правленные поднятия или в других местах опускания берегов и их колебания.

Колебания берегов Байкала отличаются довольно правильной периодичностью и волновым распространением поперек Байкальской впадины в северо-западном направлении. В оконечностях озера волны колебаний несколько загибаются к Сибирской платформе (рис. 44).

Микропульсации происходят довольно плавно. Продолжительность их периодов равна 8—9 годам; иногда они разделяются на полупериоды в 4—5 лет. Высота волн обычно достигает 4—6 см, но в некоторые годы может превосходить 10 см. Длина волн составляет 50—80 км. На юго-восточной стороне озера волны отличаются большей высотой, чем на северо-западной. Но скорость движения волн на юго-восточной стороне Байкала меньше (4—7 км в год), чем на северо-западной (8—10 км в год). По-видимому, существует причинная связь между таким различием в скорости волн и тектоническим поперечным расщеплением Байкальской впадины. Кроме того, можно предполагать зависимость скорости волн от мощности земной коры. Юго-восточная сторона Байкальской впадины ближе к осевой линии подкорового рва, где мощность коры очень велика. Здесь скорость волн меньше. С уменьшением мощности коры на северо-западной стороне Байкала движение волн убыстряется.

Можно также заметить, что скорость волн микропульсаций больше, а длина меньше в северной части озера, особенно у западного берега. На юге волны пересекают Байкал за 7—8 лет, а на севере — несколько скорее. В связи с этим в протяженности волн в некоторых случаях возникают разрывы, которые, по-видимому, приурочены к самому широкому месту озера напротив Баргузинского залива (рис. 45). Большая скорость современных волн земной коры в северной части Байкала соответствует меньшей мощности земной коры и большей величине силы тяжести в этой части тектонической впадины. Таким образом, и север и юг Прибайкалья различаются и по степени северо-западного раздвижения земной коры в неогене и четвертичном периоде, и по скорости прохождения ее современных волновых колебаний в том же северо-западном направлении.

Поперечные разрывы в волнах микропульсаций совпадают с серединой протяжения озера. Возможно, они приурочены к Поперечно-Байкальскому тектоническому разлому, по которому происходит большой горизонтальный сдвиг левого знака, сопровождаемый сбросом всего Среднего Прибайкалья по сравнению с Северным. К сожалению, водомерные посты расположены в удалении от сдвига с той и другой его стороны. Поэтому по отметкам уровней озера невозможно точно определить местоположение разрывов в волнах.

О волнообразном характере колебаний берегов Байкала говорят и расхождения трех геодезических нивелировок, сделанных в 1906—1907 гг., а также в 1928 и 1937 гг. по железной дороге, проходящей вокруг южной части озера. Они описаны Е. А. Пресняковым (1935), Г. Ю. Верещагиным (1937), В. П. Солоненко (1949), В. В. Ламакиным (1956). Расхождение двух первых нивелировок были гораздо большими, чем второй и третьей. Волна поднятия берегов по данным двух первых нивелировок достигала в высоту 40 см. Ее гребень проходил через Култук, а впадина сзади гребня — по южному берегу озера (рис. 46). Сравнение второй и третьей нивелировок показало волну высотой до 3 см и обратное соотношение в расположении гребня и впадины. Через Култук проходила впадина, а по южному берегу — гребень волны (рис. 47).

Подвижность земной коры, т. е. общий размах микропульсаций и направленных поднятий или опусканий, усиливается и ослабляется постепенно в течение нескольких лет. Годы повышенной активности земной коры, а равно и годы относительного успокоения периодически повторяются через 9—10 лет. Подвижность байкальских берегов особенно усили-

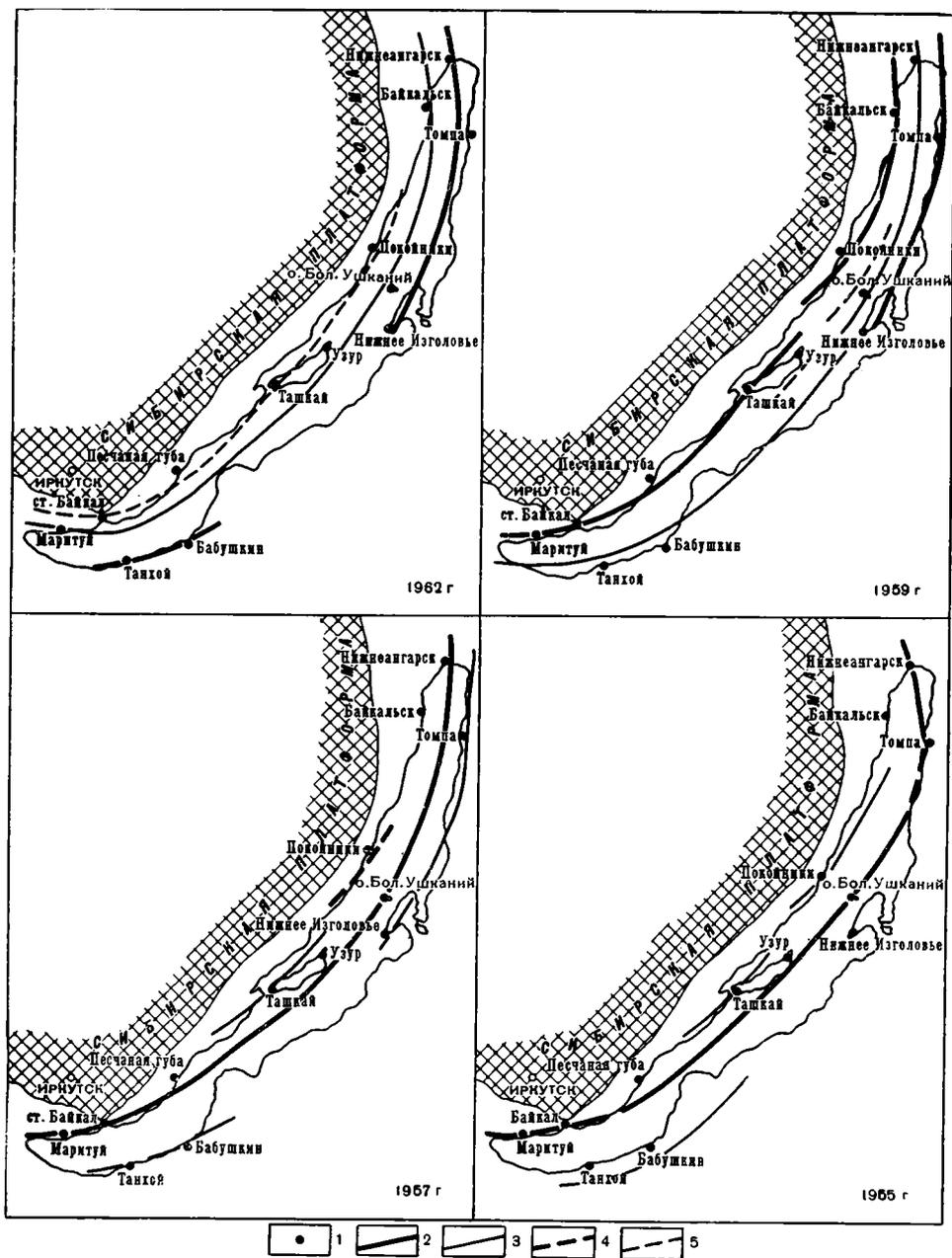


Рис. 45. Микропульсации земной коры в Байкальской впадине за 1953—1962 г.

1 — водомерный пост; 2 — волны поднятия берегов Байкала; 3 — волны опускания берегов Байкала; 4 — передний край волны поднятия и опускания берегов; 5 — передний край волны опускания берегов

балась в 1944, 1953 и 1963 гг. В 1960 г. размах микропульсаций сократился до 4 см. В 1963 г. расхождения уровней Байкала в средних годовых значениях возросли до 10 см. Они составились из занижения на 3 см отметки уровня воды в Томпе вследствие поднятия берега и завышения отметки на 7 см у ст. Байкал вследствие опускания берега с левой стороны Ангарского истока. Увеличение размаха движений байкальских берегов

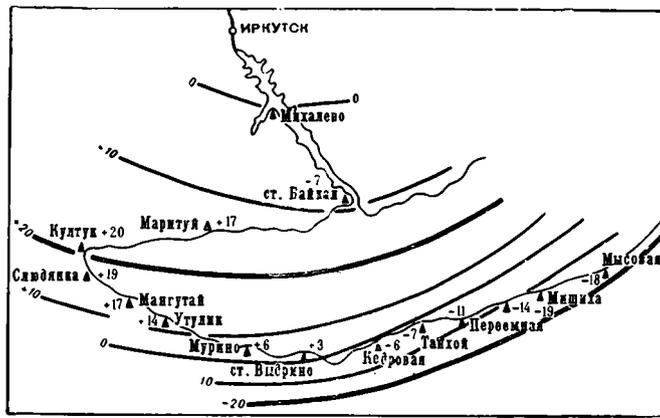


Рис. 46. Расхождения геодезических нивелировок 1906—1907 гг. и 1928 г. относительно данных Михалева (см). Волны расхождений показаны изолиниями через 10 см

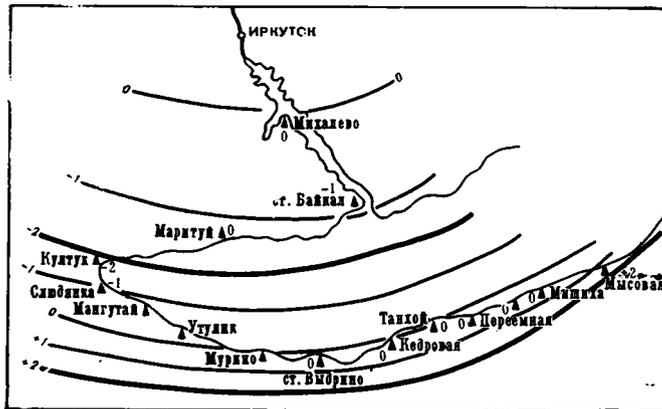


Рис. 47. Расхождения геодезических нивелировок 1928 г. и 1937 г. относительно данных Михалева (см). Волны расхождений показаны изолиниями через 1 см

приурочено к годам совпадения новолуний и полнолуний с положением Луны в перигее, когда увеличивается приливообразующая сила. Наибольший размах движений байкальских берегов естественно связывается при этом с новолуниями (рис. 48).

Периоды движения волн микропульсаций, равные 8—9 годам, по своей продолжительности тоже соответствуют периодам усиления приливообразующей силы. Вместе с тем их продолжительность совпадает с полупериодами колебаний наклонов плоскости лунной орбиты относительно земного экватора. Наклоны лунной орбиты периодически изменяются через 18,6 лет. Это обуславливает нутационное неравенство приливов, которое сказывается не только в величине приливообразующих сил, но и в распределении вертикальных и горизонтальных составляющих приливных напряжений в Земле¹.

¹ Нутационное неравенство приливов зависит от того, что плоскость лунной орбиты наклонена к плоскости орбиты Земли (эклиптики) под углом $5^{\circ}15'$, а узлы лунной орбиты (точки ее пересечения с эклиптикой) последовательно смещаются, совер-

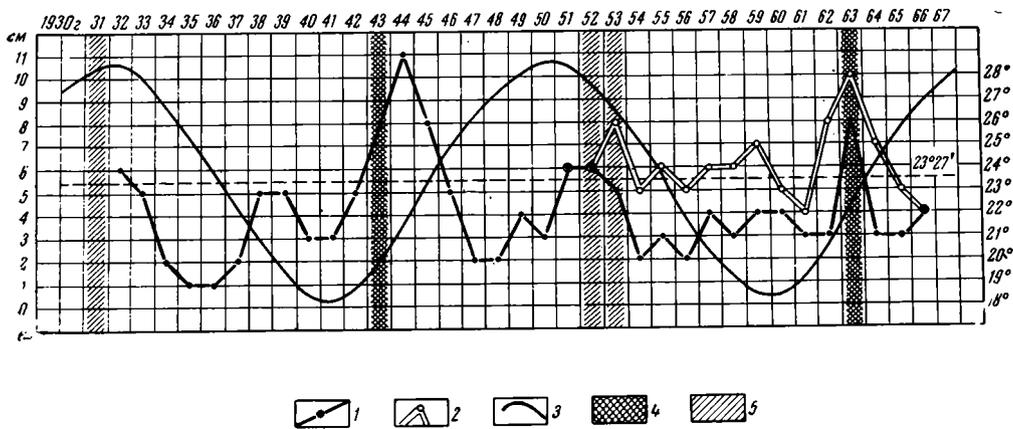


Рис. 48. Колебания размаха микропульсаций берегов Байкала и их связь со склонением Луны и ее перигеями

1 — размах расхождений средних годовых уровней воды в южной части Байкала (см) по наблюдениям на пяти водомерных постах; 2 — размах расхождений средних годовых уровней Байкала вообще (см) по наблюдениям на 13 водомерных постах; 3 — склонение Луны в меридиане (градусы обозначены справа); 4 — годы совпадения лунных перигеев с новолуниями; 5 — годы совпадения лунных перигеев с полнолуниями

Современные движения Байкальской впадины связаны с лунно-солнечными приливами в твердом теле Земли. Об этом можно судить по точному соответствию периодических изменений в движениях земной коры, с одной стороны, и периодических неравенств лунно-солнечных приливообразующих сил, — с другой. В Земле периодически изменяется и сила приливов, и, что, по-видимому, не менее важно, распределение вертикальных и горизонтальных приливных напряжений.

Наряду с этим приходится отметить отсутствие связи между периодичностью микропульсаций и солнечной активности. Во-первых, периоды усиления и ослабления подвижности земной коры в Байкальской впадине отличаются по продолжительности от периодов колебаний солнечной активности. Во-вторых, те и другие периоды не совпадают во времени (Ламакин, 1960б, 1965б). Поэтому нет оснований привлекать колебания солнечной активности к объяснению микропульсаций. По-видимому, солнечная активность вообще не влияет на подвижность земной коры.

Каково соотношение между плавными, медленными микропульсациями земной коры и сильными землетрясениями? Байкальские сильные землетрясения также происходят периодически, но их периодичность сложнее, чем периодичность размаха микропульсаций. В Байкальской впадине известно 26 сильных землетрясений, случившихся до 1967 г. за последние 200 лет (табл. 3, рис. 49). Их сила оценивается от 6 до 10 баллов по 12-балльной шкале (Ламакин, 1960в, 1966а,б).

Все сильные байкальские землетрясения происходят периодически, поодиночке или группами, через промежутки от 7 до 10 лет. Начиная с 1814 г., т. е. за 150 лет насчитывается 17 периодов средней продолжительностью 8—9 лет. Четыре антракта между землетрясениями затягивались, но так, что содержали в себе два или три целых периода обычной продолжительности. Наряду с пропусками некоторых периодов сейсмической активизации, другие периоды охватывали 2 и даже 3 года, но не более,

шая полный оборот за 18,6 лет. Это приводит к периодическим изменениям наклона орбиты Луны относительно плоскости земного экватора и соответственно к изменениям склонения Луны при прохождении ее через меридиан данного места. Изменения происходят в пределах от 18°10' до 28°40'.

в течение которых происходило не одно, а несколько сильных землетрясений. При этом замечательно, что сильные землетрясения на северо-западной и юго-восточной сторонах Байкальской впадины происходят в разные периоды. Обручевский сброс на северо-западе и тектонический прогиб со сдвигами и сравнительно мелкими сбросами на юго-востоке различаются по срокам сейсмической активизации. Все землетрясения «северо-западного» или «сбросового» геологического ряда в Байкальской впадине приурочены к периодам высокого склонения Луны в меридиане, т. е. к периодам крутых наклонов плоскости лунной орбиты относительно земного экватора. В противоположность этому все землетрясения «юго-восточного» геологического ряда приурочены к периодам низкого склонения Луны в меридиане. Периоды колебаний склонения Луны равны 18,6 лет. Эти периоды в общем соответствуют периодам байкальских землетрясений каждого из двух геологических рядов. Промежутки времени, разделяющие высокие и низкие склонения Луны, равные 9,3 года, соответствуют чередованию землетрясений одного геологического ряда с другим (рис. 50).

Причина периодичности байкальских землетрясений, по-видимому, заключается в нутационном неравенстве приливов. Оно усиливает и ослабляет ежесуточные приливные волны, сказывается в их амплитуде и вместе с тем обуславливает разные соотношения вертикальных и горизонтальных составляющих приливных напряжений в Земле в зависимости от географической широты места.

Приливные волны, несмотря на малую величину, все же непрерывно распатывают земную кору. Приливное распатывание особенно сильно сказывается в местах с неоднородным геологическим строением. Напряжения в земной коре, создаваемые каждым приливом в отдельности, в сотни раз слабее тех, которые сами по себе могли бы вызывать землетрясения. Однако там, где земная кора выведена из тектонического равновесия, приливы, действуя в течение длительного времени, могут способствовать возникновению в ней разрывов и смещений, а следовательно, и землетрясений. Приливы служат дополнительными или так называемыми спусковыми силами в происхождении землетрясений.

Кроме связи периодов байкальских землетрясений с нутационными неравенствами приливов, выявляется менее определенная их связь с периодами сближений нахождения Луны в перигее с сизигиями, когда возрастает сама приливообразующая сила. Почти все сильные байкальские землетрясения происходили в периоды увеличения приливообразующей силы продолжительностью в 4—5 лет. Исключениями из этого общего правила являются землетрясения на юго-восточной стороне Байкала в 1885 г., в Верхне-Ангарской долине в 1937 г. и среди самого Байкала у полуострова Святой Нос в 1939 г. Эти землетрясения приурочены не к периодам сближения перигеев, а, наоборот, — апогеев с сизигиями.

Если байкальские землетрясения, видимо, связаны в некоторой мере с периодами сближений перигеев с сизигиями, то совсем не связаны с моментами отдельных сближений. Большей частью они разделены значительными сроками. Землетрясения определенно не связаны и с фазами Луны. Из 26 сильных байкальских землетрясений только половина произошла в новолуния и полнолуния, а другая половина — в квадратуры. То и другое хорошо показывает, что приливы не служат прямыми причинами землетрясений, а являются по отношению к ним лишь способствующими силами, которые то сильнее, то слабее распатывают земную кору в меняющихся направлениях.

Имея в виду описанную закономерность в повторяемости байкальских землетрясений, я предположил в опубликованных уже статьях (Ламакин, 1966а, б), что сильные землетрясения в будущем произойдут приблизительно в 1967—1968 гг. по северо-западной стороне Байкальской впадины и около 1976 г. в ее осевой полосе и по юго-восточному борту. При этом не

Сильные байкальские землетрясения

№№ на рис. 49—51, А	Дата по новому стилю (время местное)	Сила (баллы)	М	Группа интенсивности	Местонахождение эпицентра
п.	1771—8/VIII	6—7		III	Посольский (Большой) сор на берегу Селенгинской низменности
1	1814—3/IX	8—9		II	Тункинская долина, близ села Шимки у подножия Хамар-Дабана
2	1820—7/III			III	Тункинская долина, севернее села Тунка, близ подножия Тункинских гольцов
3	1829—8/III			III	Тункинская долина, в районе сел. Туран и Шимки, у подножия Хамар-Дабана
4	1839—18/VIII			III	Тункинская долина, эпицентр точнее не определен
5	1862—12/I	9—10		I—II	Цаганское землетрясение. Залив Провал
6	1869—1/XI	7		III	Поселок Усть-Баргузин
7	1871—4/III	7—8		III	Посольский (Большой) сор на берегу Селенгинской низменности
8	1885—12/I	7		III	Юго-восточный берег Байкала. Кабанск — Баргузин
9	1902—12/IV	7		III	Южный берег Байкала на участке устьев рек Снежная и Мурын
10	1902—17/VIII	8		III	Верхне-Ангарская долина, р. Чурукан
11	1903—26/XI	6—7		III	Дельта р. Селенги
12	1912—22/V	7	5	III	Култук
13	1931—6/VIII	6	5 ¹ / ₂	III	Западный берег Байкала, мыс Котельниковский
14	1934—24/IV		5	III	Байкал близ Песчаной губы
15	1937—25/XII		5 ¹ / ₂	III	Верхне-Ангарская долина, западнее [Верхнеангарска]
16	1939—26/V	6		III	Байкал у полуострова Святой Нос
17	1940—23/IX		5 ¹ / ₂	III	Верхне-Ангарская долина, западнее Верхнеангарска
18	1941—1/VII		5 ¹ / ₄	III	Юго-восточный берег Байкала близ пос. Энхалук
19	1949—6/V	7	5 ¹ / ₂	III	Баргузинская долина, близ села Баргузин
20	1950—4/IV	9	6 ³ / ₄	II	Мондинское землетрясение. Подножие Тункинских гольцов у селения Монды в Тункинской долине
21	1954—5/X		5 ¹ / ₄	III	Среди Байкала у восточного берега близ р. Езовки
22	1959—29/VIII	9	6 ³ / ₄	II	Средне-Байкальское землетрясение. У юго-восточного берега напротив пади Стволовой
23	1960—6/X		5 ¹ / ₄	III	Юго-восточный берег Байкала у Гремячинска
24	1962—13/VIII		5	III	Среди Байкала у полуострова Святой Нос
25	1963—10/II		5 ¹ / ₂	III	Среди Байкала севернее залива Провал
26	1966—30/VIII	6—7	5 ¹ / ₂	III	На дне Байкала у северо-западного берега в районе пос. Коты и Маритуй

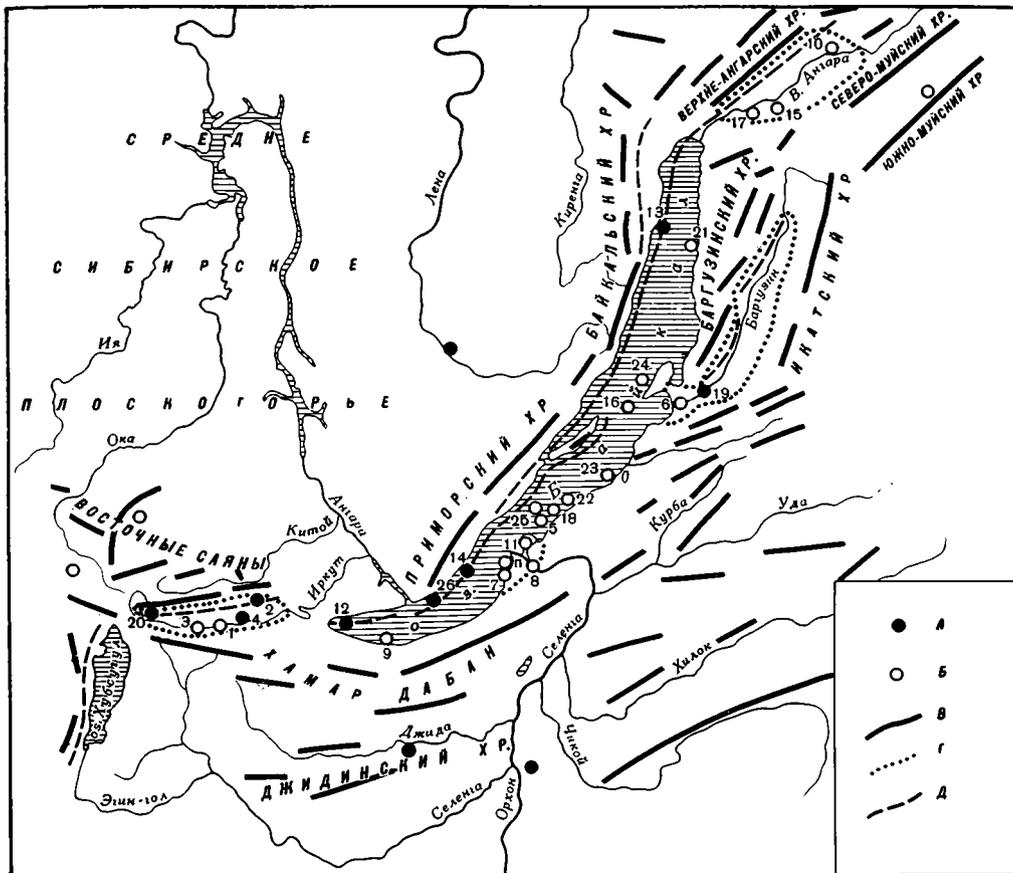


Рис. 49. Эпицентры сильных байкальских землетрясений

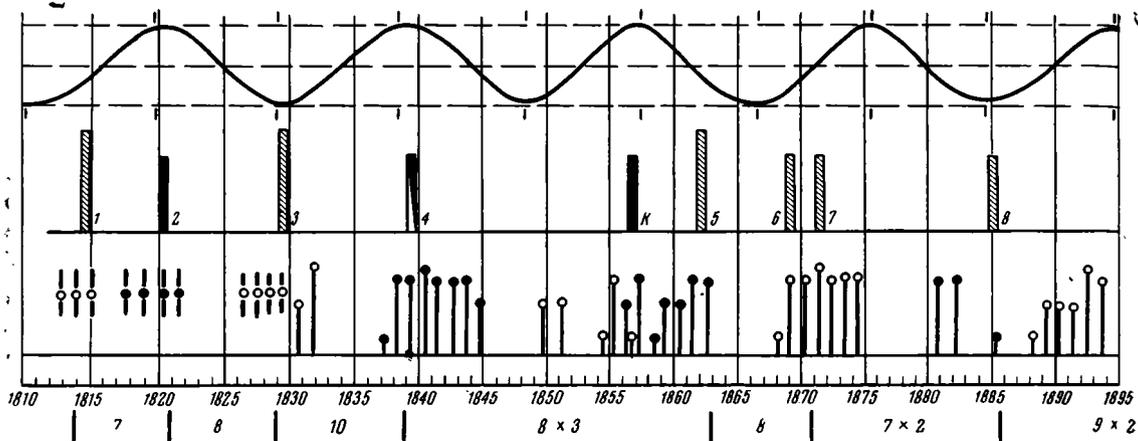
А — эпицентры землетрясений при высоких склонениях Луны в меридиане; Б — эпицентры землетрясений при низких склонениях Луны в меридиане; В — горные гребни; Г — сухие впадины, входящие в состав Байкальской; Д — Обручевский сброс. Перечень байкальских землетрясений с указанием их силы в баллах, магнитуды и местонахождения эпицентров даны в табл. 3

исключалась возможность пропуска землетрясениями этих очередных сроков, как это иногда случалось в прошлом.

Первое оправдание сделанного прогноза не заставило себя долго ждать. 30 августа 1966 г. на Байкале произошло землетрясение силой 6—7 баллов, магнитуда которого равнялась $5\frac{1}{2}$ (табл. 3, № 26). Его эпицентр находился на дне Байкала у северо-западного сбросового берега в нескольких километрах от пос. Коты (восточнее истока р. Ангары). Это землетрясение, как и предшествующие на этой стороне Байкальской впадины, произошло в период высоких склонений Луны¹.

Имея в виду байкальские землетрясения, было бы неправильно обольщаться надеждой, что мы встретимся с такой же периодичностью землетрясений в других местах Сибири. От этого предостерегает сам Байкал, где периодичность различна даже внутри его впадины на противоположных сторонах.

¹ После сдачи книги в типографию, были получены сведения о следующем землетрясении, оправдавшем прогноз. Оно произошло 15 января 1967 г. по Обручевскому сбросу у подножия Верхне-Ангарского хребта в 40 км от северной оконечности Байкала. Магнитуда землетрясения равнялась $5\frac{1}{4}$.



Землетрясения.

I-II группы
 $m = 5\frac{1}{2} - 7\frac{1}{2}$ и более
 (8-10 баллов)

III группы
 $m = 5 - 6\frac{1}{2}$
 (6-8 баллов)

Эпиц. тр. на сев.-
 зап. стороне байкаль-
 ской впадины по
 Обручевскому сбросу
 и на платформе

Эпицентры в осевой
 полосе и на юго-вост.
 стороне байкальской
 впадины

Эпицентр
 точно не
 определен

Байкальские землетрясения: 1-24 Землетрясения в соседней полосе платформы: Киренское-К; Верхотенское-В-л
 Под линейкой лет показана продолжительность периодов землетрясений в годах

Рис. 50. Соотношения во времени байкальских землетрясений

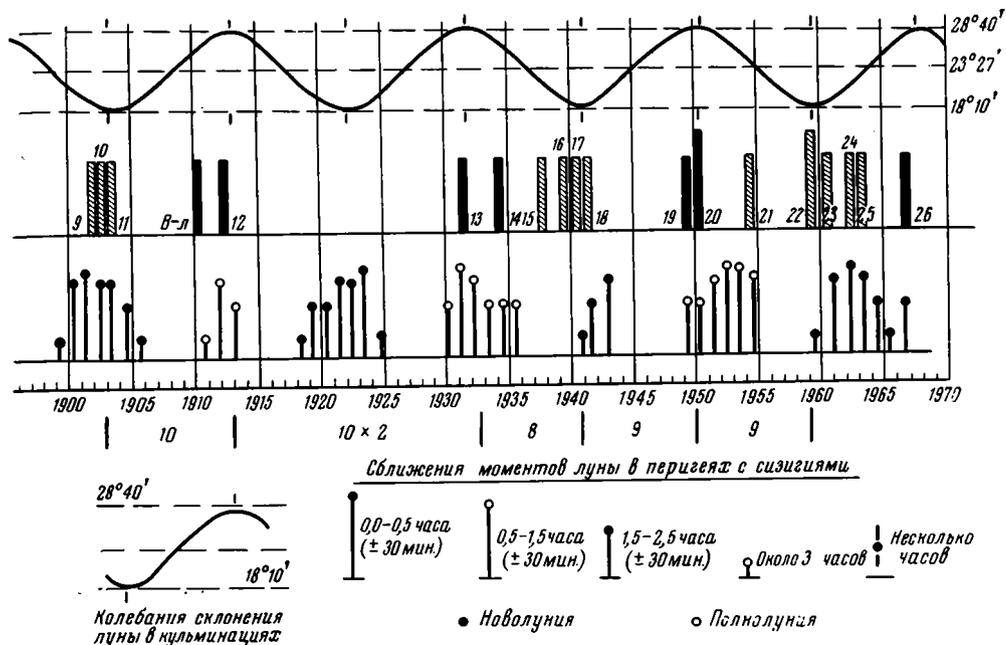
Правда, очень редкие землетрясения на Сибирской платформе — Киренское 1856 г. и Верхотенское в 1910 г. — точно укладываются в периоды землетрясений, происходивших по Обручевскому сбросу (табл. 4). Они произошли сравнительно в небольшом удалении от сброса, который обрывает древнюю платформу с юго-востока. Но уже в Забайкальских нагорьях, находящихся в полосе каледонской складчатости со специфическими чертами неотектоники, периодичность землетрясений заметно отличается от периодичности байкальских (рис. 51).

Таблица 4

Землетрясения на Сибирской платформе

Условные обозначения на рис. 50, 51	Дата по новому стилю (время местное)	Сила (баллы)	Группа интенсивности	Местонахождение эпицентра
К	1856—12/IX	7	III	Близ г. Киренска
В-л	1910—24/I	7	III	Близ г. Верхотенска

Сейсмичность Станового нагорья не менее сильная, чем Байкальской впадины. Начиная с 1917 г. в Становом нагорье известно 10 сильных землетрясений, а в Байкальской впадине приблизительно за тот же срок — 14. Однако по геологическим условиям сейсмичность нагорья совсем другая. Здесь очаги землетрясений больше приурочены к горам. Становые межгорные впадины неглубоки и невелики по площади. В них произошло только два землетрясения. Самое сильное 10-балльное Муйское землетрясение в 1957 г. возникло в хребте Удокан с южной стороны Муйской впадины, по имени которой оно получило свое название (табл. 5).



и периодических неравенств приливообразующих сил

Почти все землетрясения в Становых горах (семь из восьми) произошли при сравнительно низком склонении Луны. Этой особенностью они напоминают землетрясения юго-восточного геологического ряда в Байкальской впадине. Однако ни одно из становых «горных» землетрясений не приурочено к самому низкому положению Луны, что характерно для многих байкальских землетрясений. Землетрясения Станового нагорья связаны с периодами приближений и удалений Луны от предельно низких ее положений.

Оба землетрясения во впадинах — в 1917 г. в Муйской и в 1953 г. в Нерпинской на Витиме — случились во время нисходящих приближений склонений Луны к их среднему положению, тогда как землетрясения Обручевского сброса в Байкальской впадине свойственна приуроченность к высоким положениям Луны.

Кроме того, землетрясения Станового нагорья отличаются тем, что больше происходят не в периоды совпадения сизигий с перигеями Луны, а наоборот, — в периоды совпадения сизигий с апогеями. Количественное соотношение тех и других составляет 2 : 8. В Байкальской же впадине соотношение противоположное — 23 : 3.

Становое нагорье по характеру сейсмичности невозможно объединить с Байкальской впадиной. И геологическая обстановка в очагах землетрясений, и отношение к лунно-солнечным приливам различны.

В Селенгинском Забайкалье и Северной Монголии с 1915 г. известно шесть сильных землетрясений. Три из них произошли друг за другом в одном только 1957 г. во время довольно низкого склонения Луны. Их очаги находились в горах. Другие три землетрясения случились в разные годы во впадинах во время удаления или приближения наклона лунной орбиты к высокому положению относительно земного экватора. По отношению к периодичности приливных неравенств забайкальские и северо-монгольские землетрясения сходны с землетрясениями Станового нагорья.

Замечательно, что ни одно из землетрясений в Забайкалье и Северной Монголии, в горах и во впадинах, не произошло в периоды сближений пе-

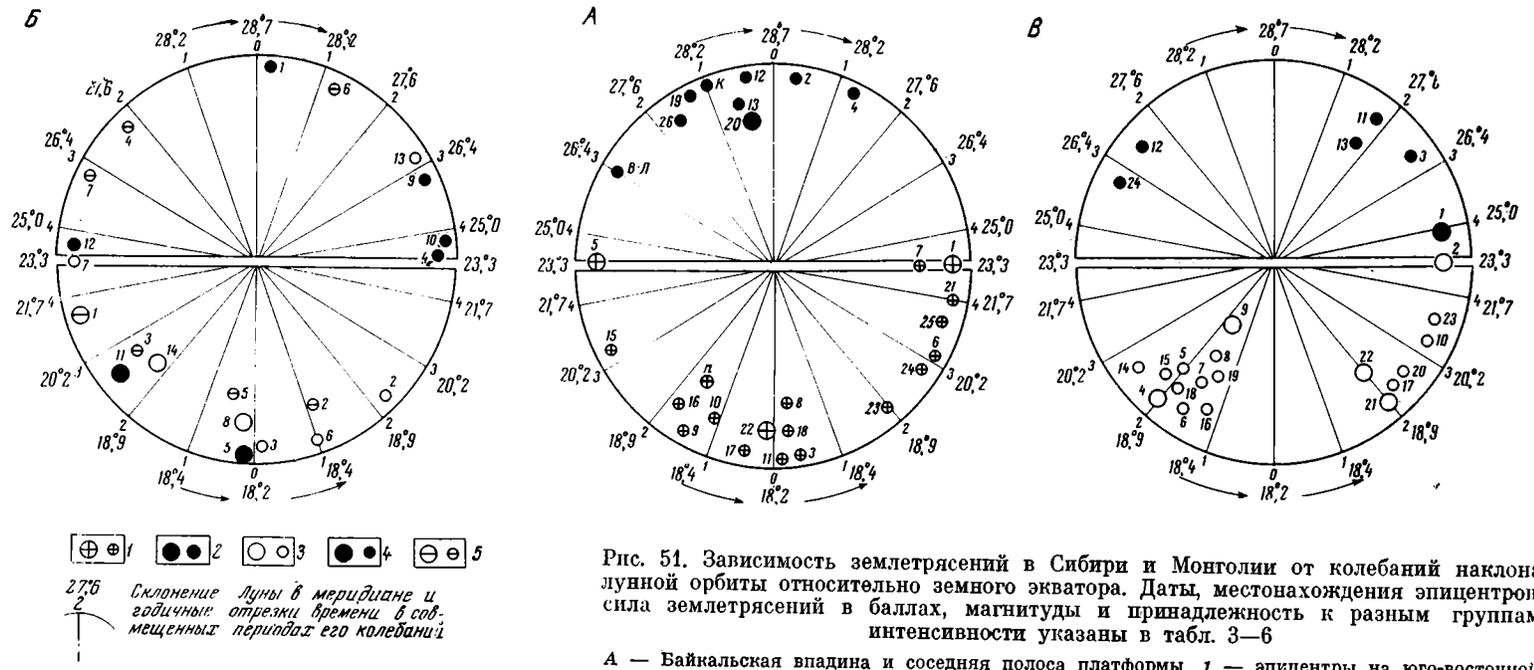


Рис. 51. Зависимость землетрясений в Сибири и Монголии от колебаний наклона лунной орбиты относительно земного экватора. Даты, местонахождения эпицентров, сила землетрясений в баллах, магнитуды и принадлежность к разным группам интенсивности указаны в табл. 3—6

А — Байкальская впадина и соседняя полоса платформы. 1 — эпицентры на юго-восточной стороне впадины I—II группы и III группы интенсивности; 2 — эпицентры на северо-западной стороне впадины II и III группы интенсивности.

Б — Алтай Западный, Монгольский, Гобийский и Западно-Сибирская равнина. 3 — эпицентры в горах I—II и III групп интенсивности; 4 — эпицентры в межгорных впадинах II и III групп интенсивности; 5 — эпицентры на равнине II и III групп интенсивности.

В — Становое нагорье, Забайкалье, Северная Монголия, Восточные Саяны, Восточный Тунно-Ола. 3 — эпицентры в горах I—II группы и III группы интенсивности; 4 — эпицентры во впадинах I—II группы и III группы интенсивности

Сильные землетрясения в полосе нагорий с востока и юга от Сибирской платформы в удалении от Байкальской впадины

№№ на рис. 51, В	Дата по новому стилю. (время местное)	Сила (баллы)	M	Группа интенсивности	Местонахождение эпицентра
					<i>Становое нагорье</i>
1	1917—29/IV	8	6 ¹ / ₄	II—III	Северо-Байкальское землетрясение. Муйская впадина, западнее р. Витим
2	1927—11/II		5		Южно-Муйский хребет между реками Муя и Большой Бомбуйко
3	1953—19/VI		5		Нерпинская впадина на р. Витим
4	1957—27/VI	10	7 ¹ / ₂	I	Муйское землетрясение. Хребет Удокан в западной части р. Намаракит
5	1957—29/VI		5 ¹ / ₄	III	Куяндинское землетрясение. Горный хребет между реками Куянда и Сьюлбан
6	1958—3/I		5 ¹ / ₄	III	Южно-Муйский хребет над средним течением р. Муи
7	1958—5/I	9	6 ¹ / ₂	II	Северо-Дырындинские горы западнее р. Олекмы
8	1958—24/I		5 ³ / ₄	III	Хребет Удокан в западной части
9	1958—14/IX	9	6 ¹ / ₂	II	Горы близ впадения р. Нюкжи в р. Олекму
10	1962—11/XI		6	III	Муяканский хребет (между р. Муей и ее притоком р. Муякан)
					<i>Забайкалье и Северная Монголия</i>
11	1915—25/IX		5	III	Джидинская впадина, восточнее села Торей
12	1929—10/V		5 ¹ / ₄	III	Кяхтинское землетрясение. Алтан-Булакская впадина южнее г. Кяхты
13	1915—10/I		5 ¹ / ₂	III	Мурэнская впадина севернее Хангая
14	1957—6/II	6—7	6	III	Северо-Монгольское землетрясение в верхнем течении Селенги
15	1957—31/VIII		5 ¹ / ₂	III	Хангайский хребет, северная сторона
16	1958—23/VI		5 ³ / ₄	III	Там же
					<i>Восточные Саяны</i>
17	1924—9/XI		5	III	Предгорья между реками Иркут и Кятой (верховье р. Шарджелги)
18	1939—19/V		5 ¹ / ₂	III	Главный хребет в верховьях р. Тиссы
19	1958—10/IV		5 ¹ / ₂	III	Главный хребет в верховьях р. Дибн
20	1962—22/I		5 ¹ / ₄	III	Бельские гольцы
					<i>Тува и Восточный Тэнгис-Ола</i>
21	1905—9/VII	10—11		I	Танну-Ольское землетрясение. Горы Дурын-Тумбан-Ула
22	1905—23/VII	11—12		I	Танну-Ольское землетрясение (Хангайское). Хребет Волнай
23	1926—24/III		5 ¹ / ₄	III	Хребет Сангилен
24	1928—7/XI		5 ¹ / ₄	III	Уюкская впадина северо-западнее г. Кызыл

ригеев Луны с сизигиями, а все шесть приурочены к периодам сближений сизигий с апогеями. В это время сама по себе приливообразующая сила убывает и землетрясения больше могут зависеть от перестроек системы приливных напряжений в земной коре.

В Восточных Саянах известны очаги четырех сильных землетрясений, происшедших за время с 1924 г. в высоких горных хребтах. Они подобно «горным» землетрясениям в Становом нагорье, Забайкалье и Монголии связаны по времени возникновения со сравнительно низкими положениями Луны. Два сильных землетрясения произошли в периоды сближений сизигий с перигеями Луны, а два — с апогеями.

В Туве и хребте Таяну-Ола три землетрясения произошли в горах при низких положениях лунной орбиты и одно, в Уюкской впадине, во время приближения склонения Луны в меридиане к высокому положению. Два землетрясения приурочены к периодам сближений сизигий с перигеями, а два — с апогеями.

Таким образом, в огромной полосе нагорий, охватывающих с востока и юга Сибирскую платформу, все 18 сильных землетрясений в горах приурочены к сравнительно низким склонениям Луны, которые обуслов-

Таблица 6

Сильные землетрясения в Алтайской зоне

№№ на рис. 31, Б	Дата по новому стилю, (время местное)	Сила (баллы)	М	Группа интенсивности	Местонахождение эпицентра
					<i>Западный Алтай, Монгольский и Гобийский</i>
1	1857—24/XII	7			Озеро Зайсан
2	1887—2/I	7			Город Усть-Каменогорск
3	1894—19/X	6—7			Риддерский рудник, верховье р. Чарыш
4	1917—31/VII		5 ¹ / ₄	III	Монгольский Алтай, южное подножие на границе с Джунгарией
5	1922—25/VIII		6 ¹ / ₂	II	Монгольский Алтай, Ачит-Нурская впадина
6	1923—21/IX		5 ¹ / ₂	III	Южно-Чуйский хребет
7	1927—10/V		5 ¹ / ₂	III	Верховья р. Абакан, хребет Карлыган
8	1931—10/VIII		8	I	Монгольский Алтай
9	1935—30/I		5 ¹ / ₂	III	Убса-Нурская впадина, восточная часть
10	1936—27/I		6 ¹ / ₂	II	Кобдосская впадина
11	1938—19/X		6 ³ / ₄	II	Ачит-Нурская впадина
12	1946—9/VI		5 ¹ / ₂	III	Убса-Нурская впадина, южный берег озера Убса-Нур
13	1953—6/IX		5 ¹ / ₂	III	Горы Хархире-Нуру восточнее озера Ачит-Нур
14	1957—4/XII	11	8	I	Гоби-Алтайское землетрясение. Эпицентр в осевой полосе хребта
					<i>Западно-Сибирская равнина</i>
1	1806—8/VIII	8			Близ Красноярска
2	1829—1/XII	6			Сузунский завод северо-западнее г. Барнаул
3	1882—16/III	7			Село Бердское в 20 км южнее Новосибирска
4	1892—19/VI	7			Новокузнецк
5	1903—12/III	7			»
6	1914—	6			Равнина в 40 км к северо-востоку от г. Камень-на-Оби
7	1965—15/II	7			Город Камень-на-Оби между Новосибирском и Барнаулом

ливают соответствующие соотношения вертикальных и горизонтальных составляющих приливных напряжений. Наряду с этим все шесть землетрясений в межгорных впадинах совпадают со сравнительно высоким положением Луны, когда соотношение приливных напряжений изменяется на противоположное. Годы с самым высоким и самым низким склонением Луны остаются свободными от землетрясений (рис. 51).

Сроки наступления периодов землетрясений в нагорьях совсем другие, чем в Байкальской впадине. Периодам усиления сейсмичности в Байкальской впадине соответствуют периоды успокоения в нагорьях. Поэтому, если смешать те и другие землетрясения, то было бы нельзя заметить ни их периодичности, ни их связей с приливными неравенствами.

В отличие от каледонской складчатой полосы в области верхнепалеозойской складчатости, включающей в себя Алтай как Западный на территории СССР, так и Монгольский и Гобийский, а также и Западно-Сибирскую равнину севернее Алтая, где неотектоника другая, не удается подметить периодичность землетрясений. Здесь, начиная с 1806 г., известно 21 сильное землетрясение в горных хребтах, во впадинах и на равнине (табл. 6). Сильнейшее из них произошло в Гобийском Алтае в 1957 г. Оно достигло силы 11 баллов и особенно разрушительно сказалось на земной поверхности (рис. 51).

В Алтае землетрясения происходят преимущественно при низких склонениях Луны. Однако горы и впадины не различаются по приуроченности землетрясений к тем или другим склонениям. Совсем безразлично относятся к приливным неравенствам редкие землетрясения на Западно-Сибирской равнине, достигающие силы в 7 баллов. Последнее из них было в 1965 г. в районе г. Камень-на-Оби между Новосибирском и Барнаулом.

Возможно, что в Алтайской полосе зависимость движений земной коры от приливных сил настолько сложная, что вообще не сказывается в чередовании землетрясений. Но вместе с тем не исключено, что и здесь то или другое влияние приливов на землетрясения выявится при углубленном изучении их тектонических условий.

Считаясь с влиянием приливов в земной коре на возникновение землетрясений, которые различно сказываются в разных местах, а также с влиянием местных геологических условий, вряд ли можно допустить общую закономерность в периодических колебаниях сейсмической активности на всем земном шаре в целом. Во всяком случае ее незаметно в колебаниях суммарной энергии землетрясений на Земле, вычисленной за 1904—1952 гг. Б. Гутенбергом и Ч. Ф. Рихтером (Gutenberg a. Richter, 1954).

* * *

Приведенные в описании и таблицах сведения о датах, силе и эпицентрах землетрясений почерпнуты из сводных каталогов и специальных описаний некоторых землетрясений (Мушкетов, Орлов, 1893; Землетрясения в СССР, 1961; Атлас землетрясений в СССР, 1962 и др.). Эпицентры указаны на основании наблюдений и изучения сейсмических проявлений на местности, а также при возможности по инструментальным данным сейсмических станций. При расхождении в определении эпицентров тем и другим способом предпочтение отдано первому, ввиду его большей надежности, о которой можно судить, например, по описанию Мондинского землетрясения 1950 г. (Тресков и Флоренсов, 1952).

Глава XIX

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ПРИБАЙКАЛЬЕ И СОСЕДНИХ РАЙОНАХ

Изучение неотектоники и продолжающееся накопление сейсмологических наблюдений позволяют все точнее и глубже определить связи землетрясений со структурными особенностями земной коры. Обращает на себя внимание тесная связь очагов сильных землетрясений, происшедших в Прибайкалье, с горизонтальными сдвигами. Замечательно, что в самой Байкальской впадине эпицентры большинства землетрясений с магнитудой свыше $5\frac{1}{4}$, т. е. свыше 6 баллов, приурочены к сдвигам, особенно к тем местам, где сдвиги пересекают другие разломы, в частности Обручевский сброс. Это выявляется из сопоставления неотектоники Прибайкалья с эпицентрами землетрясений, которые известны по картам, каталогам и описаниям землетрясений (Мушкетов, Орлов, 1893; Вознесенский, 1905, 1932; Тресков, Пшенников, 1961; Атлас землетрясений в СССР, 1962; Землетрясения в СССР..., 1964, 1965).

Вследствие того, что главные сдвиги в Байкальской впадине происходят по древним краевым разломам Сибирской платформы, сильные землетрясения возникают, как правило, вдоль заднего борта впадины, т. е. на юго-восточной стороне озера. Кроме того, очаги сильных землетрясений связаны с Поперечно-Байкальским сдвигом, его восточным участком, пересекающим тыловой борт впадины, а также с Усть-Селенгинским раздвигом. Чаганское землетрясение 1861 г. силой в 10 баллов произошло в Усть-Селенгинском раздвиге. Наряду с этим Обручевский сброс сам по себе реже вызывает сильные землетрясения. В его полосе известны землетрясения до 6—7 баллов, а одно, Мондинское, происшедшее в 1950 г. в западной оконечности Тункинской долины, превосходило другие по силе и достигло 9 баллов. Однако в эпицентре этого землетрясения Обручевский сброс пересекается Мондинским сдвигом, который, возможно, усилил землетрясение. Наряду с этим эпицентры сравнительно слабых землетрясений, силой до 5 баллов, разбросаны без определенного порядка по всей широкой площади Байкала, образуя местами более густые скопления.

На приуроченность сильных землетрясений к юго-восточной стороне Байкала, где они достигают силы в 10 баллов, обращено внимание несколько лет назад (Лемакин, 1960в). Северо-западный берег озера, несмотря на то, что образован мощным действующим сбросом, отличается меньшей сейсмичностью. Однако оставалось непонятным, почему юго-восточный берег, который в основном образован плавным перегибом земной коры, является более сейсмичным.

Теперь вопрос, как мне кажется, разъяснился. Землетрясения только совпадают с полосой тектонического перегиба, а генетически связаны они со сдвигами и сбросами в этой полосе. Наиболее благоприятны для их возникновения места пересечения продольных краевых сдвигов поле-

речными разломами. Особенно сильны землетрясения в Усть-Селенгинском раздвиге. В связи с этим можно понять и отсутствие сейсмических очагов на восточном берегу Байкала севернее мыса Кабаньего. Красовой сдвиг, сопровождающий этот берег в более южной части, отходит близ устья р. Шегнанды на западную сторону озера вместе с границей платформы.

Приуроченность очагов сильных байкальских землетрясений к красным сдвиговым разломам можно объяснить большим размахом горизонтальных составляющих тектонических движений в Байкальской впадине по сравнению с вертикальными. Землетрясения возникают на тех участках сдвигов, где происходит большое поперечное северо-западное раздвижение впадины. После того как продольные сдвиги, обогнув выступ платформы, приобретают северо-западное направление, они перестают служить возбудителями землетрясений. Возможно, что с удалением от глубинного подкорового рва сдвиги отчасти теряют глубину своего заложения. В связи с этим интересно, что Поперечно-Байкальский сдвиг, который отличается сравнительно малой протяженностью, расположен в полосе подкорового рва, что может влиять на повышенную сейсмичность сдвига. Особенно обращает на себя внимание то обстоятельство, что и по линии Поперечно-Байкальского сдвига наиболее сильные землетрясения возникали в восточной части сдвига, которая расположена над осевой полосой подкорового рва. Возможно, чем глубже заложен сдвиг, тем сильнее, хотя, может быть и реже, происходят отдельные эпизодические срывы по нему земной коры.

По тектоническим разломам, глубоко пронизывающим недра Земли, вероятно, могут в течение длительных промежутков времени накапливаться напряжения, которые создаются в связи с общей ее динамикой. Высвобождение таких напряжений вызывает сильные, но редкие землетрясения.

В отличие от сильных сравнительно слабые землетрясения часто возникают по линиям сбросов. По сведениям местных жителей, такие землетрясения особенно часты в районе острова Ольхона и на мысе Котельниковском, который находится в северной части западного берега Байкала. Ольхон является тектонической глыбой, оседающей по Обручевскому сбросу. На мысе Котельниковском этот сброс пересекается поперечным разломом. По Обручевскому сбросу очаги землетрясений располагаются, по-видимому, на небольшой глубине. Здесь тектонические напряжения, которые постепенно накапливаются при медленных плавных движениях, высвобождаются чаще и могут вызывать только сравнительно слабые сотрясения.

Разумеется, в других случаях, когда движения медленны и плавны, они могут происходить свободно, без накопления напряжений.

Следует вообще обратить внимание на наблюдения в эпицентральных районах сильных землетрясений, которые показывают большое значение горизонтальных смещений по возникающим трещинам. Это отмечали Ч. Ф. Рихтер (1963), А. В. Пейве (1965) и др.

Во время Муйского землетрясения 1957 г. силой 10 баллов, случившегося северо-восточнее Байкала, горизонтальное смещение по раскрывшимся трещинам достигло 1—1,2 м. Вследствие этого небольшая Намаракитская впадина сдвинулась к юго-западу относительно Удоканского хребта, расположенного с ее южной стороны. Одновременно впадина опустилась на 5—6 м, а хребет поднялся на 1—1,5 м. Первоначально землетрясение было описано Солоненко, Тресковым, Флоренсовым, Пучковым (1958), а затем в последующих работах Солоненко (1964, 1965) и в книге «Живая тектоника...» (1966).

Известно также, что горизонтальные сдвиги во время Гоби-Алтайского землетрясения силой в 11 баллов, происшедшего тоже в 1957 г., достигали

8,85 м при вертикальных смещениях до 9,2 м (Солоненко, Флоренсов, 1960). При Калифорнийском землетрясении 1906 г. произошел сдвиг на протяжении 306 км. Средняя величина горизонтального смещения по сдвигу равнялась 3 м, а в отдельных местах доходила до 6—7 м. Одновременное вертикальное смещение равнялось только 1—2 м (Бончковский, 1949). При землетрясении 1940 г. в Калифорнии горизонтальные смещения с разрывами превысили 4 м, а при катастрофическом землетрясении 1955 г. в штате Невада правосторонний сдвиг равнялся 2,5 м при вертикальной составляющей в 2 м (Рихтер, 1963).

Точер (Тоcher, 1957, 1960) отметил, что в районе г. Сан-Франциско сильные землетрясения с магнитудой от 4 до 5 $\frac{1}{2}$ сосредоточены вдоль разлома Сан-Андреас и вдоль разлома Гайвард, по которым происходят крупные сдвиги. Об этом упоминает и Ф. Кинг (King, 1965). По сообщению Рихтера (1963), Шейдигер, подытоживая все современные данные о разных землетрясениях, пришел к выводу, что большинство из них характеризуется горизонтальными подвижками.

Байкальские землетрясения распространяются неравномерно во все стороны от своих очагов. Так, Кельберг (1865), изучавший 100 лет назад последствия сильного, 10-балльного землетрясения 1861 г., при котором образовался залив Провал, отметил, что «главная линия сильных сотрясений» прошла от залива, где находился эпицентр, через дер. Красный Яр, г. Кабанск и далее через горы на Гусиное озеро и Селенгинск. На Гусином озере, главным образом на его северном берегу, произошло оседание земли. В то же время Посольский и Троицкий монастыри, а также Верхнеудинск (сейчас г. Улан-Удэ) и село Баргузин остались вне сотрясшейся полосы¹.

Из сообщения П. А. Кельберга видно, что землетрясение сказалось на поверхности с пропуском участка по нижнему течению Селенги и по южному краю Селенгинской низменности у берега Байкала. Очевидно, причиной пропуска послужил крупный поперечный разлом — Усть-Селенгинский разрыв, — который явился сейсмическим экраном или, по выражению И. В. Мушкетова (1893), «мостом землетрясения». По данным, которые были получены от разных очевидцев из многих мест и собраны Шмидтом (Сгибнев, 1864; Щуровский, 1864), это же землетрясение, хотя и проявилось с большой силой на острове Ольхоне и в Иркутске, осталось незамеченным в пос. Лиственничном на берегу Байкала, справа от истока р. Ангары. В то же время землетрясение сильно отозвалось на севере восточного берега Байкала, где в связи с ним на озере Фролиха у берега губы Джегихма, по сообщению Елезова (1870), обвалились тогда две горы. Перед Лиственничным на дне Байкала Обручевский сброс тоже служит сейсмическим экраном. Его значение здесь в этом отношении отмечалось разными лицами и позже при других землетрясениях. В частности, и лично я, живя в Лиственничном, мог убедиться в этой особенности сброса.

А. С. Сгибнев (1864) и Г. Е. Щуровский (1864) в своих работах отметили, что Шмидт, изучавший землетрясение 1861 г., обратил внимание на эллиптическое очертание площади его распространения. Малая ось эллипса проходит по Байкалу, а большая — поперек его. Она прослеживалась от г. Кяхты через Селенгинск на остров Ольхон и далее через населенные пункты Верхолениск, Усть-Кут, Николаевский завод на Ангаре и Илимск. По этой большой оси произошли сильные толчки, а в сторонах от нее они были заметно слабее.

Эту же особенность байкальских землетрясений впоследствии показали И. В. Мушкетов и А. П. Орлов (1893) на основании большого числа

¹ Троицкий монастырь — ныне село Троицкое, или Монастырское, на левом берегу Селенги, в 20 км ниже по течению от устья р. Итанцы.

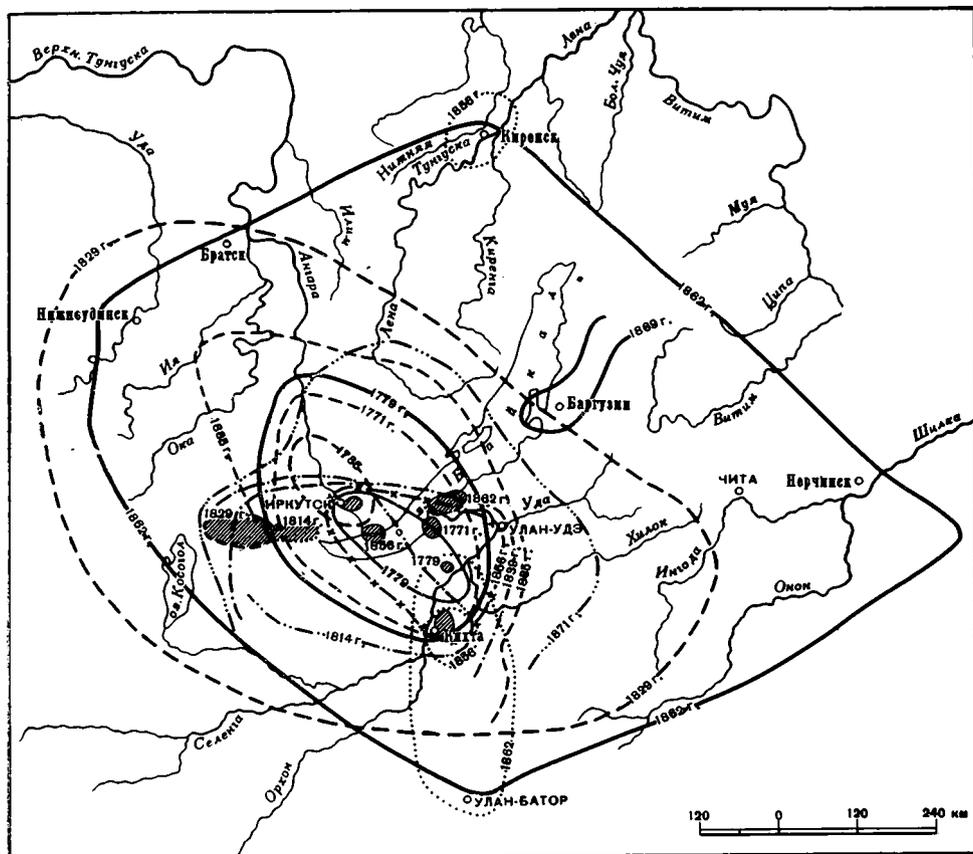


Рис. 52. Распространение байкальских землетрясений по карте землетрясений в России А. П. Орлова и И. В. Мушкетова (1893)

Сплошные и пунктирные линии с указанием года обозначают области распространения выдающихся землетрясений; заштрихованные площади представляют эпицентры некоторых землетрясений

наблюдений. К их обширному труду приложена Карта распространения землетрясений в России с пограничными областями (масштаб 285 верст в дюйме.). На ней видно, что площади распространения десяти сильнейших байкальских землетрясений, случившихся с 1771 г. до 1890 г., имеют сильно растянутые эллиптические контуры. Их большие оси проходят через эпицентры с юго-востока к северо-западу, причем к северо-западу дальше, чем к юго-востоку. Исключение составляет только одно Баргузинское землетрясение 1 ноября 1869 г., которое распространилось преимущественно к северу (рис. 52).

В дальнейшем особенностью распространения байкальских землетрясений заинтересовался А. В. Вознесенский (1905) в связи с подробным описанием землетрясения, происшедшего в 1903 г., очаг которого находился в районе залива Провал у сел. Оймур. Сила землетрясения равнялась 7 баллам. По местоположению эпицентра оно похоже на землетрясение 1861 г. Это землетрясение наиболее сильно сказалось по всему нижнему течению Селенги, начиная немного ниже Верхнеудинска (сейчас г. Улан-Удэ). Интересно резкое уменьшение силы землетрясения при переходе через Байкал на запад от устьев Селенги. В пос. Харауз на краю Селенгинской дельты сила землетрясения оценивалась не менее 7 баллов. А на противоположном берегу Байкала, в Песчаной губе, в 50 км от

Харауза и в 90 км от эпицентра оно имело силу всего 4 балла. Наряду с этим землетрясение отличалось большой силой в районе Ольхона.

На карте землетрясения 1903 г., составленной А. В. Вознесенским, семибалльные толчки сгруппированы в районе населенных пунктов Оймур — Харауз — Кабанск — Татаурово — Верхнеудинск, т. е. в полосе Усть-Селенгинского раздвига. Шестибалльная изосейста охватывает район, простирающийся на северо-запад через Горячинск и остров Ольхон до г. Верхоленска на Сибирской платформе, а на юго-восток — до селения Толбаги на р. Хилок в Забайкалье. Землетрясение достигло 6 баллов и в отдельных точках вдоль Ангары — в порту Байкал (но в Ливстеничном всего 4—5 баллов), Иркутске, Усолье, Тырети. Коченга в верховье р. Илим явилась крайним северо-западным пунктом проявления землетрясения в 6 баллов.

А. В. Вознесенский обратил внимание, что все изосейсты описанного им землетрясения очерчивают площади, вытянутые в северо-западном и юго-восточном направлениях — «перпендикулярно простирацию главных хребтов Забайкалья». Все изосейсты более свободно расположены к северу и северо-востоку, тогда как к югу и особенно к юго-востоку они, наоборот, стесняются. Следовательно, преимущественным направлением распространения характеризуется и землетрясение 1903 г. Главные оси симметрии изосейст направлены в среднем на северо-запад по азимуту 321°. Главные направления колебаний при землетрясении соответствуют «основным линиям» изосейст. Колебания происходили по азимуту в среднем 317°.

Кроме землетрясения 1903 г., А. В. Вознесенский изучил также распространение 10 предшествующих сильных байкальских землетрясений, начиная с 1771 г., известных ранее И. В. Мушкетову и А. П. Орлову, и пришел к заключению, что вытянутость изосейст к северо-западу является их постоянным свойством. Оказалось, что направления главных осей изосейстовых кривых колеблются в узких пределах по азимуту от 302 до 340°. Среднее направление составляет азимут 319°.

Вознесенский связывал наибольшее распространение байкальских землетрясений и направленность сейсмических колебаний на Средне-Сибирском плоскогорье к северо-западу с параллельным «Саянским направлением» тектонических дислокаций и общим орографическим понижением Прибайкалья в ту же сторону. Однако эта связь довольно внешняя. Она не может служить для объяснения описанного явления. Настоящей причиной преимущественного распространения землетрясений к северо-западу и юго-востоку от Байкальской впадины надо признать структурные особенности земной коры, зависящие от ее горизонтального раздвижения в Прибайкалье.

Сейсмические волны легче преодолевают сильно щелеватую полосу земной коры по кратчайшим расстояниям в поперечном направлении, т. е. на северо-запад и юго-восток. Пройдя с препятствиями поперек Байкальской впадины и окаймляющих ее гор сейсмические колебания идут затем более свободно по Сибирской платформе и Забайкалью. Особенно далеко они проникают по платформе. В то же время распространение Байкальских землетрясений к северо-востоку и юго-западу гасится на длинном протяжении Байкальской структуры в этих направлениях.

На распространение байкальских землетрясений особенно далеко к северо-западу, вероятно, влияет еще меньшая мощность земной коры под Сибирской платформой по сравнению с соседней областью. Неглубоко расположенная поверхность мантии под платформой лучше отражает сейсмические волны наверх к поверхности Земли.

Весьма показательное соотношение со сдвиговым разломом так называемого Средне-Байкальского землетрясения, происшедшего в 1959 г. и

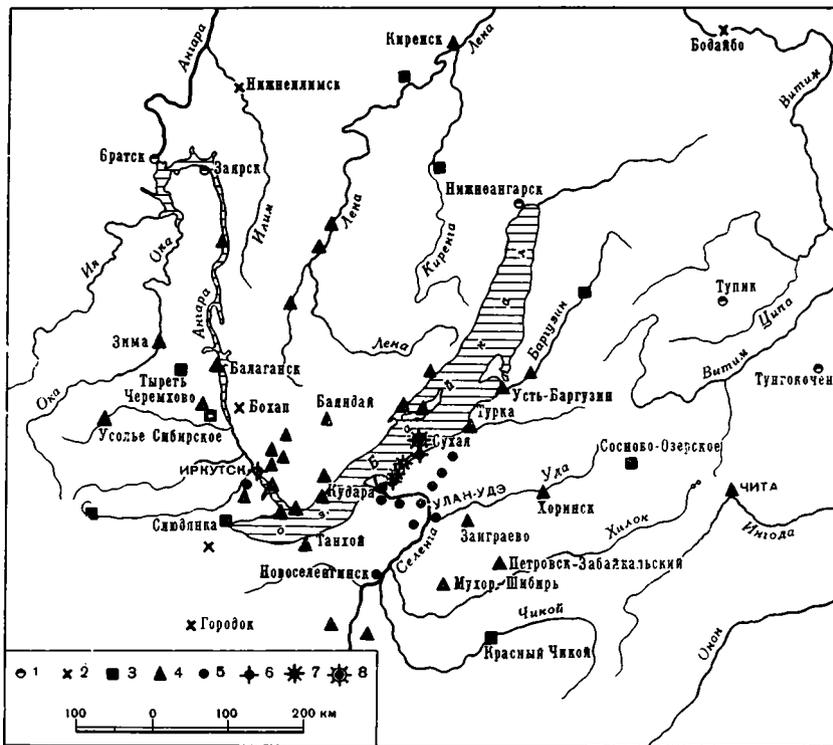


Рис. 53. Распространение Средне-Байкальского землетрясения 1959 г. по карте В. П. Солоненко и А. А. Трескова (1960)

- 1 — не проявлялось; 2 — проявлялось силой в 3 балла; 3 — проявлялось силой в 4 балла; 4 — проявлялось силой в 5 баллов; 5 — проявлялось силой в 6 баллов; 6 — проявлялось силой в 7 баллов; 7 — проявлялось силой в 8 баллов; 8 — эпицентр землетрясения (9 баллов)

описанного Солоненко и Тресковым (1960). Его эпицентр находится на дне Байкала у юго-восточного берега против дер. Сухой. Сила землетрясения в эпицентре определена в 9 баллов. Сейсмические деформации, которые можно было увидеть на суше, отличались односторонним развитием в юго-западном направлении вдоль берега — в направлении к заливу Провал. Наиболее сильные толчки на берегу, оцененные восемью баллами, произошли между эпицентром и заливом Провал. Эпицентр и линия 8-балльных сотрясений совпадает с полосой Байкало-Селенгинского сдвига (рис. 53).

Шестибалльная сила этого землетрясения зарегистрирована к северо-востоку от эпицентра в пос. Горячинске, т. е. тоже в полосе Байкальского краевого сдвига. Шестибалльные сотрясения произошли в сдвиговой полосе также вдоль сквозной Итанцинско-Кикинской долины и по всему нижнему течению Селенги от устья р. Чикой до Байкала.

Вообще же изосейсты и этого землетрясения отличаются эллиптическими очертаниями, причем эллипсы вытянуты с юго-востока на северо-запад. Так, пятибалльная сила землетрясения к северо-западу и северу от эпицентра отмечалась по Лене до Киренска, по Ангаре — между Усть-Удой и Заярском, по р. Оке — на железнодорожной станции Зима. На юго-восток и восток от эпицентра такая же сила землетрясения отмечена в г. Петровско-Забайкальском и в Чите. Поперек эллиптического контура пятибалльная изосейста отходила от эпицентра на северо-восток до селения Баргузин, а на юго-запад — до Танхой и Кяхты. Соотношение большой и малой осей изосейстового эллипса — 2 : 1.

Байкальские землетрясения происходят в условиях раздвижения Байкальской впадины. Это следует из геологических данных и вполне подтверждается сейсмологическим изучением напряжений в очагах землетрясений.

А. В. Введенская и Л. М. Балакина (1960), а затем А. В. Введенская (1961) нашли, что оси главных напряжений в очагах байкальских землетрясений сохраняют постоянство преимущественного направления. Оси растягивающих напряжений расположены перпендикулярно простиранию структур Байкальской впадины. Оси сжимающих напряжений направлены вдоль структур. В Среднем и Северном Прибайкалье растягивающие напряжения расположены почти в горизонтальной плоскости, а сжимающие составляют большие углы с горизонтальной плоскостью. Такое направление напряжений специально описано в очаге Средне-Байкальского землетрясения 1959 г. Введенской (1961).

В очагах землетрясений на юго-западе Прибайкалья углы между горизонтальной плоскостью и осями растягивающих напряжений увеличиваются, а углы между этой плоскостью и осями сжимающих напряжений уменьшаются.

В очаге Мондинского землетрясения 1950 г. данных для надежного определения положения осей было недостаточно. Внешние проявления этого землетрясения были описаны А. А. Тресковым и Н. А. Флоренсовым (1952). В очаге землетрясений 1958 г. в Тункинском Прибайкалье Балакина и Введенская допускают тектоническое перемещение в виде сдвига. В очаге Средне-Байкальского землетрясения Введенская предполагает сброс, который согласно с геологической обстановкой, вероятно, обращен к осевой полосе Байкала, т. е. на северо-запад. Сброс связан с раздвижением земной коры.

Расположение осей растягивающих напряжений в горизонтальной плоскости или под малым углом к ней Введенская считает весьма характерным свойством для очагов землетрясений Прибайкалья. Этим свойством Прибайкалье резко отличается, по ее словам, от Тихоокеанской и Среднеазиатской сейсмических зон, где растягивающие напряжения почти вертикальны, а сжимающие почти горизонтальны и направлены перпендикулярно геологическим структурам. Несомненно, это зависит от того, что в Тихоокеанской и Среднеазиатской зонах продолжается сжатие земной коры, связанное с альпийской и вообще молодой складчатостью.

Изучение связи землетрясений с геологической структурой интересно не только для лучшего понимания неотектонических и современных движений, но имеет также важное практическое значение. Оно помогает решать в некотором приближении вопрос о предвидении очагов новых землетрясений. Байкальские землетрясения случаются часто и отличаются большой силой. Они привлекли к себе пристальное внимание ученых сразу же после катастрофического землетрясения 1861 г.

Область с очагами сильных землетрясений вдается к Байкалу из Монголии в виде довольно узкого клина. По сторонам от него землетрясения бываюг гораздо слабее и реже. Такая общая связь землетрясений с Байкальской впадиной приблизительно отражена, между прочим, на схеме сейсмического районирования территории СССР, составленной в 1947 г. Г. П. Горшковым (1949) в Геофизическом институте Академии наук СССР.

По схеме Г. П. Горшкова юго-западная часть Байкала, включающая дельту Селенги, отнесена к восьмибалльной зоне. К этой же зоне отнесен и Иркутск. На северо-восток по протяжению Байкальской впадины сейсмичность ослабевает. Семibalльные землетрясения случаются у острова Ольхона и близ устья Баргузина. Отсюда их очаги проникают далее к северо-востоку по Баргузинской долине. Вся северная часть Байкала отличается тем, что расположена в зонах еще менее сильных землетрясений, а именно на большем своем протяжении в шестibalльной зоне и в самой оконечности озера — в пятибалльной.

В 1949 г. сейсмическое районирование Восточной Сибири было существенно уточнено В. П. Солоненко (1949), который повысил на 1—2 балла показанную Г. П. Горшковым возможную силу землетрясений в каждой из зон, в которых расположен Байкал. Солоненко протянул зону восьмибалльных землетрясений по восточному берегу озера к северу до устья Баргузина, тогда как противоположный западный берег в районе Ольхона охарактеризован землетрясениями силой всего до 6 баллов. Солоненко особо выделил Селенгинскую дельту как район с очагами наиболее сильных землетрясений до 9 баллов с «местным повышением до одиннадцати».

Во то время, как в схеме Горшкова противоположные стороны Байкала не различались по сейсмической активности, в схеме Солоненко такое различие получило довольно определенное отражение. Было показано, что на юго-восточной стороне Байкала землетрясения на 1—2 балла сильнее, чем в противоположных местах северо-западной стороны. Разделение восточной и западной сторон Байкальской впадины по степени сейсмичности следует признать важным достижением со стороны Солоненко. К сожалению, оно было утрачено им самим же в последующих работах.

Представление о большей сейсмичности всей южной части Байкала по сравнению с северной, которое отражено в схеме Горшкова, сохранилось и в работе Солоненко.

В дальнейшем, при сейсмическом районировании 1957 г., зона с большой сейсмической активностью оказалась протянутой на северо-восток от Байкала к Муйской и Чарской впадинам. Прибайкалье и Становое нагорье были при этом объединены с сейсмической областью Монголии в одну общую Монголо-Байкальскую область. Удлинение Байкальской сейсмической полосы на северо-восток к Муйской и Чарской впадинам было сделано под влиянием сильнейшего Муйского землетрясения 1957 г. Новое сейсмическое районирование приведено в работах В. П. Солоненко (1958), А. А. Трескова, С. В. Медведева, Н. А. Флоренсова, В. П. Солоненко (1958), Н. А. Флоренсова (1960а,б).

Авторы районирования, сделанного в 1957 г., увлекшись объединением в общую «Монголо-Байкальскую» область отдельных районов с частыми и сильными землетрясениями, не обратили должного внимания на различия генетических связей землетрясений в этих районах с местными тектоническими особенностями земной коры. Было упущено даже разделение по сейсмичности противоположных берегов Байкала, которое отмечалось раньше. Вероятно, это можно объяснить тем, что авторы районирования учитывали главным образом густоту эпицентров землетрясений вообще, независимо от их силы. Не было сделано даже попытки к выделению разных структурных участков, которые отличаются разной сейсмичностью.

Флоренсов (1960б), сопоставляя неотектонику и сейсмичность «Монголо-Байкальской горной области», писал, что эта область составляет единое геологическое целое и что для всей этой области характерны сильные землетрясения. Правда, он оговаривался, что при сейсмической общности всей области в целом все же условия сейсмичности в ней резко меняются от места к месту, что зависит от разнообразия неотектонических условий. «Но в целом в приблизительно намеченных нами рамках», как он писал, «область характеризуется очень высоким уровнем сейсмической активности; ее наиболее сейсмоопасные районы, с возможной балльностью до 10 и даже до 11, мозаично переплетены с районами умеренной сейсмичности». Конкретно он не указывал, однако, более сейсмоопасные и менее сейсмоопасные районы.

В то же время Флоренсов утверждал категорически, что для всех землетрясений «Монголо-Байкальской» области «характерна связь с ши-

ротными разрывными структурами земной коры». Об этом он писал и раньше. Однако, как мы видели, разломы с землетрясениями имеют не только широтное направление. Большая часть сильных землетрясений связывается со сдвигами, протянувшимися дугообразно по краю Сибирской платформы.

Но можно согласиться с Флоренсовым, что в Прибайкалье эпицентры землетрясений весьма точно совпадают с линиями геологически установленных тектонических разломов.

Далее Флоренсов правильно отметил, что эпицентры сгущаются в местах пересечения разных структур или в местах резкого изменения простираний одних и тех же структурных линий. По его мнению, эта особенность сеймотектоники наиболее заметна в случаях Мондинского и Муйского землетрясений, а также землетрясений в Малом море и в Селенгинской дельте. По-видимому, она свойственна и землетрясениям Западного Забайкалья. Изучение сдвиговых смещений подтверждает эту мысль, но вкладывая в нее несколько другое содержание. По моему представлению, землетрясения более свойственны юго-восточному побережью, к которому приурочены краевые сдвиги, проходящие в полосе подкорового рва. Очаги землетрясений возникают преимущественно на пересечениях побережья поперечными разломами, из которых Поперечно-Байкальский происходит главным образом в виде сдвига, а Усть-Селенгинский в виде раздвиги.

Приблизительно одновременно с Н. А. Флоренсовым А. П. Булмасов (1959) попытался более конкретно связать эпицентры землетрясений в Байкальской впадине с ее различными структурными чертами. Он написал, что эпицентры располагаются «цепочками вдоль линейных разломов земной коры». Одна из цепочек протягивается «примерно вдоль Обручевского сброса», вторая — по разломам в средней полосе впадины и третья — вдоль юго-восточного борта Байкальской впадины. На северо-востоке третья из выделенных цепочек уходит через Баргузинскую долину в направлении к Чарской и Муйской впадинам. Однако в Атласе землетрясений в СССР (1962) не видно расположения эпицентров землетрясений цепочками, о которых писал Булмасов. Вероятно, их в действительности не существует. Кроме того, Булмасов, так же как и другие, не разделил по силе землетрясений противоположные побережья Байкала.

Недостаток в представлении Булмасова о сеймотектонике Прибайкалья, как мне кажется, зависит, с одной стороны, от того, что он не обратил должного внимания на различную силу землетрясений в разных местах Прибайкалья и, с другой, не догадывался о существовании здесь больших сдвигов. В настоящее время стало ясно, что сильные землетрясения в Прибайкалье преимущественно связаны с горизонтальными смещениями коры. Эпицентры сильных землетрясений в своем большинстве расположены в Усть-Селенгинском раздвиге, вдоль продольных сдвигов на юго-восточном берегу Байкала и по линиям поперечных сдвигов во впадине озера, а также в Тункинской и Верхне-Ангарской долинах.

Глава XX

РАСПОЛОЖЕНИЕ ТЕРМО-МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ В БАЙКАЛЬСКОЙ ВПАДИНЕ И СОСЕДНИХ ГОРАХ

В Прибайкалье много горячих и холодных минеральных источников. Их изучение начато давно, и им посвящена обширная литература. В последнее время источники на советской территории Прибайкалья наиболее полно описаны в издании «Минеральные воды южной части Восточной Сибири, т. I и II» (1961—1962 гг.). Большинство источников Северного Прибайкалья показано на геологической карте Л. И. Салопа (1962). Обстоятельные сведения о минеральных водах Бурятской АССР сообщаются в книге В. Г. Ткачук, Н. В. Яснитской и Г. А. Анкудиновой (1957). В Прикосоголье, на территории Монголии, источники подробно описаны в работе А. Х. Иванова (1953).

Из предшествующих работ большое значение имеет описание источников в Северном Забайкалье, сделанное В. К. Котульским (1917). Источники в Баргузинской долине и на соседнем побережье Байкала специально описаны А. В. Николаевым (1929). В работах этих двух исследователей много внимания обращено на геологические условия выходов на поверхность глубинной воды.

Разрозненные важные сведения об источниках Прибайкалья можно почерпнуть, кроме того, из описаний других исследователей. Особенно интересны сообщения о следующих источниках:

1. Фролихинский на левом берегу р. Фролихи в 4 км от Байкала (Черский, 1886).
2. Толстихинский на левом берегу р. Баргузин ниже Шаманского порога (Лопатин, 1895).
3. Горячинский (Давыдов, 1906).
4. Питателевский (Ильинский) на левом берегу Селенги (Тетяев, 1930; Семенов, 1933; Борисенко и Литвиненко, 1966).
5. Аршан (курорт) в Тункинской долине (Львов и Кропачев, 1909; Прокопьев, 1957).
6. Ниловский в Тункинской долине (Попов, 1864; В. А. Обручев, 1890; С. В. Обручев, 1950а).
7. Аршан-Хурэ в долине Аршан-Гол в бассейне р. Ури, восточнее озера Косогола (Михно, 1905; Комаров, 1905).

В широкой полосе Прибайкалья протяжением 1500 км известно 40 минеральных и термальных источников, из них 30 источников горячие, а 10 холодные. Особенно много источников в северо-восточном Прибайкалье на обширной площади, сложенной протерозойскими гранитами, — на Баргузинском берегу Байкала и в Баргузинской долине.

Соли в большей части источников концентрированы в пределах от 300 до 600 мг/л. Минимальным их содержанием — 164 мг/л — отличается Жемчужский аршан у подножия Хамар-Дабана в Тункинской долине,

температура воды в котором 6°. В то же время в источниках Питателевском (Ильинском) на левом берегу Селенги, Гаргинском в 5 км от края Баргузинской долины, Ниловском в Тункинской долине, Шумаком в Тункинских гольцах минерализация превышает 1000 мг/л. Наиболее минерализована вода (1169 мг/л) в Шумаке.

По химическому составу больше всего источников, а именно 13, относится к сульфатному натриевого типу. 12 источников гидрокарбонатных натриевых и гидрокарбонатных сульфатных натриевых. В четырех из них содержатся также магний и кальций. Шесть источников принадлежат к хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатному натриевого типа минерализации. На юге, в Тункинском Прибайкалье и в Прикосоголье находится несколько углекислых источников, в большинстве холодных. Из них наибольшей известностью пользуется Тункинский аршан, где существует благоустроенный курорт. Глубинная вода выходит здесь в нескольких точках. Ее температура от 8 до 14,5°. Тип минерализации углекислый гидрокарбонатный магниевый-кальцевый. Количество свободной углекислоты 2000 мг/л. Такой же в общем состав воды и в Шумаком источнике, но ее температура здесь 37°. В Ниловском источнике в Тункинской долине вода сульфатно-натриевого типа, температура 41°. На севере Прибайкалья в двух источниках много кремнекислоты. В Большереченском на Баргузинском побережье Байкала ее 86 мг/л, а в Аллинском на восточной стороне Баргузинской долины — 102 мг/л.

Почти все прибайкальские источники находятся внизу — во впадинах у горных подножий и только немногие — в соседних горах. Здесь они, как правило, приурочены к речным долинам, которые пролегают по тектоническим разломам. При этом источники в своем расположении не превышают сколько-нибудь значительно уровень Байкала или, в других случаях, уровень наносов во впадинах. Примером такого расположения источников может служить горячий источник на Большой речке, стекающей с Баргузинского хребта. Источник, температура воды в котором равна 74,5°, находится в 20 км от берега Байкала. Высоко в горах в удалении от впадины находится только один Шумаковский источник. Он расположен на абсолютной высоте 1490 м на р. Шумаке, стекающей с северной стороны Тункинских гольцов. Он более чем на 700 м превышает дно соседней Тункинской долины.

Другая характерная черта расположения источников — их приуроченность к тыловой стороне Байкальской впадины, нежели к фронтальной. На тыловой стороне борт впадины образован тектоническим изгибом с частными небольшими сбросами. Источники находятся на восточном побережье Байкала, а также в соседних сухих впадинах у горных подножий. Вероятно, тектонический выгиб заднего борта впадины благоприятствует возникновению глубоких раскрытых трещин, по которым изливается наружу вода из земных недр.

Если обратиться к берегам самого Байкала, то отчетливо выявляются две закономерности в распределении источников. Во-первых, все они находятся только в более северной части озера, считая от устья Селенги. Во-вторых, все источники, за исключением одного, расположены вдоль восточного борта озерной впадины. Здесь находится 11 источников горячей воды: Корикийский, Фролиха, Хакусы, Большереченский, Давшинский, Змеиный, Кулиный, Гусихинский, Толстихинский, источники в поселках Горячинске и в Загзе. Источники Фролиха, Хакусы, Большереченский, Давшинский приурочены к защербам, т. е. к структурам тектонического раздвижения, пересекающим Баргузинский берег. Защербы, пересекая изгиб горного склона, усиливают тектоническую целеватость. Два источника — Гусихинский и Толстихинский — в своем расположении связаны с Усть-Баргузинской низменностью, которую в структурном отношении можно принять за особенно крупный защерб. В Тол-

стихинском источнике горячая минеральная вода вытекает в самом русле р. Баргузин, которое врезается по тектоническому разлому. Источник появляется только осенью и зимой, а в остальное время его заливают река. Замечательно, что в источнике температура воды 33° не изменяется с 1865 г., когда ее измерил И. А. Лопатин (1895), до настоящего времени.

Источник в курорте Горячинске расположен на горбе поперечного тектонического поднятия полосы древних байкальских террас четвертичного возраста. Здесь по оси поперечного поднятия, по-видимому, произошел разрыв в горных породах под террасовыми отложениями, который создал благоприятные условия для вытекания наружу глубинной воды. По разрыву в сторону Байкальского берега пролегает небольшая долина, размытая горячим ключом по выходе его на поверхность. Температура воды равна $54,5^{\circ}$. Тип минерализации сульфатный натриевый.

Юго-восточнее Горячинска, близ Селенгинской дельты горячая вода изливается из скважины на самом берегу Байкала у пос. Загаза близ устья речки Сухой. Вода поднимается из недр, по-видимому, по трещинам, возникшим по сбросу. Этот сброс сопровождается краевой сдвигом, проходящим по дну Байкала вдоль берега. Кулиный источник среди наносной низменности Чивыркуйского перешейка расположен на предполагаемом продолжении Шимайского сдвига. Однако эти два случая возможной связи расположения горячих источников со сдвигами отнюдь не могут служить основанием, чтобы предполагать влияние сдвигов на благоприятные условия выходов горячей воды в Байкальской впадине. Большинство источников находится в стороне от предполагаемых сдвигов.

На южном берегу Байкала минеральных источников вовсе нет. Возможно, что довольно значительные сбросы, сопровождающие Южно-Байкальский сдвиг, уплотнили здесь тектонические щели. И поперечные горные отроги Хамар-Дабана между тектоническими желобами образованы преимущественно разрывами в земной коре, которые, очевидно, тоже неблагоприятны для сохранения раскрытых трещин. Следует думать, что крупные смещения по разрывам как в горизонтальном, так и вертикальном направлениях не способствуют выходам на поверхность глубинных вод.

На противоположном северо-западном берегу Байкала, образованном Обручевским сбросом, известен только один горячий источник (температура 62°) на мысе Котельниковском. По типу минерализации он хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатный натриевый. Глубинная вода изливается из прибойного галечника на самом берегу Байкала на северной стороне мыса и стекает в озеро. Источник расположен на пересечении зоны Обручевского сброса поперечным разломом берега, по которому размыта среди гор довольно широкая долина р. Куркулы.

На южной стороне мыса Котельниковского можно воочию наблюдать продольное расщепление горного подножия. При горизонтальном смещении горного склона на запад от подножия оторвалась Куркулинская гора. В горном разрыве образовалось узкое и короткое ущелье. По нему устремилась в Байкал правая протока, отделившаяся от Куркулы. Левая протока осталась с внешней стороны горы и впадает в Байкал другим устьем.

Котельниковский ключ находится на продолжении к северу Куркулинского приустьевого ущелья. Следует предположить, что выходу на поверхность горячей глубинной воды сильно благоприятствует расщепление земной коры на мысе Котельниковском.

Все остальное протяжение северо-западного побережья Байкала лишено горячих и минеральных источников. Но следует допустить, что глубинная вода может вытекать на дно Байкала, поднимаясь в разных

местах по трещинам вдоль сбросов. Выходами горячей воды на дне озера объясняются проталины в зимнем льду на Байкале близ северо-западного берега. Каждый год некоторые проталины повторяются в одних и тех же местах. Вероятно, здесь поверхностная вода согревается глубинной водой, поднявшейся со дна Байкала.

Следовательно, выходы горячей воды на северо-западном берегу Байкала возможны и кроме Котельниковского источника, но они скрыты на дне озера. Однако в горной прибрежной полосе с западной стороны озера горячих источников совсем нет, а с восточной стороны они существуют. Это Фролихинский, Большереченский, Кулиный, Змеиный и Питательский источники.

И в Верхне-Ангарской долине все три известных здесь минеральных ключа находятся на южной стороне долины, у подножия ее тылового борта. Это — источники Джилиндинский, Котерский и Иркана. На северной стороне долины минеральные источники неизвестны.

В Баргузинской долине пять в большинстве горячих источников — Уринский, Алгинский, Инский, Гаргинский, Сейюнский — расположены вдоль подножия и склона Икатского хребта, т. е. вдоль заднего изгибового борта долины. При этом источники Уринский, Инский, Гаргинский и Сейюнский, т. е. все, кроме Алгинского, отодвинуты от впадины более или менее в глубь гор, где они расположены по речкам в долинах. Температура самого горячего Гаргинского источника 75°. На приуроченность минеральных источников Баргузинского левобережья к горному склону, а не к краю тектонической Баргузинской долины обращал внимание и В. К. Котульский (1913). Наряду с этим четыре источника — Быстринский, Аллинский, Кучихирский (Дыренский), Умхейский — приурочены к подножию фронтального сбросового борта долины. В Аллинском источнике температура достигает 72°. Баргузинская долина представляет исключение по большому количеству минеральных источников, связанных с Обручевским сбросом, его Баргузинской ветвью. Но все же и здесь источников больше на противоположной стороне тектонической впадины в речных долинах, прорезающих ее изгибный склон, или у его подножия.

Источник горячей сульфатно-натриевой воды рядом с дер. Алгой был отмечен В. К. Котульским (1915а). Вода наполняет горько-соленые Алгинские озера с залежью мирабилита, описанные несколькими исследователями: А. В. Николаевым (1929), И. Н. Гладциным (1931), В. В. Ламакиным (1954) и др. Николаев отметил, что глубинная вода вытекает по тектоническому разлому, который назван Душалано-Алгинским сбросом. Амплитуда сброса незначительна. Он направлен к Баргузинской долине. От Алги система коротких трещин главным образом северо-западного простирания прослеживается по многочисленным и обильным выходам подземного газа среди болота на юго-запад к селу Душелан. Выходы газа показывают протяжение разлома вдоль подножия Икатского хребта.

Среди Алгинского болота Николаев описал, кроме того, много «талиц», т. е. мелких луж воды, которые не замерзают зимой. Вода в талицах летом холодная (не выше 3—4°С), очень слабо минерализованная. На дне талиц — черный ил, который местами очень слабо пахнет сероводородом. Кое-где выделяется газ с запахом сероводорода. Наблюдаются и небольшие теплые места среди холодной воды.

В Тункинской долине по линии подножия фронтального сбросового борта находится только один источник «Аршан» с холодной углекислой водой. Здесь Обручевский сброс пересечен разломом, по которому из гор вытекает речка Кынгорга. По Кынгоргинскому поперечному разлому древние террасы речки у горного подножия подверглись небольшому сбросу, вследствие которого их высоты на разных берегах немного различны.

Кынгоргинский разлом продолжается на юг поперек Тункинской долины, но, по-видимому, без вертикальных смещений. Близ дер. Талой среди Тункинской впадины на продолжении этого же разлома находится небольшой, недавно потухший базальтовый вулкан. Он действовал еще в голоцене (Флоренсов и Лоскутова, 1953). И здесь вертикальные смещения земной поверхности неизвестны. Н. А. Логачев (1954) различал в Тункинской долине три фазы кайнозойского вулканизма. Первую он отнес ко времени, последовавшему за отложением миоценовой песчано-глинистой толщи, вторую — к концу плиоцена и третью — к верхнему плейстоцену, назвав ее «предголоценовой». При этом и он допускал, что «своеобразные вулканические постройки у дер. Талой могут относиться к еще более позднему, голоценовому, возрасту».

На противоположной стороне Тункинской долины, у подножия изгибового склона Хамар-Дабана, пробурена Жемчужская скважина с изливашейся минеральной горячей водой и выделением метана. Кроме того, недалеко отсюда давно известен Жемчужский холодный минеральный ключ на протоке р. Жемчуг — Харагуне. В той же Тункинской долине существуют еще Ниловский и Коймарский источники. Они находятся среди долины в удалении от ее бортов. Ниловский источник расположен на р. Ихэ-Угун, врезавшейся в горный отрог.

На южной стороне Хамар-Дабана близ Косогола известен источник Аршан-Хурэ с горячей водой и выделением сероводорода. Он расположен среди пологих гор в 30 км восточнее Косогола, т. е. на стороне тылового борта Косогольской впадины.

Из особенностей расположения минеральных источников в Прибайкалье видно, что они в большинстве связаны с тектоническими разломами. Но большой размах вертикальных смещений по разломам, по-видимому, препятствует образованию источников глубинной воды. Раскрытые щели, проводящие на поверхность воду, более свойственны разломам без значительных сбросов. Весьма благоприятны для излияний глубинной воды места пересечений одних разломов другими. На восточном берегу Байкала особенно благоприятны пересечения изгибового борта Байкальской впадины защербами, возникшими по поперечным разломам вследствие продольного раздвижения берега. Со сдвигами выходы минеральных вод на поверхность сколько-нибудь определенной связи не имеют. Приходится думать, что по сдвигам редко образуются открытые щели. Сдвиговые разломы, как и большие сбросы, вероятно, уплотнены вследствие притирания смещающихся тектонических глыб к тем, которые остаются на месте или отстают в движении. Притирание зависит от давления горных масс и сказывается главным образом в глубинах земной коры.

Глава XXI

О ГЛУБИННОМ ПРОИСХОЖДЕНИИ БАЙКАЛЬСКОЙ НЕФТИ

В Байкальской впадине нефть вытекает в небольших количествах в разных местах из кристаллических пород фундамента. В рыхлых отложениях она не скапливается. Выходы нефти расположены в узкой полосе вдоль юго-восточного берега на дне озера между Селенгинской низменностью и Баргузинским заливом. Ее признаки известны и в дельте Селенги. Полоса выходов проходит над линией наибольших глубин подкорового рва, разрывающего мантию. Выходы приурочены к тому участку глубинного разлома, над которым поверхностная впадина отличается наибольшей шириной и, следовательно, подвержена значительному раздвижению. Полоса нефтепроявлений сопровождает шарнир изгибового борга впадины, где должна быть особенно развита щелеватость горных пород. На северо-западном берегу Байкала нефти нет. Как видно из расположения нефтепроявлений, они связаны с Усть-Селенгинским раздвигом, с продольным береговым сдвигом, проходящим от Селенгинской низменности к Баргузинскому заливу, и с Поперечно-Байкальским поясом разломов в том месте, где он пересекает восточный борт впадины. Все три структуры отличаются сильной сейсмичностью.

Таким образом, выходы нефти приурочены, с одной стороны, к глубинному разлому, а с другой, — к тому месту Байкальской впадины, где сильно и глубоко расщеляется земная кора. По-видимому, сочетание этих двух условий обеспечивает поступление нефти из земных недр к поверхности. Несколько выходов других битумов, кроме нефти, хотя и разбросаны более широко в Байкальской впадине, но все же не выходят за пределы подкорового рва и вместе с тем из полосы сильного раздвижения земной коры.

В связи с этим не лишено исторического значения мнение И. Сиверса, совершившего путешествие по Сибири в 1790—1791 гг., что «горная смола» просачивается из горных пород на дно Байкала в связи с его провальным происхождением.

На северо-восток от Селенгинской дельты к устью р. Сухой протягивается под дном озера флексуобразный уступ тылового борга Байкальской впадины. Уступ имеет ширину 12—15 км. Его описал М. М. Мандельбаум (1959) на основании разведочного бурения и геофизических исследований. Он связывает с уступом полосу нефтепроявлений, известных в этом районе. Щелеватость горных пород, свойственная флексуре, способствует и выходу на поверхность горячей минеральной воды из скважины в пос. Загза. Другой источник минеральной воды — Питателевский — находится на продолжении Усть-Селенгинского поперечного раздвига в глубине побережья.

Близ устья р. Сухой, напротив пади Стволовой, нефть выходит со дна Байкала рядом с берегом. Она сочится из архейских гнейсов, которые сильно трещиноваты. Зимой нефть скапливается в лунках, сделанных во льду; временами она добывалась местным населением. В этом месте берег пересекается небольшим поперечным сбросом, что видно по расположению древних байкальских террас плейстоценового возраста. Северо-восточнее от пади Стволовой террасы отсутствуют, так как берег здесь подвержен опусканию. На юго-запад, начиная от р. Стволовой, террасы появляются на берегу в связи с его поднятием на этом участке и повышаются в своем расположении над Байкалом далее по берегу к устью Сухой. Выход нефти расположен как раз по границе участков с опусканием и поднятием берега.

Месторождение нефти напротив Стволовой специально исследовано бурением. Недавно оно описано В. В. Самсоновым (1963). Он приводит и геологический профиль берега, на котором видно, что месторождение связано со сбросом, обращенным к Байкалу. Сброс разрывает трещиноватые гнейсы, поверх которых залегает третичная толща. Поверхность гнейсов под третичными отложениями разорвана и сброшена на 80—90 м. Бурение показало, что нефть скапливается в одном из пластов третичных пород и, поднимаясь выше, достигает дна озера, используя сбросовый разрыв. Этот сброс является продольным по отношению к берегу. Трещиноватости пород способствует и поперечный сброс в этом месте берега. Выход нефти находится на пересечении этих двух сбросов.

На небольшом расстоянии от Стволовой к северо-востоку против скалы Белый камень нефть выходит со дна Байкала в 200 м от берега. Зимой она плавает на воде в виде пленок довольно жидкой консистенции в лунках, пробитых во льду.

Напротив пади Большая Зеленая близ Толстого мыса на дне Байкала в 2700 м от берега, согласно сообщению В. Г. Пудилло и С. И. Миронова (1958), существует самый большой по площади выход нефти. На поверхности воды нефть образует маслянистую пленку черно-коричневого цвета. Глубина озера равна здесь 250—300 м. Остается неизвестным, из какой породы выделяется нефть. Однако мощного наноса предполагать не приходится. Весь берег сложен кристаллическими породами. Следует поэтому допустить, что и в этом районе нефть поднимается из кристаллического фундамента.

Недалеко отсюда на северо-восток на вершине прибрежной горы Цакир (высота 733 м над Байкалом) находится раскрытая глубокая щель в кристаллических породах, которая издавна известна у местного населения под характерным названием Кромешная. По сохранившемуся преданию, из щели вырывалось временами пламя. Вероятно, загорался метан, выходящий из глубин по трещинам.

Несмотря на явное вытекание байкальской нефти из кристаллического фундамента, ее глубинное происхождение не допускалось большинством исследователей. Возникли разнообразные необоснованные мнения о том, что кристаллический фундамент будто бы надвинут здесь на осадочные отложения, с которыми нефть должна быть связана по происхождению. Возраст таких «нефтеносных» отложений предполагался разный — от палеозойского до четвертичного (Рязанов, 1928; Арсентьев, 1924; Рябухин, 1934а, б, 1935; Самсонов, 1963). Однако разбуривание кристаллических пород до глубины 700 м у пади Стволовой не подтвердило предположений о надвиге. Нефть в незначительных количествах встречалась и в глубине в тех же трещиноватых гнейсах, что и у поверхности. Вместе с тем геофизические исследования не показали признаков залегания осадочных толщ и на больших глубинах под гнейсами.

Г. Е. Рябухин предполагал, что нефтеносными могут быть третичные отложения. Однако их подробное изучение на южном берегу Байкала

показало, что нефти в них нет. Глубокое бурение во многих точках на Селенгинской низменности установило, что нефть содержится в третичных отложениях только в крайне ничтожных количествах и ее образование не связано с осадочной толщей. Четвертичные отложения не обладают большой мощностью, и, вообще, в них невозможно допустить образование нефти. Мезозойские отложения в Байкальской впадине существуют только на двух небольших участках: южнее устья Селенги и близ истока Ангары. Они оставлены юрскими озерами задолго до возникновения Байкальской впадины. Их изучение не дает основания допустить, что они могут быть нефтепроизводящими. Палеозойские отложения во впадине отсутствуют вовсе.

В. А. Успенский и А. И. Горская (1940), рассматривая вопрос о происхождении байкальских битумов на основании их химического изучения, пришли к выводу, что они весьма однородны по составу, а следовательно, и по происхождению. По их мнению, битумы связаны по происхождению с третичной толщей в Байкальской впадине и не похожи на битумы кембрийских отложений Сибири. Они подтвердили, что озокерит существует фактически в трещинах среди гнейсов. В глубине он должен, как они считали, переходить в настоящую жидкую нефть. Успенский и Горская допускали возможность надвига гнейсовой глыбы на осадочные породы и происхождение нефти из них. Однако соображения о нефтеносности третичных отложений и существовании неотектонического надвига в нефтеносной полосе Байкальской впадины были ошибочны. Третичных и четвертичных надвигов в Байкальской впадине вообще нет.

В. Г. Пуцилло и С. И. Миронов (1958) на основании углубленного химического изучения байкальских нефтей и озокеритов пришли к заключению, что нефти Байкала генетически связаны между собой, но озерные озокериты не родственны им. Вместе с тем сравнение по химическим свойствам байкальской нефти с нефтями в отложениях разного возраста из других районов Сибири, а также Монголии убедило названных исследователей, что байкальская нефть отличается своеобразием и стоит особняком.

Химический состав байкальской нефти резко отличается от битума из мезозойских отложений близ Гусиного озера в Забайкалье; они не имеют генетической общности. Совершенно отлична байкальская нефть по своей природе и от нефти из меловых отложений Монголии. Не было найдено сходства байкальской нефти и с нефтью из кембрийских отложений Сибирской платформы. Нефти Якутии (реки Оленек и Толба) близки между собой, но имеют другой характер, чем нефть Байкала. Более других приближается к байкальской нефти по химизму силурпийский битум из района Тубы в Иркутской области, но все же между ними существует большая разница.

Недавно М. М. Мандельбаум (1959) выдвинул гипотезу, что байкальская нефть происходит из «синийских» отложений. Основанием для гипотезы послужили сомнительные находки в нефти растительных спор якобы синийского возраста. При этом Мандельбаум сделал мало вероятное допущение, что «синийские отложения» (так называемый трехчленный байкальский комплекс) распространены не только на западном берегу Байкала, где достигают трехкилометровой мощности, но могут также подстилать «мезо-кайнозойские отложения» Селенгинской депрессии. При этом он оставил без разъяснения вопрос, почему нет признаков нефтеносности этих пород на западном берегу Байкала.

Твердые битумы в Байкальской впадине также связаны с трещинами в кристаллических породах (Ламакин, 1952а, 1954; Бескровный и др., 1958). Альгарит на гранитной скале Два Брата близ пос. Коты на северо-западном берегу Байкала приурочен к участку пересечения Обручевского сброса поперечными разломами. Берег разбит здесь на очень мелкие блоки с

вертикальными смещениями. Сама скала Два Брата сильно трещиновата. Альгарит из открытой трещины натекал на скалу и образовал на ней корочки черного цвета.

Месторождение альгарита на севере Баргузинской долины тоже связано с тектонической трещиной в кристаллическом фундаменте. В той же долине близ дер. Алги у подножия Икатского хребта залегают плиоценовые озерные отложения. В них найден битум, принадлежащий к «нефтяному ряду». Озерные отложения выклиниваются здесь, налегая на подножие Икатского хребта, сложенного гранитом. Возможно, что битум в озерных отложениях образовался из органических остатков, но вернее, что он проник в отложения из трещин в граните.

В. Д. Рязанов (1928), руководивший в 1905—1907 гг. разведкой нефти на Чивыркуйском перешейке, сообщал, что в нескольких скважинах, глубиной максимум до 360 м, встречены четвертичные пески и глины, несколько горизонтов которых богаты углеводородами. Местами из этих горизонтов фонтанировала вода с «песком и грязью с каплями нефти и кусочками озокерита». Были найдены и более значительные признаки нефти. Давно известно, что на берег Баргузинского залива волны выбрасывают «морской воск», или байкерит. Его месторождение находится на дне Байкала близ дер. Максимиха (Пуцилло и Миронов, 1958), т. е. в полосе Поперечно-Байкальского сдвига.

Следует думать, что битум в отложениях Чивыркуйского перешейка и на берегу Баргузинского залива происходит из залегающих здесь же кристаллических пород. Нет никакой причины объяснять, как это делает В. М. Сокольников (1964), нахождение его в Баргузинском заливе тем, что он заносится течением воды с юго-запада из района залива Провал. Названный автор предполагает более или менее постоянное течение, направленное вдоль берега в Баргузинский залив. Однако это неправдоподобно, так как р. Баргузин несет в залив много воды, которая должна отжимать течение с озера, если бы такое и существовало в направлении к заливу.

Битумы распространены в полосе, проходящей через Баргузинский залив к северо-восточной оконечности Баргузинской долины. На юго-западе эта полоса прослеживается к скале Два брата. Она соответствует протяжению подкорового рва. В Тункинской долине на продолжении этой полосы из Жемчужской скважины выделяется метан. Выходы битумов и метана не приурочены строго к осевой линии подкорового рва, а располагаются в несколько более широкой полосе, которая все же ограничивается его бортами. При этом каждый из выходов битумов связан с трещиноватостью кристаллических пород, возникшей вдоль разломов.

Все предлагавшиеся гипотезы происхождения байкальской нефти из осадочных пород оказывались неприемлемыми. Считаясь с тектоническими условиями выходов нефти и твердых битумов, приходится признать, что они происходят из глубоких земных недр, которые рассечены глубинным разломом. Поднятию нефти к поверхности способствует раздвижение подкорового рва и земной коры под Байкальской впадиной. Такое понимание байкальских нефтепроявлений согласуется с представлениями Н. А. Кудрявцева (1963), П. Н. Кропоткина (1955а,б), А. В. Пейве (1956) и других геологов о связи нефтяных месторождений с глубинными разломами.

Приняв во внимание глубинное происхождение байкальской нефти и отсутствие подходящих структур и коллекторов для ее значительных скоплений в рыхлых отложениях, следует прийти к заключению о безнадежности поисков промышленных нефтяных месторождений в Байкальской впадине. Поиски безрезультатно ведутся в течение последних 60 лет, вызывая затраты огромных средств.

Глава XXII

БАЙКАЛЬСКАЯ ВПАДИНА И ОКРУЖАЮЩЕЕ ПРОСТРАНСТВО

Раздвижение Байкальской впадины не может происходить в стабильной раме. Она должна соответственно раздаваться в ширину. Поэтому выяснение горизонтальных неотектонических движений в окружающем пространстве необходимо, чтобы полнее понять происхождение Байкальской структуры. Прежде всего нас должен интересовать вопрос о смещении Сибирской платформы на северо-запад от Байкала.

Отодвигание Сибирской платформы на северо-запад от Байкала приходится допустить, исходя из раздвижения Байкальской впадины в этом направлении. Но смещается ли платформа однообразно на всем обширном пространстве или, что более вероятно, ее перемещение как-то трансформируется по мере удаления от Байкала, этот вопрос в целом остается пока открытым. В отношении горизонтальных составляющих неотектоники платформа специально не изучалась.

Можно лишь предполагать, что горизонтальное смещение платформы происходит более монолитно, чем смещение в соседней Байкало-Саянской горной области, не говоря уже о раздвижении самой Байкальской впадины с огромным разрывом земной коры и мантии. Меньшему значению горизонтальных разрывов в теле платформы соответствует меньший размах вертикальных составляющих ее неотектоники. Однако общая величина перемещения платформы, очевидно, должна как-то соответствовать раздвижению Байкальской впадины.

В связи с вопросом о горизонтальных составляющих неотектонических движений платформы можно сейчас отметить по топографическим данным лишь отдельные черты рельефа в полосе Ангаро-Ленского прогиба. Они интересны тем, что, по-видимому, связаны происхождением с горизонтальными разрывами земной коры, ориентированными в общем поперек горизонтального перемещения платформы.

К ним следует отнести длинные прямолинейные долины северо-восточного простирания, которые уже давно обратили на себя внимание разных исследователей (Павловский и Фролова, 1941, 1955). Не менее, если не более, здесь типичны циркульные долины, которые образуют своим протяжением плавные дуги, открытые в общем к северо-западу. Циркулярные долины большей частью сопровождаются с северо-западной стороны тектоническими обрывами рельефа тоже циркульного протяжения. Дуги обрывов смотрят выпуклостями на юго-восток, навстречу к перемещению платформы. У подножия циркульных обрывов местами протягиваются не долины, а полосы вообще пониженного рельефа с отдельными впадинами. Циркулярные обрывы, как и циркульные долины, могут на разных участках переходить в прямолинейные.

Среди плоскогорного рельефа платформы выделяются обособленные глыбовые возвышенности. Часть из них отличается асимметричной фор-

мой. Наиболее поднятые их верховины расположены рядом с крутыми обрывами на юго-восточной стороне. Противоположные склоны сравнительно пологи и постепенно сливаются с соседней местностью. Верховины возвышенностей над циркульными обрывами также отличаются дугообразным протяжением, и их дуги обращены вогнутыми сторонами тоже на северо-запад.

Неотектонические движения Сибирской платформы как горизонтальные, так и вертикальные обусловили необыкновенно своеобразный и сложный рисунок речной сети. Тектонические долины, прямолинейные и циркульные, используются течением рек и местами значительно преобразуются речной эрозией или аккумуляцией. В разных концах многих тектонических долин реки текут в противоположные стороны. Такие долины являются сквозными. В других случаях образовались встречные долины, пересекаемые большой рекой, которая принимает два встречных притока из обоих концов разъединенной тектонической долины.

Поражает несоответствие направления рек с расположением возвышенностей. Главные водоразделы во многих местах образованы не самыми высокими поднятиями. Лена, а также малые реки ее бассейна — Илга, Ивда, Тутура, Чикан — пересекают в северо-западном направлении большую Верхоленскую возвышенность. Тутура начинается при этом в болотистой низине с юго-востока от возвышенности, где расположено Тутурское озеро. В то же время внутри сквозных долин водоразделы состоят из низких, еле заметных перемычек между верховьями противоположно направленных рек. Довольно большая река Ханда, левый приток Киренги, долго течет на юг параллельно самой Киренге, течение которой, однако, направлено на север. И это несмотря на то, что обе реки разделены расстоянием всего в 50 км. Все такие особенности речной сети несомненно вызваны весьма неравномерными молодыми поднятиями земной коры, происходящими с большой скоростью. Они, вероятно, связаны с горизонтальным смещением платформы.

Примечательна Баяндайская сквозная долина, в которой на разных участках текут Унгура, ее левый приток Холонца и левый приток Куды — Муриш. Длина долины составляет 140 км. В середине ее протяжения между Холонцой и Мурином стоит крупное селение Баяндай. Долина почти прямолинейна, точнее, очень слабо изогнута. При этом вогнутая сторона пологой дуги обращена на северо-запад.

Юго-восточнее Баяндайской долины в пределах Онотской возвышенности находится сквозная циркульная долина Булги и Тамары длиной около 80 км. Ее протяжение изогнуто в виде крутой дуги, вогнутая сторона которой также обращена на северо-запад. Долина обособляет от Онотской возвышенности участок длиной в 50 км северо-восточного простира-ния.

Параллельно Баяндайской долине с северо-западной стороны всего в 25 км проходит Хара-Нурская сквозная долина, отличающаяся совершенной прямой север-восточного простира-ния. По ней текут на северо-восток р. Кырма со своим притоком Тотхоем и на юго-запад — р. Хольше-Гол, впадающая в Куду. На внутреннем водоразделе в долине находится селение Хара-Нур. На северо-востоке долина Кырмы соединяется с долиной нижнего течения Манзурки, которое направлено на север до самой Лены. Обе долины, и Кырмы и Манзурки, вместе составляют циркульное окончание Хара-Нурской долины, обращенное вогнутой стороной на запад. Общая длина всей Хара-Нурской долины с ее окончанием по Манзурке равна 130 км.

Сквозная долина с верхними течениями Куды (приток Ангары) и Илги (приток Лены) протягивается на 150 км в общем с юга на север, образуя довольно плавную дугу с вогнутостью к западу. Она охватывает с востока Байтогскую возвышенность, которая образует южную оконечность

Березового хребта. Верховина Байтогской возвышенности также отличается циркульным протяжением, как и сопутствующая ей сквозная долина. На восток возвышенность круто обрывается к этой долине, а на западе сравнительно полого склоняется в бассейны рек Иды и Осы.

По Идинской циркульной долине протяжением более 100 км течет только одна Ида от верховья до впадения в Ангару. Осинская циркульная долина вытянута на 80 км тоже по одной реке — Осе — от селения Харанхой до впадения в Ангару. Обе эти долины несквозные. Дуги, образуемые течениями Иды и Осы, согласно обращены вогнутыми сторонами на север. Ширина пространства, разделяющего эти долины, равна всего 25 км. Осинская долина асимметрична. С северной стороны она сопровождается высоким обрывом соседней возвышенности, который тоже имеет циркульное протяжение.

Долина Лены между Бирюлькой и Качугом на расстоянии 40 км образует довольно крутую луку, открытую на север. У Качуга в Лену впадает справа Большая Ашга, которая течет в прямолинейной долине с востока-северо-востока. Затем долина сквозным путем переходит через мало заметный водораздел в широкую болотистую впадину, сохраняющую то же восток-северо-восточное простирание. Из нее вытекает речка Джигдакан, приток Шоны. Далее, у своего окончания впадина пересекается с юга на север речкой Колсахай, которая тоже принадлежит бассейну Шоны. Общая длина всей сквозной долины, в которой текут разные реки, равна 100 км.

У Верхоленска Лена прорезает большой циркульный обрыв плоскогорного рельефа, обращенный навстречу ее течения. Обрыв протягивается выпуклой дугой, изогнутой к юго-востоку. Верхоленский обрыв начинается слева от течения Лены над верховьями Ивды и Олеккана, которые расходятся в противоположные стороны по сквозной циркульной долине. Лука, очерченная долиной, своей вогнутой стороной открыта на север. Южнее луки между Илгой и Леной расположена небольшая возвышенность с подобным же дугообразным протяжением, круто изогнутым к югу.

Справа от Лены Верхоленский обрыв продолжается на северо-восток, возвышаясь над обширной болотистой низиной, среди которой находятся озера Акей, Тутурское и Эконор. Затем обрыв плавно заворачивает к северу и далее направляется строго по меридиану с западной стороны долины Ханды, текущей с севера в Киренгу. Долина Ханды отличается тем, что особенно широка на длинном протяжении верхнего течения, а не в низовье. Это, несомненно, связано с неотектоническими движениями.

От верховья Ханды Верхоленский обрыв проходит еще дальше на север до верховья Нии, правого притока Таюры. Вся длина обрыва составляет около 300 км.

Над Верхоленским обрывом протягивается длинная возвышенность, которая полого склонается в противоположную от обрыва сторону, т. е. к северо-западу на юге и к западу на севере. У верховья речки Нюкчи над долиной Ханды верховина Верхоленской возвышенности поднимается на 1464 м абс. высоты. Относительные высоты тектонического обрыва над Хандой достигают 600—700 м. Южнее обрыв понижается. Над озерами Акей и Тутурским его относительная высота не превосходит 300 м. Такой же она остается и западнее Лены. Соответственно с обрывом верховина Верхоленской возвышенности имеет тоже циркульное протяжение.

Киренгский обрыв, обращенный на восток, к Киренге, ограничивает Ичиктинское плато, расположенное между Леной и нижним течением Киренги. Длина обрыва около 100 км. В северной части плато полого прикинута на запад к р. Улькан (приток Лены), близ которого понижено приблизительно на 150 м по сравнению со своей верховиной, воздымающейся над Киренгой. В средней части протяжения верховина сильно прогнута, а с юга опять повышается, но меньше, чем на севере.

Прямолинейные и циркульные долины на Сибирской платформе в той или иной степени разработаны речной эрозией по тектоническим разрывам. Однако большая ширина, несоразмерная с величиной протекающих в них рек, заставляет признать участие в образовании долин вертикальных прогибаний земной коры, происходящих вдоль разрывов. О значении вертикальных тектонических движений по разрывам особенно определенно свидетельствуют поднятые края глыбовых возвышенностей с северо-западных сторон циркульных долин. Циркулярные очертания долин и обрывов по их протяжению наряду с асимметричной формой возвышенностей над ними следует объяснить неравномерностью горизонтального смещения платформы.

По ориентировке циркульные долины и обрывы плоскогорного рельефа над ними в пределах платформы подобны Обручевскому сбросу и дугообразно протянувшейся Байкальской впадине, хотя и отличаются малыми размерами. В циркульных долинах на платформе отражены дуги растяжения и прогибания земной коры. Они образовались по линиям равных напряжений в коре сзади центров наибольшего приложения горизонтально действующих сил, которые неравномерно распределяются в пространстве.

Циркулярные долины на Сибирской платформе по своим размерам более сходны с циркульными долинами западного склона Баргузинского хребта, которые в то же время являются частью сквозными. И здесь дуги речных долин обращены вогнутостью на запад, свидетельствуя о смещениях тектонических глыб в этом направлении и вместе с тем к Байкалу.

Дугообразный рисунок речной сети весьма характерен для западного склона Баргузинского хребта над побережьем Байкала между мысами Понгонье и Кабаний. В глубине побережья, за речкой Ириндой, отделяющей от Баргузинского хребта Понгонский горный отрог, проходит длинная дуга, состоящая из отдельных отрезков речных долин. На севере она начинается р. Куркавкой, левым притоком Шегнанды, затем продолжается по Правому Урбикану и выходит по Нижнему Урбикану к берегу Байкала. Вершина дуги находится в 12 км от берега Байкала. Еще дальше в горах концентрически расположена следующая более широкая дуга, в состав которой входят нижнее течение Кабаньей, ее правый приток Улур и нижнее течение Шегнанды. Расстояние от Байкала до вершины этой дуги равно 25 км. Под самым водораздельным гребнем Баргузинского хребта в 45 км от берега находится вершина дуги, образованной сходящимися вершинами рек Шегнанды и Кабаньей.

Обращает на себя внимание последовательное, в данном случае приблизительно двукратное увеличение расстояний от Байкала до вершин каждой следующей дуги, начиная со сброса, который проходит по р. Иринде в 2—3 км от берега. В фокусе этих дуг находится мыс Понгонье, который в отличие от длинных соседних участков побережья, к северу и югу, подвержен тектоническому опусканию. На западном склоне Баргузинского хребта отчетливо проявляется то свойство тектонических разрывов, что они гуще расположены по мере приближения к Байкалу, к его раздвигающейся котловине.

Тектонические дуги могут указывать направление горизонтальных смещений. Дуги раздвижения обращены вогнутыми сторонами по направлению горизонтальных движений. Разумеется, расположение дугообразных разрывов, как и прямолинейных, находится в существенной зависимости от различий в прочности земной коры, которая изменяется от места к месту.

Этим правилам, между прочим, подчинены и циркульные выемки северо-западного сбросового берега Байкала. Они смотрят вогнутыми сторонами на юго-восток в направлении смещения отдельных тектонических глыб, отколовшихся по сбросу от борта Байкальской впадины и опустившихся на ее дно. В то время как смещение борта в целом происходит к северо-

западу соответственно с ориентировкой всей Байкальской дуги, отдельные глыбы, отколовшиеся от борта, смещаются в прямо противоположном направлении, т. е. на юго-восток.

Показателями направления горизонтальных раздвижений земной коры служат также асимметричные формы тектонических глыб, на которые раскалывается кора. Они запрокинуты по направлению горизонтального смещения и вздыблены ему навстречу.

Одиночно расположенные тектонические дуги, а равно и асимметричные горные глыбы, вероятно, могут образоваться в некоторых случаях и от иных причин. Но там, где такие структуры составляют закономерные комплексы, они являются надежными признаками направлений горизонтальных составляющих неотектоники.

В отличие от дуг раздвижения дуги одностороннего сжатия земной коры, как правило, смотрят выпуклыми сторонами по направлению горизонтальных движений. Такие дуги образуются в результате складчатости или при глыбовых надвигах и в неотектонике Восточной Сибири отсутствуют. Впрочем, цепочка Берговых бугров (Ламакин, 1960), протянувшаяся дугой с внешней стороны Селенгинской дельты, как будто нарушает на первый взгляд это существенное свойство байкальской неотектоники. Выпуклая сторона дуги Берговых бугров смотрит по направлению раздвижения Байкальской впадины. Однако такая особенность цепочки Берговых бугров объясняется тем, что они образованы правитационными складками в мощной толще дельтовых наносов (Ламакин, 1959). Цепочка бугров изогнута согласно горизонтальному сжатию наносов вследствие глубокого прогибания местной Усть-Селенгинской котловины. Сжатие преимущественно направлено от внутреннего угла дельты к ее внешнему краю, где рыхлые отложения отличаются наибольшей мощностью и подвергаются выжиманию с юго-востока на северо-запад к осевой полосе Байкальской впадины.

На Сибирской платформе тектонические черты рельефа ослабевают с удалением от юго-восточного ее угла в северо-западном направлении. Возможно, это зависит от расширения платформы. Горизонтальное смещение земных масс расплывается в широком пространстве, становится более равномерным и не вызывает резких неотектонических проявлений. Допустимо, что и направление горизонтальных движений здесь может значительно отклоняться от северо-западного.

В то же время на далеком севере Сибирской платформы следует отметить довольно ясные признаки северо-западных смещений земной коры. Здесь С. А. Стрелков (1967) обратил внимание на концентрический рисунок рельефа, зависящий от неотектонических движений. Концентрическими очертаниями отличаются Попигайская котловина, часть речных долин на плато Путорана и, наконец, речная сеть между Леной и Анабаром.

Действительно, даже на картах мелкого масштаба видно, что впадина по верхнему течению р. Попигаи и другая, расположенная западнее, между Попигаем и его левым притоком Рассохой, образуют две концентрические дуги, обращенные вогнутыми сторонами на запад. На плато Путорана циркулярными очертаниями отличаются долины в верховьях Курейки, концентрически расположенные с восточной стороны возвышенности Бельдунчан.

Подробнее С. А. Стрелков описывает «концентрический рисунок» рек восточнее Анабара. Некоторые отрезки речных долин, вместе взятые, составляют здесь, как он считает, полные или фрагментарные концентрические окружности или, точнее, эллипсы. «Внутреннее кольцо» образовано участками рек Оленек, Сала, верховьями рек Биректе и другими. «Кольцо» прервано на севере. «Наружное кольцо» очерчивается долиной р. Мерчимден, отрезком Оленека, участками рек Лучакен, Джюкен, Большая Куонайки, Билляхе и Булгуннях-Тух. Диаметр кольца равен приблизительно

300 км. Оно прервано на северо-востоке. Два-три промежуточных кольца намечаются по участкам долин рек Усумун, Меспакхы, Джелинда и др.

По мнению С. А. Стрелкова, «кольцевые долины» на Севере Сибири возникли вследствие тектонических движений, отражающих, по-видимому, «центробежные напряжения», приблизительно в палеогене, в период общего затухания тектоники, который предшествовал собственно неотектоническому периоду ее развития. Однако в районе, изученном С. А. Стрелковым, нет полностью или почти замкнутых «колец», образованных отрезками нескольких речных долин, о которых он пишет. На чертеже речной сети, приложенном к статье Стрелкова, видны только отдельные дуги, образованные указанными им отрезками долин:

1) циркульная долина Оленека вверх по его течению от устья р. Ненеките, продолжающаяся на запад по нижнему течению р. Биректе и по одному из ее левых притоков. Вогнутой стороной дуга обращена на северо-запад;

2) циркульная долина Мерчимдена, обращенная вогнутой стороной на запад;

3) циркульная долина Усумуна (правый приток Анабара). Ее дуга открыта вогнутой стороной к северу;

4) циркульная долина левого верховья Джелинды, обращенная вогнутой стороной к северо-западу.

Поэтому нет оснований подозревать, будто бы «центробежные напряжения» в земной коре повлияли на образование дугообразных отрезков речных долин на севере Сибирской платформы. Вместо «центробежных напряжений» следует допустить раздвижение земной коры в северо-западном направлении как причину циркульных очертаний названных долин. Необходимо вспомнить, что западнее Анабара находится огромный Анабарский массив, в котором архейские породы высоко подняты и залегают на поверхности. Анабарский массив может нарушать монолитность в горизонтальном смещении Сибирской платформы, что, вероятно, повлияло на возникновение ее циркульных разрывов.

Нельзя безоговорочно принять и мнение С. А. Стрелкова о палеогеновом возрасте дугообразных разрывов на Севере Сибири. В определении возраста он исходит из того, что рассмотренные им долины врезаны в верхнемеловые отложения, причем долина Оленека, которая пересекает так называемый Оленекский вал и является antecedентной, будто бы должна была сформироваться до проявления в районе наиболее сильных поднятий, начавшихся с конца миоцена или с начала плиоцена.

Приходится заметить, что вертикальные тектонические поднятия и опускания могут чаще происходить одновременно с горизонтальными смещениями в земной коре. И те и другие связаны с усилением тектонического режима. Поэтому гораздо правдоподобнее отнести горизонтальные смещения с образованием циркульных разрывов восточнее Анабара к неотектоническому этапу развития земной коры. А в связи с этим необязательно предполагать antecedентное происхождение долины Оленека. Не менее допустимо, что эта река устремилась по тектоническому расщелью, которое пересекает поднимающийся вал. Важно, что долины в рассматриваемом районе изогнуты дугами, вогнутые стороны которых смотрят на запад или северо-запад и север. Расположение дуг согласное. По-видимому, долины возникли по разрывам земной коры.

На западе, за Енисеем, признаки северного или северо-западного горизонтального перемещения земной коры существуют на обширном пространстве Западно-Сибирской низменности. К ним относится дуга Обской губы, вогнутая с северо-западной стороны. Бурением и геофизическими исследованиями установлено, что Обская губа имеет в основном тектоническое происхождение. Это — пологий дугообразный прогиб в фундаменте низменности, продолжающийся прогибаться и теперь одновременно с накоплением

поверхностных отложений. Поэтому прогиб сохраняется в современном рельефе в виде широкого эстуария.

По середине Западно-Сибирская низменность пересечена широтным участком течения Оби между устьями Иртыша и Агана. Резко выраженный констративный характер современной поймы Оби позволяет считать, что она течет в углубляющемся тектоническом прогибе. Вверх по течению Агана он дугообразно загибается к северо-востоку и затем через широкий проход в междуречных увалах продолжается по рекам Еты-Пур и Пур далеко на север. Огромная дуга, образованная этим прогибом, обращена вогнутой стороной к северо-западу, где концентрически расположена другая. По ней текут реки Казым, приток Оби, и Надым со своим притоком Хеттой, впадающий в Обскую губу. Следующая дуга состоит из Обской губы. Вообще, циркульные очертания в расположении главных долин и междуречий являются необыкновенно характерным свойством Западно-Сибирской низменности. При этом дуги большей частью расположены концентрически.

На юге Западно-Сибирской равнины, в Кулундинской степи и частью в Барабинской, А. И. Москвитин (1952) обстоятельно описал тектоническое происхождение параллельных узких «лощин» северо-восточного простирания, которые пересекают равнинное междуречье Иртыша и Оби. Лощины составляют довольно густой ряд в широкой полосе степной равнины. По-видимому, они образовались по разрывам в земной коре, которые возникли поперек ее раздвижения в северо-западном направлении.

В связи с тектоническим образованием рельефа Степного Приобья важно отметить землетрясение, случившееся в районе г. Камень-на-Оби 15 февраля 1965 г. (Жалковский, Моисеенко, 1966). Его сила оценивалась в 7—8 баллов. Эпицентр находился немного юго-восточнее города, там, где протягивается северо-западный борт одной из лощин, описанных А. И. Москвитиным, — а именно Суевинской лощины. Сам город стоит на соседнем поднятии, которое Москвитин выделил под названием Каменского горста. Амплитуда вертикального перемещения между поднятием и лощиной превышает 60 м.

Мне приходилось обращать внимание на асимметричные формы Уральского хребта, а также главных возвышенностей на Русской равнине с обрывистыми восточными склонами (Лемакин, 1963б). На Русской равнине это свойство особенно сильно выражено у Приволжской возвышенности. Я связывал эти явления с горизонтальными движениями земной коры в западном направлении. В эту же сторону обращена вогнутостью и Самарская лука.

Наряду с этим еще более интересны большие циркульные участки долин Печоры, Усы и Цильмы, а также и других меньших рек на Печорской равнине. Дуги речных долин состоят из цепочек следующих друг за другом небольших тектонических впадин. Вогнутые стороны дуг смотрят на север. С этой стороны, т. е. внутри дуг, поднимаются местами более или менее обособленные возвышенности — так называемые мусюры. У них более крутые южные склоны, те, которые поднимаются над циркульными долинами. Примером этого может служить Сосьвинский мусюр над Печорой внутри изгиба ее течения у села Щелья-юр. Циркулярный рисунок тектонического рельефа Печорской низменности обусловлен ее сползанием к Северному Ледовитому океану, которое осложняется разрывами.

Еще далее на запад мы видим вогнутую с северо-запада тектоническую дугу раздвижения, которая состоит из горла Белого моря и Канда-лакшского залива. Дуга охватывает Кольский полуостров. На юго-восток от нее расходятся радиальные разломы, по которым образовались Онежская, Двинская и Мезенская губы Белого моря. Разломы продолжают-ся и далее на материк, где вдоль них текут Онега, Северная Двина и Мезень.

Подобную же дугу образует Балтийское море вместе с Ботническим заливом. По Балтийскому циркульному разлому Скандинавский полуостров приподнят над Русской равниной. От Балтийской дуги на восток отходит Финский залив. Он разделяет поднятый к поверхности кристаллический массив Финляндии и его глубоко погребенное под осадочным чехлом продолжение в теле Русской платформы. Восточным продолжением длинной впадины Финского залива служит тектоническая дуга, на протяжении которой расположены впадины Ладожского и Онежского озер. Она вогнута, как и другие дуги, с северо-запада.

Примечательны центробежно направленные разрывы внешних сторон крупных тектонических дуг. Эти разрывы, как и сами дуги, сопровождаются опусканиями земной коры. Они простираются взад от главных направлений раздвижения. В Байкальской впадине это Усть-Селенгинская котловина с раздвигом, который ориентирован поперек протяжения внешней стороны Байкальской дуги. В Обской губе это ее придаток — Тазовская губа; в Балтийском море — Финский залив; в Белом море — его юго-восточные губы. По-видимому, центробежные разрывы внешних сторон циркульных разломов следует считать одним из характерных проявлений раздвижения земной коры.

В Средней Европе раздвижение земной коры в широтном направлении обуславливало развитие системы Рейнских грабенов и других подобных структур. Оно происходило одновременно со сжатием складок в Альпах. Как известно, движение земных масс при образовании альпийских складок было в общем направлено на север. Нет оснований отвергать этот геологический факт, следуя за некоторыми современными авторами, которые придают слишком большое значение наблюдаемым в Альпах признакам различных частных направлений сжатия земной коры. Джеффрис (1960) подсчитал, что поперечное сужение складчатой зоны Альп по меридиану составило 60—70 км. Вероятно, определенная величина превышает действительную, как находят некоторые другие геофизики. Но все же сжатие зоны альпийских складок должно быть значительным. В связи с этим не приходится сомневаться в горизонтальных подвижках и соседних структур.

Таким образом, огромная площадь на севере Азии и Европы, между Яблоновым хребтом и Атлантическим океаном, подвергается горизонтальным смещениям преимущественно в северо-западном направлении. Местами раздвижение материка несколько отклоняется к соседним впадинам, которые привлекают к себе поднятые горные площади. На Западно-Сибирской и Печорской низменностях раздвижение на больших пространствах направлено на север — к впадине Северного Ледовитого океана. Британские острова смещаются прямо на запад — к Атлантической впадине. Отклоняющее влияние на раздвижение оказывают и впадины Северной Монголии. К ним направлены горизонтальные смещения в Хамар-Дабане и Джидинском хребтах.

Главное северо-западное направление горизонтальных смещений рассматриваемой области Азии и Европы выдерживается в очень различных структурах — и на платформах, и в складчатых зонах разного возраста. Это со своей стороны свидетельствует, что такое направление зависит от общеземных сил, каковыми являются повсеместно действующие приливные волны и движение земных масс в связи с выправлением полярной сплюснутости земного шара.

На востоке Забайкалья, за Яблоновым хребтом, раздвижение земной коры, как уже говорилось, происходит в юго-восточном направлении — к Далай-Норской впадине. Далее, у Тихого океана, раздвижение сменяется тектоническим сжатием в молодой складчатой полосе, захватывающей Камчатку и Японию.

Вокруг Тихого океана давно известны мощные тектонические разломы, которые установлены по расположению очагов землетрясений, в том числе

очень глубоких (Бениофф, 1966). Разломы прослеживаются вглубь более чем на 700 км. Они пересекают не только земную кору, но продолжают далеко в верхнюю сферу мантии. Для Тихоокеанских краевых разломов характерно еще и то, что они углубляются в земной шар не вертикально, а с наклоном под соседний материк. Приблизительно до глубин 300 км углы наклонов, отсчитанные от поверхности Земли, составляют 20—40°, но глубже они увеличиваются до 60°.

Тихоокеанские краевые разломы являются глубинными надвигами. По ним материковые массы, влекаемые движениями подстилающей мантии, напозают на океанскую впадину, стремясь сократить гигантскую выемку на земном шаре. Выходя наверх, надвиги разрывают океаническое дно, так что по линиям разрывов образовались глубоководные океанические желоба.

По глубинному надвику Курильская и Японская островные дуги, а также Камчатка вместе с впадинами краевых Азиатских морей — Охотского и Японского — надвигаются на восток в Тихий океан. В то же время материковое побережье, сравнительно удаленное от открытого океана, в меньшей мере привлекается его впадиной и больше подчиняется действию приливных волн, идущих на запад.

Действующие в противоположных направлениях общеземные силы и океанская впадина растягивают земную кору, что приводит к ее опусканием в краевой полосе материка и образованию краевых морей.

В отличие от Азиатского побережья надвигание побережья Центральной и Южной Америки на впадину Тихого океана происходит под влиянием сил, согласно действующих в одном направлении. И приливные волны, и привлекающая сила впадины направлены здесь на запад. Береговые хребты на западе Северной Америки смещаются к северо-западу в Тихий океан по разрыву Сан-Андреас относительно внутренней области материка. Согласно действием горизонтальных сил смещения, вероятно, можно объяснить отсутствие островных дуг и краевых морей на Тихоокеанском побережье Америки.

Раздвигаемые и сжимаемые сегменты с разными направлениями горизонтальных смещений весьма сложно сплетены на земном шаре. Среди этого сплетения Байкальская впадина получила пространство, необходимое для ее расширения. Сибирской платформе было куда подвинуться, чтобы уступить немного места Байкалу.

ЛИТЕРАТУРА

- Анос в В. С. 1964. Некоторые данные о древней речной сети в юго-западном и центральном Прибайкалье.— В кн. «Новые данные по геологии, нефтеносности и полезным ископаемым Иркутской области». М., Изд-во «Недра».
- Антипов Г. И. 1940. Особенности геоморфологии Приольхонья.— В кн. «Недра Восточной Сибири». Сб. статей. под ред. Н. А. Коренева. Иркутск, Изд. Вост.-Сиб. геол. упр.
- Арсентьев А. В. 1922. Прибайкальский угленосный район (ст. Кедровая — ст. Мысовая).— Труды Центр. упр. промышленных разведок, вып. 2.
- Арсентьев А. В. 1924. К вопросу о байкальской нефти.— Материалы по геологии и полезным ископаемым Дальнего Востока, № 30.
- Арсентьев В. П. 1960. Краткий очерк тектоники юго-восточной части Восточного Саяна.— Труды Бурят. компл. науч.-исслед. ин-та СО АН СССР, серия геол.-геогр., вып. 2.
- Арсентьев В. П., Зилов А. Р. 1959. Некоторые новые данные о гранитной интрузии хребта Мунку-Сардык.— Сб. геолого-производственной информации Бурят. геол. упр., № 3.
- Арсеньев А. А. 1937. К геоморфологии Олекмо-Витимской горной страны.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 15, вып. 5.
- Арсеньев А. А. 1938. Северо-Западное Прибайкалье.— Материалы по петрографии кристаллических сланцев и массивно-кристаллических пород бассейна рр. Тын и Кувермы.— Труды ГИН АН СССР, вып. 6, геол. серия (№ 1).
- Арсеньев А. А. 1939. Олекмо-Витимская горная страна.— Изв. АН СССР, серия геогр. и геофиз., № 1.
- Артемьев Б. Н. 1926. Очерк геологического строения и полезных ископаемых Ольхонского края.— Очерки по землеведению Восточной Сибири, вып. 3.
- Атлас землетрясений в СССР. 1962. М., Изд-во АН СССР.
- Афанасьев А. Н. 1960. Водный баланс оз. Байкал.— Труды Байкальской лимнологической станции. 18.
- Афанасьев А. Н., Гречинцев Е. К. 1959. Оценка современных тектонических движений на Байкале по данным наблюдений над его уровнем.— Материалы по геологии Восточной Сибири. Труды Вост.-Сиб. геол. ин-та СО АН СССР, сер. геол., вып. 2, Иркутск.
- Базаров Д. Б., Цырендоржиев Ц. Ц. 1963. О неотектонике южного склона Иволгинской впадины.— В кн. «Вопросы магматизма и тектоники Бурятии».— Труды Бурятск. компл. науч.-исслед. ин-та СО АН СССР, вып. 12, Улан-Удэ.
- Базжин М. С. 1931. К вопросу о составе и строении Лиственничного золотоносного района на берегу оз. Байкал.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 8, вып. 4.
- Бақшев ич Н. И. 1856. Описание реки Иркута от Тунки до впадения в Ангару.— Зап. Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, кн. 1, отд. 1, СПб.
- Бархатова М. П. 1936, 1937. Геоморфологический очерк Лено-Байкальского водораздела по маршруту рек Лена — Тутура — Чикан — Ханда — Киренга — Нижняя и Средняя Ирели — Рель — оз. Байкал.— Труды Ин-та физич. геогр. АН СССР, вып. 23 и 24.
- Бениофф Х. 1966. Движение по крупнейшим разломам.— В кн.: Дрейф континентов. М., Изд-во «Мир».
- Берг Л. С. 1922. Сравнение озер Байкала и Танганьики.— Изв. Географ. ин-та, вып. 3.
- Бескровный Н. С., Мельданская Т. Н., Успенский В. А. 1958. Находки альгаритов в гранитах района оз. Байкал.— Труды Всесоюзн. нефт. науч.-исслед. геол.-развед. ин-та, вып. 126, геол. сб. 3.
- Бончковский В. Ф. 1949. Землетрясения и методы их изучения. М., Изд-во АН СССР.
- Бончковский В. Ф. 1953. Внутреннее строение Земли. М., Изд-во АН СССР.
- Борисенко И. М., Литвиненко В. А. 1966. Питательские термальные воды и перспективы их использования.— В кн. «Геотермические исследования и использование тепла Земли». М., Изд-во «Наука».

- Борисов А. А. 1965. Глубинная структура территории СССР по геофизическим данным.— Автореф. докт. дисс. М.
- Бузиков И. П., Обручев С. В. 1957. Стратиграфия и тектоника докембрия Тункинских гольцов (Восточный Саян).— Материалы по изуч. производит. сил Бурят-Монгольской АССР, вып. 3. Улан-Удэ.
- Бузиков И. П., Крылов И. Н., Митрофанов Ф. П. и др. 1964. Основные черты развития Восточно-Саянской подвижной области.— В кн. «Геология и геохронология докембрия». (Труды Лабор. геол. докембрия, вып. 19). М.— Л., Изд-во АН СССР.
- Булмасов А. П. 1959. Структура земной коры района Байкальской впадины по геофизическим данным.— Труды Иркутск. ун-та, 14, серия геол., вып. 4.
- Булмасов А. П. 1960. Магнитное и гравитационное поля Прибайкалья в связи с его сейсмичностью.— Бюлл. Сов. по сейсмол. АН СССР, № 10.
- Буртман В. С. 1964. Таласо-Ферганский сдвиг (Тянь-Шань).— Труды ГИН АН СССР, вып. 104.
- Введенская А. В. 1961. Особенности напряженного состояния в очагах прибайкальских землетрясений.— Изв. АН СССР, серия геофиз., № 5.
- Введенская А. В., Балакина Л. М. 1960. Методика и результаты определения напряжений, действующих в очагах землетрясений Прибайкалья и Монголии.— Бюлл. Сов. по сейсмол. АН СССР, № 10.
- Верещагин Г. Ю. 1936. Озеро Байкал. Л. Изд. Центр. упр. гидрометеослужбы СССР.
- Верещагин Г. Ю. 1937. Современные движения земной коры в Прибайкалье в связи с вопросом о методе их наблюдения на крупных озерах.— Проблемы физической географии, 4.
- Верещагин Г. Ю. 1940. Происхождение и история Байкала, его фауны и флоры.— Труды Байкальской лимнологической станции АН СССР, т. X.
- Верещагин Г. Ю. 1947. Байкал. (Посмертное издание под ред. Д. Н. Талиева). Иркутск.
- Верещагин Г. Ю. 1949. Байкал. М., Географиз.
- Вознесенский А. В. 1905. Байкальское землетрясение 13 (26) ноября 1903 г. СПб., Изв. Пост. центр. сейсм. комиссии, 2, вып. 1.
- Вознесенский А. В. 1932. Сейсмичность Восточно-Сибирского края и условия капитального строительства.— В кн. «Труды Первого Восточно-Сибирского краевого научно-исследовательского съезда, вып. 1, геол. секция». М.— Иркутск.
- Зойтович В. С. 1964. Новейшие горизонтальные движения по Джунгарскому разлому и их роль в развитии рельефа.— Изв. АН СССР, серия геогр., № 5.
- Волин А. В. 1963. О глыбовом строении современных горных областей.— В кн. «Проблемы планетарной геологии». М., Госгеолтехиздат.
- Воронов П. С. 1959. Тангенциальные напряжения и региональные сдвиговые деформации земной коры на севере Средней Сибири.— Информ. бюлл. Науч.-исс. ин-та геол. Арктики, вып. 17.
- Воронов П. С. 1964. О проблеме структуры Арктического бассейна и о глобальных сдвиговых зонах Земли.— Проблемы Арктики и Антарктики, вып. 18.
- Воропинов В. С. 1961. Гравитационные и дизъюнктивные дислокации в третичных отложениях на дне Байкала вдоль юго-восточного побережья.— Труды Вост.-Сиб. геол. ин-та СО АН СССР, вып. 3.
- Гайский В. Н. 1950. Определение мощности земной коры в районе наблюдающей станции по сейсмограммам далеких землетрясений.— Труды Геофиз. ин-та АН СССР, № 12 (139).
- Галазий Г. И. 1959. К вопросу об условиях роста деревьев на берегах Байкала.— Ботанический журнал, т. XLIV, № 5.
- Гладкий И. Н. 1931. Материалы для изучения Алгинских сульфатных озер Бурят-Монгольской АССР.— Изв. Всесоюз. геол.-развед. объедин., 50, вып. 99.
- Гладкий И. Н. 1938. Геоморфологический очерк Забайкалья.— Труды Ин-та геогр. АН СССР, вып. 29.
- Горшков Г. П. 1949. Землетрясения на территории Советского Союза. М., Географиз.
- Гречищев Е. К. 1957. К оценке современных тектонических движений берегов оз. Байкал.— Труды океанографической комиссии, т. II.
- Гречищев Е. К. 1959. К оценке ботанического метода Г. И. Галазия.— Ботанический журнал, т. XLIV, № 6.
- Гречищев Е. К. 1960. Методы оценки современных тектонических движений на Байкале.— Бюллетень Совета по сейсмологии, № 10.
- Гросвальд М. Г. 1963. Современные и древние оледенения, антропогенный вулканизм и неотектоника Северо-Восточной Тувы и некоторых сопредельных районов Восточного Саяна.— Автореф. канд. дисс. М., Изд-во МГУ.
- Давыдов А. Д. 1906. Туркинский курорт, открытие и важнейшие моменты в истории развития.— В кн. «Труды 2-го Всероссийского съезда деятелей по климатологии, гидрологии и бальнеологии», т. 2. СПб.
- Данилевский Ю. А. 1938. К геоморфологии восточного побережья Байкала от

- устья р. Баргузиня до м. Тонкого и долины Итанцы.— Пробл. физ. географии. АН СССР, вып. 5.
- Данилович В. Н. 1949. Новые данные об ангарском надвиге.— Изв. АН СССР, сер. геол., № 4.
- Данилович В. Н. 1950. Трещинная тектоника и ориентировка движения покрова надвига.— Труды Иркутск. ун-та, 5, серия геол., вып. 1.
- Данилович В. Н. 1960. Некоторые закономерности дизъюнктивной тектоники Юго-Западного Забайкалья.— Материалы по геол. и полезн. ископ. Бурят. АССР, вып. 1 (IV), Улан-Удэ.
- Даниловский И. В. 1939. Новейшая история р. Бугульдейки.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 17, вып. 6.
- Денъгин Ю. П. 1956. Геология западной части варисского подвижного пояса Юго-Восточного Забайкалья.— Сб. научн.-техн. информ. Мин-ва геол. и охраны недр СССР, № 3.
- Дикси Ф. 1959. Великие африканские разломы. Пер. с англ. М., ИЛ.
- Джефрис Г. 1960. Земля, ее происхождение, история и строение. М., ИЛ.
- Докембрий Восточного Саяна. Под ред. С. В. Обручева. 1964.— Труды Лабор. геол. докембрия АН СССР, вып. 18.
- Домбровский В. В. 1940. Геология Байкало-Патомского нагорья.— Труды Вост.-Сиб. геол. упр., вып. 26.
- Доржиев В. С. 1967. О разломах северо-западного и субмеридионального направления юго-западного Забайкалья.— Вопросы геологии Прибайкалья и Забайкалья вып. 2 (4). Чита.
- Дриженко Ф. К. 1908. 1. Лоция и физико-географический очерк озера Байкала. Издание Главного гидрографического управления под ред. Ф. К. Дриженко. 2. Атлас озера Байкал. Составлен Гидрографической экспедицией под начальством полковника Дриженко. СПб., Главное гидрографическое управление.
- Думитрашко Н. В. 1939а. Геоморфологический очерк Верхне-Ангарской котловины.— Труды Ин-та геогр. АН СССР, вып. 31.
- Думитрашко Н. В. 1939б. Геоморфология Прибайкалья.— Труды Сов. секции Междунар. ассоц. по изуч. четвертичн. периода, вып. 4.
- Думитрашко Н. В. 1948. Основные вопросы геоморфологии и палеогеографии Байкальской горной области.— Труды Ин-та геогр. АН СССР, 42.
- Думитрашко Н. В. 1952а. Геоморфология и палеогеография Байкальской горной области.— Труды Ин-та геогр. АН СССР, 55.
- Думитрашко Н. В. 1952б. История Байкальской впадины и ее развитие в четвертичном периоде.— Материалы по четверт. периоду СССР, вып. 9.
- Думитрашко Н. В., Мартинсон Г. Г. 1940. Результаты изучения спонгиофауны террас Прибайкалья.— Изв. АН СССР, серия геол., № 5.
- Дыбовский Б., Годлевский В. 1877. Отчет о занятиях в 1876 г. Иркутск, Изв. Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 8, № 3—4.
- Дыбовский Б., Годлевский В. 1897. Физико-географические исследования на Байкале в 1869—1876 годах.— Труды Вост.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, № 1. Байкальский сб., вып. 1, Иркутск.
- Елезов Ф. В. 1870. Озеро Фролиха. (Реферат).— В кн. «Отчет о действиях Сибирского отдела Русского географического общества за 1869 г.». СПб.
- Ескин А. С. 1957. К геологии Ушканьих островов озера Байкал.— Докл. АН СССР, 112, № 3.
- Ескин А. С., Пальшин Г. Б., Гречищев Е. К. и Галазий Г. И. 1959. Геология и некоторые вопросы неотектоники Ушканьих островов на Байкале. Материалы по геологии Восточной Сибири.— Труды Вост.-Сиб. геол. ин-та СО АН СССР, сер. геол., вып. 2, Иркутск.
- Жалковский Н. Д., Моисеенко Ф. С. 1966. Землетрясения в Западной Сибири.— «Природа», № 3.
- Жарков М. А., Кузнецов Г. А. 1964. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности центральной части Ангаро-Ленского краевого прогиба.— В кн. «Новые данные по геологии, нефтеносности и полезным ископаемым Иркутской области». М., Изд-во «Недра».
- Живая тектоника, вулканы и сейсмичность Станового нагорья. 1966. М., Изд-во «Наука».
- Зайцев Н. С. 1954. О тектонике южной части Сибирской платформы.— В кн. «Вопросы геологии Азии», т. I, М.— Л., Изд-во АН СССР.
- Замараев С. М., Самсонов В. В. 1959. Геологическое строение и нефтегазоносность Селенгинской депрессии.— В кн. «Геология и нефтегазоносность Восточной Сибири». М., Гостоптехиздат.
- Землетрясения в СССР. 1961, М., Изд-во АН СССР.
- Землетрясения в СССР в 1962 г. 1964, М., Изд-во «Наука».
- Землетрясения в СССР в 1963 г. 1965, М., Изд-во «Наука».
- Золотарев А. Г. 1958. К геоморфологии юго-западного побережья Байкала в районе пос. Коты.— Материалы по геол. Вост. Сибири, сер. геол., вып. 8.
- Зонов Б. В. 1941. Эволюция береговой линии Байкала в районе дельты р. Голчустной.— Труды Вост.-Сиб. ун-та, 2, вып. 2.

- Зорин Л. В. 1956. Формирование дельты Селенги и образование залива Провал.— Ученые зап. Моск. ун-та, вып. 182.
- Иванов А. X. 1953. Восточное Прикоσόголье. Географическое и геологическое описание.— Труды Монгольской комиссии АН СССР, вып. 3.
- Казенкина Г. А. 1961. Вещественный состав донных отложений залива Провал и особенности осадконакопления.— Геол. и геофиз. № 3.
- Казенкина Г. А., Ладохин Н. П. 1961. Геоморфология и донные отложения залива Провал.— Труды Вост.-Сиб. геол. ин-та СО АН СССР, вып. 3.
- Казенкина Г. А., Ладохин Н. П. 1963. О вертикальном распределении современных осадков Посольского залива на Байкале.— Докл. АН СССР, 151, № 1.
- Калицкий К. П. 1921. Байкальская нефть.— Нефть и сланц. хоз-во, 2, № 1—4.
- Карпюнский А. П. 1888. О правильности в очертаниях, распределении и строении континентов.— Горный журнал, 1, № 2.
- Каэн Л. 1958. Геология Бельгийского Конго. Перевод с французского М. Е. Раабен под редакцией и с предисловием Ю. М. Шейнманна. М., ИЛ.
- Кельберг П. А. 1865. Сообщение об осмотре провалившейся Саганской степи и сведениях о землетрясении, собранных по дороге от Селенгинска до Байкала.— Зап. Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, кн. 8, отд. 3.
- Кельберг П. А. 1868. Сведение о гремчей Кударинской горе.— В кн. «Отчет о действиях Сибирского отдела Русского географического общества за 1867 год». Прилож. 8, СПб (находится в библиотеке АН СССР в Ленинграде).
- Кеннеди В. 1963. Разлом Грейт-Глен.— В кн. «Проблемы перемещения материков». М., ИЛ.
- Кинг Ф. Б. 1961. Геологическое развитие Северной Америки. Пер. с англ. М., ИЛ.
- Кожов М. М. 1947. Животный мир Байкала.— Иркутск. обл. изд-во.
- Комаров В. Л. 1905. Поездка в Тункинский край и на озеро Косогол в 1902 г.— Изв. Русск. геогр. об-ва, 41, вып. 1.
- Короткий М. Ф. 1912. Баргузинские степи.— В кн. «Предварительный отчет об организации и исполнении работ по исследованию почв Азиатской России в 1911 году». СПб., Изд. Переселенческого управления.
- Короткий М. Ф. 1916. Экспедиция на р. Мую.— В кн. «Предварительный отчет об организации и исполнении работ по исследованию почв Азиатской России в 1914 году». Пг., Изд-во Переселенческого управления.
- Котульский В. К. 1913. Геологические исследования в северо-западной части Баргузинского округа в 1911 г.— В кн. «Геологические исследования в золотоносных областях Сибири. Ленский золотоносный район, вып. 9». СПб.
- Котульский В. К. 1915а. Маршрутные исследования в Баргузинском округе в 1912 г. Предварительный отчет.— В кн. «Геологические исследования в золотоносных областях Сибири. Ленский золотоносный район, вып. 11». Пг.
- Котульский В. К. 1915б. Маршрутные исследования в Баргузинском округе в 1913 г.— В кн. «Геологические исследования в золотоносных областях Сибири. Ленский золотоносный район, вып. 11». Пг.
- Котульский В. К. 1917. Источники Северного Забайкалья.— Минеральные воды. Естеств. производ. силы России, 4, вып. 40. Пг.
- Кропоткин П. А. 1867. Поездка в Окинский караул.— Зап. Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, кн. 9 и 10.
- Кропоткин П. А. 1875. Общий очерк орографии Восточной Сибири.— Зап. Русск. геогр. об-ва по общей географии, 5.
- Кропоткин П. Н. 1955а. Проблема происхождения нефти.— Сов. геология, сб. 47.
- Кропоткин П. Н. 1955б. Происхождение углеводородов земной коры.— В кн. «Материалы дискуссии по проблеме происхождения и миграции нефти». Киев, Изд-во АН УССР.
- Кропоткин П. Н., Люстих Е. Н. и Повало-Швейковская Н. Н. 1958. Аномалии силы тяжести на материках и океанах и их значение для геотектоники. (Очерк по гравиметрии зарубежных стран). Отв. ред. В. А. Магницкий. М., Изд-во МГУ.
- Кудрявцев Н. А. 1963. Глубинные разломы и нефтяные месторождения.— Труды Всесоюз. нефт. научн.-исслед. геол.-развед. ин-та, вып. 215.
- Ладохин Н. П. 1957а. О рельефе дна южной части озера Байкал.— Изв. АН СССР, сер. геогр., № 4.
- Ладохин Н. П. 1957б. Подводные долины (каньоны) в юго-восточной части Байкала.— Материалы по изуч. производ. сил Бурят-Монгольской АССР, вып. 3.
- Ладохин Н. П. 1958. К геоморфологии байкальского шельфа.— Изв. Сиб. отд. АН СССР, № 1.
- Ладохин Н. П. 1960а. Современные тектонические движения в заливе Провал и методика их изучения.— Изв. АН СССР, сер. геогр., № 1.
- Ладохин Н. П. 1960б. Новые данные повторной нивелировки засечек Черского на берегах Байкала. (К изучению явлений современной тектонической подвижности берегов озера).— Труды Вост.-Сиб. геол. ин-та СО АН СССР, серия геол., вып. 2.
- Ладохин Н. П., Гречищев Е. К. 1961. Результаты изучения современных тектонических движений берегов оз. Байкал.— Труды Вост.-Сиб. геол. ин-та СО АН СССР, вып. 3.

- Ламакин В. В. 1935. Прошлое рельефообразование в Тункинском Прибайкалье.— Землеведение, 37, вып. 1.
- Ламакин В. В. 1950. Геологические и климатические факторы эволюции органического мира в Байкале.— Бюлл. Комис. по изуч. четверт. периода, № 15.
- Ламакин В. В. 1951. О докембрии Ушканьих островов на Байкале.— Докл. АН СССР, 79, № 6.
- Ламакин В. В. 1952а. Об открытии третичных отложений в Баргузинской долине.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 27, вып. 2.
- Ламакин В. В. 1952б. Ушканьи острова и проблема происхождения Байкала. М., Географгиз.
- Ламакин В. В. 1954. Подножие Икатского хребта.— Труды Байкальской лимнологической станции, 14.
- Ламакин В. В. 1955а. Обручевский сброс в Байкальской впадине.— В кн. «Вопросы геологии Азии», т. 2. М., Изд-во АН СССР.
- Ламакин В. В. 1955б. Ушканьи острова на Байкале.— Природа, № 9.
- Ламакин В. В. 1956. Подвижность берегов Байкала.— Изв. Всесоюз. геогр. об-ва, 88, № 3.
- Ламакин В. В. 1957. О развитии Байкала в четвертичном периоде.— Труды Комис. по изуч. четверт. периода, 13.
- Ламакин В. В. 1958. Танхойский берег Байкала.— Геогр. сб., № 10. Л.
- Ламакин В. В. 1959а. О стратиграфическом расчленении четвертичной системы в береговой полосе Байкала.— Труды ГИН АН СССР, вып. 32.
- Ламакин В. В. 1959б. Об условиях роста деревьев вдоль береговой линии Байкала.— Ботан. журн., 44.
- Ламакин В. В. 1959в. Признаки гравитационных складок в Селенгинской дельте.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 34, вып. 3.
- Ламакин В. В. 1960а. Байкал в четвертичном периоде.— В кн. «Доклады на ежегодных чтениях памяти Л. С. Берга. IV—VII (1956—1959)». М.—Л., Изд-во АН СССР.
- Ламакин В. В. 1960б. Микропульсации земной коры в районе Байкала.— Докл. АН СССР, 135, № 4.
- Ламакин В. В. 1960в. Тектонические условия байкальских землетрясений и вопрос предвидения их очагов.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 35, вып. 3.
- Ламакин В. В. 1960 г. К геологической истории Прибайкальского пенеплена.— Бюлл. Комиссии по изуч. четверт. периода, № 24.
- Ламакин В. В. 1961а. К стратиграфии четвертичных отложений и истории растительности в Байкальской впадине.— В кн. «Материалы Совещания по изучению четвертичного периода», т. 3. М., Изд-во АН СССР.
- Ламакин В. В. 1961б. Четвертичная геология Байкальской впадины и ее горного обрамления.— В кн. «Вопросы геологии антропогена». М., Изд-во АН СССР.
- Ламакин В. В. 1962а. Географические особенности в составе растительной пыльцы из плейстоценовых отложений на берегах Байкала.— Докл. АН СССР, 145, № 4.
- Ламакин В. В. 1962б. Микропульсации земной коры.— Природа, № 7.
- Ламакин В. В. 1962в. О возможном значении замедления земного вращения в происхождении Байкальской впадины.— IV Совещание по проблемам астрогеологии. Тезисы докладов. Л., Изд. Геогр. об-ва СССР (Ротапринт).
- Ламакин В. В. 1962г. О стратиграфических и географических изменениях состава растительной пыльцы в четвертичных отложениях Ольхонского края.— Бюлл. МОИП, отд. биол., 67, вып. 4.
- Ламакин В. В. 1963а. Ледниковые отложения в береговой полосе Байкала.— Труды Комис. по изуч. четверт. периода, вып. 21.
- Ламакин В. В. 1963б. Обручевский сброс и Восточно-Байкальские долины Черского.— В кн. «Очерки по истории геологических знаний», вып. 12. М., Изд-во АН СССР.
- Ламакин В. В. 1963в. Обручевский сброс на Байкале и Байкало-Селенгинский сдвиг.— В кн. «Идеи академика В. А. Обручева о геологическом строении Северной и Центральной Азии и их дальнейшее развитие». М.—Л., Изд-во АН СССР.
- Ламакин В. В. 1964а. К истории изучения байкальской нерпы.— Бюлл. МОИП, отд. биол., 69, вып. 3.
- Ламакин В. В. 1964б. О горизонтальных составляющих неотектоники Байкальской впадины.— В кн. «Проблемы неотектоники». М., Изд. Геоморфологической комиссии АН СССР.
- Ламакин В. В. 1965а. Микропульсации земной коры и вопросы их изучения.— В кн. «Современные движения земной коры», № 2. Тарту. Изд-во АН ЭстССР.
- Ламакин В. В. 1965б. По берегам и островам Байкала. М., Изд-во «Наука».
- Ламакин В. В. 1966а. Байкальские землетрясения и лунно-солнечные приливы.— Природа, № 9.
- Ламакин В. В. 1966б. Периодичность байкальских землетрясений.— Докл. АН СССР, 170, № 2.
- Ламакин В. В. 1966в. Неотектоника Байкальской впадины. Автореф. докт. дисс. М., Изд. ГИН АН СССР.

- Ламакины В. В. и Н. В. 1930. Саяно-Джидинское нагорье. (По исследованиям 1928 г.).— Землеведение, 32, вып. 1—2.
- Леонтьев О. К., Айбулатов Н. А. 1956. Новые данные о заливе Провал.— Природа, № 6.
- Логачев Н. А. 1954. Кайнозойский вулканизм Тунгинской впадины.— Материалы по изуч. производ. сил Бурят-Монгольской АССР, вып. 1. Улан-Удэ.
- Логачев Н. А. 1958. Кайнозойские континентальные отложения впадин байкальского типа.— Изв. АН СССР, сер. геол., № 4.
- Логачев Н. А., Ломоносова Т. К., Климанова В. М. 1964. Кайнозойские отложения Иркутского амфитеатра. М., Изд-во «Наука».
- Логачев Н. А., Попова С. М. 1965. Еще раз о находке морских моллюсков в третичных отложениях Прибайкалья.— Изв. АН СССР, серия геол., № 8.
- Лодочников В. Н. 1936. Серпентиниты и серпентиниты Ильчирские и другие и петрологические вопросы, с ними связанные.— Труды Центр. научн.-иссл. геол.-развед. ин-та, вып. 38.
- Лодочников В. Н. 1938. О базальтах Юго-Западного Прибайкалья.— Сов. геология, № 5.
- Лодочников В. Н. 1941. Петрология Ильчирско-Мондинского района. Иркутск, Изд. Вост.-Сиб. геол. упр.
- Лопатин И. А. 1895. Дневник Витимской экспедиции 1865 года, обработанный Б. К. Поленовым.— Зап. Русск. геогр. об-ва по общей геогр., 28, № 1.
- Лурье М. М. 1954. Кайнозойские базальты Восточного Саяна.— В кн. «Вопросы геологии Азии», т. I. М., Изд-во АН СССР.
- Лут Б. Ф. 1961а. Новые данные о рельефе дна Южного и Среднего Байкала.— Изв. АН СССР, серия геогр., № 4.
- Лут Б. Ф. 1961б. О рельефе дна оз. Байкал.— Труды 7-го Байкальского научного координационного совещания по изучению берегов водохранилищ, т. I. М.
- Лут Б. Ф. 1961в. О структуре центральной части котловины озера Байкал.— Докл. АН СССР, 140, № 1.
- Лут Б. Ф. 1964. Геоморфология дна Байкала.— В кн. «Геоморфология дна Байкала и его берегов». М., Изд-во «Наука».
- Львов А. В. 1924. Из геологического прошлого средней части долины реки Иркут в пределах от Тунгинской котловины до Зыркузунского хребта.— Изв. Вост.-Сиб. отдела Русск. геогр. об-ва, т. XLVI, вып. 3.
- Львов А. В. 1930. О геологических исследованиях в Тунгинских и Китойских Альпах.— Сов. Азия, № 3—4 и 5—6.
- Львов А. В., Кропачев Г. К. 1909. Краткий отчет о результатах исследования Аршана, произведенного по поручению Восточно-Сибирского отдела Русского географического общества.— Изв. Вост.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 40.
- Мандельбаум М. М. 1959. Тектоника Селенгинской депрессии и проблема байкальской нефти.— Материалы по геол. и полезн. ископ. Вост. Сибири, вып. 5 (26).
- Маслов В. П. 1947. Геология верховьев рек Лены и Киренги.— Труды Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 85, геол. серия (№ 24).
- Маслов В. П., Лавров М. М. 1933. Материалы к геологии истока р. Ангары.— Труды Всесоюз. геол.-развед. объедин., вып. 298.
- Мерклин Р. Л. 1964. К вопросу о находке морских моллюсков в третичных отложениях Прибайкалья.— Изв. АН СССР, серия геол., № 4.
- Минеральные воды южной части Восточной Сибири, т. 1—2. 1961—1962. М.— Л., Изд-во АН СССР.
- Михно П. С. 1905. Путевой дневник Косогольской экскурсии.— Труды Троицкосавско-Кяхтинского отд. Приамурск. отд. Русск. геогр. об-ва, 8, вып. 3.
- Молчанов И. А. 1934. Восточный Саян.— Очерки по геол. Сибири, вып. 6.
- Москвитин А. И. 1952. Происхождение рельефа Степного Приобья.— Изв. АН СССР, серия геол., № 2.
- Мушкетов И. В. 1890. Землетрясения, их характер и способы наблюдения. СПб., Изд. Русск. геогр. об-ва.
- Мушкетов И. В. 1904. Наиболее выгодное направление Кругобайкальской железной дороги с геологической точки зрения.— В кн. «Геологические исследования вдоль линии Кругобайкальской железной дороги, произведенные под руководством проф. И. В. Мушкетова», вып. 1. СПб.
- Мушкетов И. В., Орлов А. П. 1893. Каталог землетрясений Российской империи.— Зап. Русск. геогр. об-ва, 26.
- Мякокин В. С. 1959а. О роли вертикальных движений в развитии берегов Байкала.— Вопр. географии, сб. 46.
- Мякокин В. С. 1959б. К вопросу о вертикальных движениях берегов оз. Байкал.— Труды Океанографической комиссии, т. IV, 4.
- Николаев А. В. 1929. Источники Баргузина и их минеральные образования.— Труды Мин. музея АН СССР, 3.
- Обручев В. А. 1890. Геологические исследования в Иркутской губернии в 1889 г. Геологический очерк окрестностей минеральных вод Ниловой пустыни.— Изв. Вост.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 21, № 5.

- Обручев В. А. 1897. Экскурсия в золотоносный район Западного Прибайкалья по рекам Сарме и Илнкте.— Изв. Вост.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 28, № 1.
- Обручев В. А. 1905. Орографический и геологический очерк Юго-Западного Забайкалья (Селенгинской Даурии).— Отчет об исследовании 1895—1898 гг., ч. 2. Описание обнажений. СПб., Изд. Геол. комитета.
- Обручев В. А. 1914. Орографический и геологический очерк Юго-Западного Забайкалья (Селенгинской Даурии).— Отчет об исследованиях 1895—1898 гг., ч. 1. Обзор литературы, орография, горные породы, орология и полезные ископаемые. СПб., Изд. Геол. комитета.
- Обручев В. А. 1915. К недавнему прошлому оз. Байкала.— Геол. вестник, 1, № 4.
- Обручев В. А. 1922. Юные движения на древнем темени Азии.— Природа, № 8—9.
- Обручев В. А. 1927. Геологический обзор Сибири. М., Госиздат.
- Обручев В. А. 1929. Селенгинская Даурия. Орографический и геологический очерк. Л., Изд. Троицкосавского отд. Гос. геогр. об-ва.
- Обручев В. А. 1931. История геологического исследования Сибири. Период первый. Л., Изд-во АН СССР.
- Обручев В. А. 1932а. Геологический очерк Прибайкалья и Ленского района. Л., Изд-во АН СССР.
- Обручев В. А. 1932б. Древнее темя или каледонская складчатая зона? — В кн. «Труды Первого Восточно-Сибирского краевого научно-исследовательского съезда», вып. 1. М.— Иркутск, ОГИЗ.
- Обручев В. А. 1933. История геологического исследования Сибири. Период второй. Л., Изд-во АН СССР.
- Обручев В. А. 1935. Геология Сибири, т. I. Докембрий и древний палеозой. М.— Л., Изд-во АН СССР.
- Обручев В. А. 1936а. Геология Сибири, т. II. Средний и верхний палеозой. М.— Л., Изд-во АН СССР.
- Обручев В. А. 1936б. Молодость рельефа Сибири.— В кн. «Академику В. И. Вернадскому к 50-летию научной и педагогической деятельности», т. 2. М., Изд-во АН СССР.
- Обручев В. А. 1938. Геология Сибири, т. III. Мезозой и кайнозой. М.— Л., Изд-во АН СССР.
- Обручев В. А. 1940. Пульсационная гипотеза геотектоники.— Изв. АН СССР, серия геол., № 1.
- Обручев В. А. 1947. Роль и значение молодых глыбовых движений в создании рельефа и месторождений редких металлов Сибири.— В кн. «Юбилейный сборник, посвященный тридцатилетию Великой Октябрьской социалистической революции», Академия Наук СССР, ч. 2. М.— Л., Изд-во АН СССР.
- Обручев В. А. 1948а. Мои путешествия по Сибири. М.— Л., Изд-во АН СССР.
- Обручев В. А. 1948б. Основные черты кинетики и пластики неотектоники.— Изв. АН СССР, серия геол., № 5.
- Обручев В. А. 1952. Рецензия. «Труды Иркутского государственного университета, т. 5, серия геологическая, 1950, вып. 1; 1951, вып. 2».— Изв. АН СССР, серия геол., № 5.
- Обручев В. А. 1953. Новое в проблеме происхождения Байкала. (Рецензия).— Природа, № 3.
- Обручев В. А. 1954. Рецензия. «В. В. Ламакин. Ушканьи острова и проблема происхождения Байкала. Под ред. и с дополн. акад. В. Н. Сукачева, 1952».— Изв. АН СССР, серия геол., № 1.
- Обручев С. В. 1942. Основные черты тектоники и стратиграфии Восточного Саяна.— Изв. АН СССР, серия геол., № 5—6.
- Обручев С. В. 1946. Орография и геоморфология восточной половины Восточного Саяна.— Изв. Всесоюзн. геогр. об-ва, 78, № 5—6.
- Обручев С. В. 1949. Тектоника западной части Саяно-Байкальской каледонской складчатой зоны.— Докл. АН СССР, 68, № 5.
- Обручев С. В. 1950а. Минеральный источник «Нилова пустынь».— Труды Иркутск. гос. ун-та, 3, серия геол., вып. 3.
- Обручев С. В. 1950б. Молодые движения и излияния базальтов Саяно-Тувинского нагорья.— Землеведение, 3 (43).
- Обручев С. В. 1953. Восточная часть Саяно-Тувинского нагорья в четвертичное время.— Изв. Всесоюзн. геогр. об-ва, 85, № 5.
- Обручев С. В., Великославинский Д. А. 1953. Докембрий западного побережья Байкала.— Труды Лабор. геол. докембрия АН СССР, вып. 2.
- Обручев С. В., Бузиков И. П., Никитина Л. П. и др. 1964. Схематическая геологическая карта юго-восточной части Восточного Саяна и западной части Хамар-Дабана.— В кн. «Докембрий Восточного Саяна» (Труды Лабор. геол. докембрия, вып. 18). Приложение № 1. М.— Л., Изд-во АН СССР.
- Оленев А. М. 1953. Некоторые новые данные о рельефе Северо-Западного Забайкалья.— Изв. Всесоюзн. геогр. об-ва, 85, № 5.

- Олюнин В. Н. 1963. Основные особенности геоморфологического строения Хамар-Дабана и южного побережья Байкала.— Зап. Забайкальск. отд. Геогр. об-ва СССР, вып. 22.
- Олюнин В. Н. 1965. Неотектоника и оледенение Восточного Саяна. М., Изд-во «Наука».
- Павлов О. В. 1961. Некоторые детали строения Ангарского надвига.— В кн. «Проблемы тектоники. Сб. статей». М., Госгеолтехиздат.
- Павловский Е. В. 1937. Впадина озера Байкал.— Изв. АН СССР, сер. геол., № 2.
- Павловский Е. В. 1938. Краткий очерк геологической истории Западного Прибайкалья.— В кн. «Академику В. А. Обручеву к 50-летию научной и педагогической деятельности, Академия Наук СССР, т. 1». М.—Л., Изд-во АН СССР.
- Павловский Е. В. 1939. Впадина озера Байкал.— В кн. «Труды XVII сессии Международного геологического конгресса, т. 2». М., ОНТИ.
- Павловский Е. В. 1941. Проблема происхождения впадины озера Байкал.— Природа, № 3—4.
- Павловский Е. В. 1948а. Геологическая история и геологическая структура Байкальской горной области.— Труды Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 99, геол. сер. (№ 31).
- Павловский Е. В. 1948б. Сравнительная тектоника мезозойских структур Восточной Сибири и великого рифта Африки и Аравии.— Изв. АН СССР, серия геол., № 5.
- Павловский Е. В. 1953. О некоторых общих закономерностях развития земной коры.— Изв. АН СССР, серия геол., № 5.
- Павловский Е. В. 1956. Тектоника Саяно-Байкальского нагорья.— Изв. АН СССР, серия геол., № 10.
- Павловский Е. В., Цветков А. И. 1934. Южная окраина Олекмо-Витимского нагорья. Геолого-петрографический очерк по маршрутам 1932 г.— Труды Геол. ин-та АН СССР, 4.
- Павловский Е. В., Цветков А. И. 1936. Северо-западное Прибайкалье. Геолого-петрографический очерк района Елохина мыса.— Труды Сов. по изуч. производ. сил АН СССР, серия сибирск., вып. 22.
- Павловский Е. В. и Фролова Н. В. 1941. Древние долины Лено-Ангаро-Байкальского водораздела.— Бюлл. МОИП, отд. геол., вып. 1—2.
- Павловский Е. В., Флоренсов Н. А. 1951. Краткий очерк геологического развития Восточной Сибири.— Труды Иркутск. гос. ун-та, 5, вып. 2.
- Павловский Е. В. и Фролова Н. В. 1955. Геологический очерк Лено-Ангаро-Байкальского водораздела.— Очерки по геологии Сибири, вып. 48.
- Паллас П. С. 1788. Путешествие по разным провинциям Российского государства, ч. 3, половина первая 1772 и 1773 годов. Перевел Василий Зуев. СПб. Издание Академии наук.
- Пальшин Г. Б. 1955. Кайнозойские отложения и оползни юго-восточного побережья оз. Байкал. М., Изд-во АН СССР, 1955.
- Пальшин Г. Б. 1959. К вопросу о распространении террас на оз. Байкал.— Труды Вост.-Сиб. фил. АН СССР, серия геол., вып. 10.
- Пейве А. В. 1956. Связь осадконакопления, складчатости, магматизма и минеральных месторождений с глубинными разломами.— Изв. АН СССР, серия геол., № 3.
- Пейве А. В. 1960. Разломы и их роль в строении и развитии земной коры.— В кн.: «Доклады советских геологов на XXI сессии Международного геологического конгресса. Проблема 18. Структура земной коры и деформации горных пород». М., Изд-во «Наука».
- Пейве А. В. 1961. Тектоника и магматизм.— Изв. АН СССР, серия геол., № 3.
- Пейве А. В. 1965. Горизонтальные движения земной коры и принцип унаследованности.— Геотектоника, № 1.
- Попов П. И. 1864. Нилова Пустынь.— Зап. Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, кн. 7. Иркутск.
- Попова С. М., Самсонов В. В., Мартинсон Г. Г. 1963. Двустворчатые моллюски морских семейств Solenidae, Mactridae, Cardidae и Aloididae в кайнозойских отложениях Прибайкалья.— Докл. АН СССР, 149, № 1.
- Пресняков Е. А. 1935. Геодезические аномалии в районе Байкала.— В кн. «Проблемы Бурят-Монгольской АССР», т. I. М.—Л., Изд-во АН СССР.
- Пресняков Е. А. 1940. Палеогеографические условия происхождения озера Байкал.— Труды Байкальской лимнологической станции АН СССР, т. X.
- Прокопьев Б. В. 1957. Минеральные воды курорта Аршан.— В кн. «Материалы по подземным водам Восточной Сибири». Иркутск, Книжное изд-во.
- Пушкарев А. 1772. Karte über den Baikal bey gelegenheit der Bewisung derselben... Сочинил подштурман Алексей Пушкарев 1772-го года. Масштаб 10 верст в дюйме. Рукописная. Биб-ка АН СССР, № 104 по каталогу Отд. рукописной и редкой книги.
- Пушкарев А. 1773а. Карта Байкал морю, сочиненная.. нарочно посланным штурманом Пушкаревым со описанием в прошлом 1772 и 1773 годах... вокруг моря

- лежащим берегам, озерам, островам и впадающим в оное рекам... Масштаб 10 верст в дюйме. Рукописная. Биб-ка АН СССР, № 103 по каталогу Отд. рукописной и редкой книги.
- Пушкарев А. 1773б. Карта плоская специальная Байкал морю с показанием к него впадающих рек и речек, також и выпавшей из него реки Ангары и о прочем, описано штурманом Алексеем Пушкаревым в 1772 и в 1773 годах. Масштаб 10 верст в дюйме. Рукописная. Центр. Гос. архив воен.-мор. флота, ф. 1331, опись 4, д. 583.
- Пушкарев А. Экстракт... Байкал моря... и вокруг моря лежащим берегам, озерам, островам и впадающим во оное рекам и какие в них и подле берегов рыбы ловятся и прочие приметные места, сколько от другого до другого расстоянием верст, описанным и на карту положенным штурманом Пушкаревым в 772 и 773 годах. Рукопись. Архив АН СССР, ф. 3, опись 10, д. 145.
- Пуцилло В. Г., Миронов С. И. 1958. Нефти, битумы и битуминозные породы р-на оз. Байкал.— В кн.: «Пуцилло В. Г. и др. Нефти и битумы Сибири». М., Изд-во АН СССР.
- Равский Э. И., Голубева Л. В. 1960. Эоплейстоцен Тункинской впадины.— Докл. АН СССР, 135, № 5.
- Равский Э. И., Александрова Л. П., Вангенгейм Э. А. и др. 1964. Антропогенные отложения юга Восточной Сибири.— Труды ГИН, вып. 105. М., Изд-во «Наука».
- Радде Г. И. 1858. Озеро Байкал (Извлечение из отчета натуралиста г. Г. Радде о совершенном им, летом 1855 г. путешествии вокруг озера).— Вестн. Русск. геогр. об-ва, ч. 21, отд. 2 — исслед. и матер.
- Радде Г. И. 1861. Путешествие в Юго-Восточную Сибирь, совершенное по поручению Русского географического общества в 1855—1859 гг. Густавом Радде.— Зап. Русск. геогр. об-ва, кн. 4.
- Рандман Е. Я. Пшенин Г. И. 1963. Первые результаты геоморфологических исследований новейших горизонтальных смещений земной коры по Таласо-Ферганскому разлому в Средней Азии.— Изв. АН СССР, серия геогр., № 5.
- Рихтер Ч. Ф. 1963. Элементарная сейсмология. Пер. с англ. под ред. В. И. Кейли-Борока и Ю. В. Рязниченко. М., ИЛ.
- Рыбаков В. Г. 1964. О донеогеновой коре выветривания и отложениях неогена Приольхонья и острова Ольхон.— В кн. «Новые данные по геологии, нефтеносности и полезным ископаемым Иркутской области». М., Изд-во «Недра».
- Рябухин Г. Е. 1934а. Байкальский нефтеносный район.— Нефт. хоз-во, № 7.
- Рябухин Г. Е. 1934б. К изучению Байкальского месторождения нефти.— Труды Нефт. геол.-развед. ин-та, серия Б, вып. 33.
- Рябухин Г. Е. 1935. Третичные отложения Прибайкалья и их нефтеносность.— В кн.: «Проблемы Бурят-Монгольской АССР, 1». М.— Л., Изд-во АН СССР.
- Рябухин Г. Е. 1953. Происхождение Байкала.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 28, вып. 5.
- Рязанов В. Д. 1898. Вероятное геологическое строение хребта Зыркузун в месте пересечения его туннелем, проектированным для Кругобайкальской железной дороги в 1895—96 гг.— Горн. журн., 1, № 2.
- Рязанов В. Д. 1928. Месторождения озокерита и нефти в Прибайкалье.— Материалы по геол. и полезн. ископ. Дальнего Востока, № 19. Владивосток.
- Савинский К. А. 1964. Основные особенности погребенного рельефа кристаллического фундамента Иркутского амфитеатра.— В кн.: Новые данные по геологии, нефтеносности и полезным ископаемым Иркутской области. М., Изд-во «Недра».
- Салоп Л. И. 1960. История геологического развития докембрийской геосинклинальной системы байкалид.— В кн.: Доклады советских геологов на XXI сессии Международного геологического конгресса. Проблема 9. Стратиграфия и корреляция докембрия. М.— Л., Изд-во АН СССР.
- Салоп Л. И. 1962. Геологическая карта Байкальской горной области. Л., Гос. геол. комитет СССР.
- Салоп Л. И. 1964. Геология Байкальской горной области, т. I. Стратиграфия. М. Изд-во «Недра».
- Салоп Л. И. 1967. Геология Байкальской горной области, т. II. Магматизм, тектоника, история геологического развития. М., Изд-во «Недра».
- Самсонов В. В. 1963. Происхождение байкальской нефти и проблемы нефтегазосности Бурятии.— В кн.: Проблемы Сибирской нефти. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР.
- Сгибнев А. С. 1864. О бывшем в Иркутской губернии и Забайкальской области землетрясении.— Отчет Русск. геогр. об-ва за 1863 год. СПб., Прил. № 1.
- Семенов С. Р. 1933. Ильинский (Питателевский) горячий источник в Забайкалье.— Курорт. и физ., № 11—12.
- Синицын В. М. 1962. Палеогеография Азии. М.— Л., Изд-во АН СССР.
- Соколов Н. И. 1957. Геологическая история восточной части Иркутского амфитеатра в антропогене как основа инженерногеологического районирования его территории.— Труды Лабор. гидрогеол. проблем АН СССР, 14.

- Сокольников В. М. 1964. Течения и водообмен в Байкале.— В кн.: Элементы гидрометеорологического режима озера Байкал.— Труды Лимнол. ин-та СО АН СССР, 5 (25). М., Изд-во «Наука».
- Соловьев С. Л. 1960. К территориальной и статистической характеристике сейсмического режима Прибайкалья.— Бюлл. Сов. по сейсмол. АН СССР, № 10.
- Солоненко В. П. 1949. Землетрясения Восточной Сибири.— Труды Иркутск. ун-та, 3, вып. 3.
- Солоненко В. П. 1958. Вопросы сейсмического районирования Восточной Сибири и Монгольской Народной Республики.— В кн. «Труды Второго Совещания по подземным водам и инженерной геологии Восточной Сибири, вып. 3». Чита — Иркутск.
- Солоненко В. П. 1959. Землетрясение в Гобийском Алтае 4 декабря 1957 г.— Изв. АН СССР, сер. геол., № 7.
- Солоненко В. П. 1960. Гоби-Алтайское землетрясение.— Геол. и геофиз., № 2.
- Солоненко В. П. 1964. Землетрясения и вулканы Станового нагорья.— Природа, № 9.
- Солоненко В. П. 1965. Живая тектоника в плейстосейстовой области Муйского землетрясения.— Изв. АН СССР, сер. геол., № 4.
- Солоненко В. П., Тресков А. А., Флоренсов Н. А., Пучков С. В. 1958. Муйское землетрясение 27 июня 1957 г.— Труды Ин-та физики Земли АН СССР, № 1(168). (Вопросы ниж. сейсмол., вып. 1.).
- Солоненко В. П., Тресков А. А. 1960а. Среднебайкальское землетрясение 29 августа 1959 г. Иркутск, Книжное изд-во.
- Солоненко В. П., Тресков А. А., Флоренсов Н. А. 1960б. Катастрофическое Гоби-Алтайское землетрясение 4 декабря 1957 г. М., Госгеолтехиздат.
- Солоненко В. П., Флоренсов Н. А. 1960в. Гоби-Алтайское землетрясение 4 декабря 1957 г.— Бюлл. Сов. по сейсмол. АН СССР, № 10.
- Солоненко В. П., Флоренсов Н. А. 1960 г. По следам землетрясений в Гоби.— Природа, № 2.
- Спафарий Н. Г. 1882. Путешествие через Сибирь от Тобольска до Нерчинска и границ Китая русского посланника Николая Спафария в 1675 году. Дорожный дневник Спафария с введением и примечаниями Ю. В. Арсеньева.— Зап. Русск. геогр. об-ва по отд. этнографии, 10, вып. 1.
- Старченко В. В. 1962. Геолого-тектонический очерк Центрального Забайкалья.— В кн.: Тектоника Сибири, т. I. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР.
- Старченко В. В. 1963. Краткий очерк геологического строения Центрального Забайкалья.— Материалы по геол. и полезн. ископ. Читинской области, вып. 1.
- Стрелков С. А. 1967. К вопросу о кольцевых тектонических структурах на севере Сибирской платформы и времени их заложения.— В кн.: Тектонические движения и новейшие структуры земной коры. М., Изд-во «Недра».
- Телегин Н. А. 1867. Описание залива «Большой сор» и пролива «Прорва».— В кн.: Отчет о действиях Сибирского отдела Русского географического общества за 1866 год. СПб.
- Тетяев М. М. 1930. К геологии окрестностей Питателевского источника на реке Селенге.— Материалы по геол. и полезн. ископ. Вост. Сибири, № 2.
- Ткачук В. Г., Яснитская Н. В., Анкудинова Г. А. 1957. Минеральные воды Бурят-Монгольской АССР. Иркутск. Изд. Вост.-Сиб. фил. АН СССР.
- Тресков А. А., Медведев С. В., Флоренсов Н. А., Солоненко В. П. 1960. Землетрясения и сейсмическое районирование Восточной Сибири.— В кн. «Развитие производительных сил Восточной Сибири», т. 3, М., Изд-во АН СССР.
- Тресков А. А., Пшенинников К. В. 1961. Сейсмичность Байкальской зоны. В кн. «Землетрясения в СССР». М., Изд-во АН СССР.
- Тресков А. А., Флоренсов Н. А. 1952. Мондинское землетрясение 1950 г.— Бюлл. Сов. по сейсмол. АН СССР, № 1.
- Трунов В. П., Фролов Б. М. 1966. К вопросу о геологической истории Байкальской горной области.— В кн. «Геология и нефтегазоносность юга Сибирской платформы». Л., Труды ВНИГРИ.
- Успенский В. А., Горская А. И. 1940. К вопросу о происхождении байкальских битумов.— Труды Нефт. геол.-развед. ин-та, нов. серия, вып. 8.
- Файзулина З. Х., Козлова Е. И. 1966. Результаты палеонтологических исследований третичных отложений, вскрытых истокскими глубокими скважинами.— Геология и газонефтегеносность Восточной Сибири. М., Изд-во «Недра».
- Федынский В. В. 1951. Гравитационная характеристика предгорных и межгорных впадин в геосинклиналях.— В кн. «Вопросы литологии и стратиграфии СССР. Сборник памяти академика А. Д. Архангельского». М., Изд-во АН СССР.
- Фитингоф А. Х. 1865. Описание местности при устье р. Селенги, понизившейся от землетрясений 30 и 31 декабря 1861 г.— Горн. журн., 3, кн. 7.
- Флоренсов Н. А. 1948. Геоморфология и новейшая тектоника Забайкалья.— Изв. АН СССР, серия геол., № 2.
- Флоренсов Н. А. 1954. О роли разломов и прогибов в структуре впадин Байкальского типа.— В кн.: Вопросы геологии Азии, т. I. М., Изд-во АН СССР.

- Флоренсов Н. А. 1958. Катастрофическое землетрясение в Гобийском Алтае.— Природа, № 7.
- Флоренсов Н. А. 1960а. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М.—Л., Изд-во АН СССР.
- Флоренсов Н. А. 1960б. О неотектонике и сейсмичности Монголо-Байкальской горной области.— Геол. и геофиз., № 1.
- Флоренсов Н. А. 1962. О мезозойско-кайнозойской структуре Прибайкалья.— В кн.: Тектоника Сибири, т. I. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР.
- Флоренсов Н. А. 1964. К морфологии берегов Среднего и Северного Байкала.— В кн.: Геоморфология дна Байкала и его берегов. М., Изд-во «Наука».
- Флоренсов Н. А. 1965. К проблеме механизма горообразования во Внутренней Азии.— Геотектоника, № 4.
- Флоренсов Н. А., Лоскутова Н. В. 1953. Новые данные о тункинских вулканах (Западное Прибайкалье).— Изв. АН СССР, серия геол., № 5.
- Фогель А. А., Горбунова И. В. 1961. Сейсмичность Северного Тянь-Шаня.— В кн.: Землетрясения в СССР. М., Изд-во АН СССР.
- Фотгади Э. Э., Каратаев Г. И., Моисеенко Ф. С. 1965. Некоторые региональные особенности глубинного строения земной коры территории СССР в свете геофизических данных.— Геол. и геофиз., № 10.
- Хизен Б. К. 1966. Ложе океанов.— В кн.: Дрейф континентов. М., Изд-во «Мир».
- Хлобыстин Л. П. 1963. К истории нерпичьего промысла на Байкале.— Сов. археология. М., Изд-во АН СССР.
- Хлобыстин Л. П. 1964. Древние культуры побережья озера Байкал (каменный и бронзовый века).— Автореф. дисс. Л.
- Хороших П. П. 1962. На Ушканьих островах.— Газета «Восточно-Сибирская правда», № 242, Иркутск.
- Хромовских В. С. 1965. Сейсмогеология Южного Прибайкалья. М., Изд-во «Наука».
- Чекановский А. Л. 1870а. Местность у юго-западной оконечности Байкала в отношении ее геологического строения.— Изв. Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 1, № 1.
- Чекановский А. Л. 1870б. Несколько слов о ближайших задачах научного геологического исследования Иркутской губернии.— В кн.: Отчет о действиях Сибирского отдела Русского географического общества за 1869 г. СПб.
- Чекановский А. Л. 1874. Геологическое исследование в Иркутской губернии.— Зап. Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 11.
- Черский И. Д. 1873. Краткий отчет об исследованиях, произведенных летом 1873 г. в Китайских и Тункинских альпах.— Изв. Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 4, № 5.
- Черский И. Д. 1875. Еловский отрог как связь между Тункинскими Альпами и Саяном.— Изв. Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 6, № 4.
- Черский И. Д. 1876. Краткий отчет об исследовании течения р. Иркутка от Торской котловины до устья в Ангару.— Изв. Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 7, № 4 и 5.
- Черский И. Д. 1878а. Предварительный отчет о геологическом исследовании береговой полосы озера Байкала (год первый, 1877).— Изв. Вост.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 9, № 1—2.
- Черский И. Д. 1878б. Предварительный отчет о геологическом исследовании береговой полосы озера Байкала (год второй, 1878).— Изв. Вост.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 9, № 5—6.
- Черский И. Д. 1880. Предварительный отчет о геологическом исследовании береговой полосы оз. Байкала (год третий, 1879).— Изв. Вост.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 11, № 1—2.
- Черский И. Д. 1881а. Предварительный отчет о геологическом исследовании береговой полосы оз. Байкала (год четвертый, 1880 и последний).— Изв. Вост.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 12, № 2 и 3.
- Черский И. Д. 1881б. Некоторые примечания к описанию Байкала К. Риттера.— Изв. Вост.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 12, № 4 и 5.
- Черский И. Д. 1882. Геологическая экскурсия на высокое плоскогорье (система р. Селенги) и берег Байкала, между устьями р. Селенги и Кики.— Изв. Вост.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 13, № 1—2.
- Черский И. Д. 1886а. Отчет о геологическом исследовании береговой полосы озера Байкала.— Зап. Вост.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, 12.
- Черский И. Д. 1886б. О результатах исследования озера Байкала.— Зап. Русск. геогр. об-ва по общей геогр., 15, № 3.
- Черский И. Д. 1889а. Геологическая карта береговой полосы озера Байкала. Масштаб 10 верст в дюйме.— Материалы для геол. России, 13.
- Черский И. Д. 1889б. О результатах исследования озера Байкала.— Там же.
- Черский И. Д., Семенов П. П., Петц Г. Г., фон. 1895. Общее обозрение Байкальских гор и Байкальского озера, Северо-западный берег Байкала от юго-западной оконечности озера до устья Верхней Ангары, Хребты Приморский и Онотский.— Допол. к «Землеведению Азии Карла Риттера», ч. 2. СПб.

- Шатский Н. С. 1933а. Геологические исследования и поиски газов и нефти в Южном Прибайкалье.— В кн. «Отчет о состоянии и деятельности нефтяного геолого-разведочного института за 1931 г.». Л.— М.
- Шатский Н. С. 1933б. К тектонике Юго-восточного Прибайкалья.— Пробл. сов. геол., № 2.
- Шейнманн Ю. М. 1931. О современном погружении берегов залива Провал на Байкале.— Изв. Всесоюзн. геол.-развед. объедин., вып. 100.
- Шейнманн Ю. М. 1933. Некоторые черты тектоники Юго-Востока Сибири.— Пробл. сов. геол., 1, № 2.
- Шуровский Г. Е. 1864. Землетрясения около Байкала.— Русск. вестн., 51, № 6.
- Яковлев В. К. 1904. Геологическое исследование участка Кругобайкальской железной дороги ст. Мысовая — Переемная — Култук.— В кн. «Геологические исследования вдоль линии Кругобайкальской железной дороги, произведенные под общим руководством профессора И. В. Мушкетова, вып. I». СПб.
- Яценко А. А. 1956. Наблюдения над террасами некоторых рек Байкальской горной страны.— Изв. АН СССР, сер. геогр., № 6.
- Bullard E. C. 1936. Gravity measurements in East Africa.— Roy. Soc. London, Phil. Transact., ser. A., vol. 235, No. 757.
- Crittenden M. D., Jr. 1963. New data on the isostatic deformation of Lake Bonneville.— U. S. Geol. Surv. Prof. Papers, N 154—E.
- Ermann A. 1838. Reise um die Erde durch Nord-Asien und die beiden Oceane in den J. 1828, 1829 und 1830. Bd. 2. Reise von Tobolsk bis zum Ochozker Meere im. J. 1829. Berlin.
- Ermann A. 1843. Über die geognostischen Verhältnisse von Nord-Asien in Beziehung auf das Goldvorkommen in diesem Erdtheile. Archiv. f. wiss. Kunde von Russland, 3.
- Georgi J. G. 1775. Bemerkungen einer Reise im Russischen Reich in den Jahren 1772, 1773 und 1774. Bd. 1—2. St.-Petersburg.
- Georgi J. G. 1797—1800. Geographisch-physikalische und naturhistorische Beschreibung des Russischen Reiches zur Übersicht bisheriger Kenntnisse von demselben. Königsberg.
- Gorshkov G. P. 1963. La seismicité de l'Afrique. (Bref aperçu bibliographique).— Enquête sur les ressources naturelles du continent Africain. UNESCO.
- Gutenberg B., Richter C. F. 1954. Seismicity of the Earth and associated phenomena. Princeton, New Jersey.
- Horsfield W. a. Bullard E. C. Gravity measurements in Tanganyika territory carried out by the Survey Division, Department of Land and Mines.— Mouth. Notic. Roy. Astron. Soc., Geophys. Suppl., vol. 4, No. 1.
- Johansen H. 1925. Der Baicalsee.— Mitt. d. Geograph. Gesellschaft in München, 18; H. 1—2.
- King Ph. B. 1965. Tectonics of Quaternary time in Middle North America.— In: «The Quaternary of the United States. Editors H. E. Wright, Jr. and David G. Freiy». Princeton, New Jersey.
- Laxmann E. 1785. Von Gängen in Granitgebürgen.— Grell. I. Chem. Annalen, 1.
- Pallas P. S. 1776. Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs. Th. 3. (Vom Jahr 1772 und 1773). St.-Petersburg.
- Picard L. 1965. The geological evolution of the Quaternary in the Central-Northern Jordan Graben, Israel.— Geol. Soc. of Amer., Special Paper, N 84.
- Radde G. 1861. Berichte über Reisen im Süden von Ost-Sibirien.— In: «Beiträge zur Kenntnis des Russischen Reiches und der angrenzenden Länder Asiens, von K. Baer und G. Helmersen. Bd. 23». St.-Petersburg.
- Sievers Joh. 1796. Sibirische Briefe.— In: «Pallas P. S. Neue Nordische Beiträge. Bd.7». St.-Petersburg — Leipzig.
- Suess Ed., 1901. Das Antlitz der Erde. Bd. 3. Hälfte I. Wien.
- Tocher D. 1957. Seismic history of the San Francisco region, in San Francisco earthquake of March 1957: California, Div. Mines, Spec. Rept. N 57.
- Tocher D. 1960. Creep on the San Andreas fault. II. Creep rate and related measurements at Vineyard California. Bull. Seismol. Soc. Amer., 50.

УКАЗАТЕЛЬ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАЗВАНИЙ

- Абакан р. 194.
 Абрамиха р. 103, 104.
 Абукейша (Крутая губа) 62, 72.
 Ага р. 116 (вкл.)
 Аган р. 220.
 Агул р. 126.
 Адамова сел. 61.
 Азиатские краевые моря 222.
 Азиатский материк, Азия 16, 23, 25, 143, 170, 221.
 Азовское море 31.
 «Академический хребет» 56.
 Акей оз. 216.
 Аkitкан, Аkitканский хр. 116 (вкл.), 137, 139, 174.
 Аkitканский сдвиг 137, 138.
 Алга сел. 29, 208, 213.
 Алгинские озера 208.
 Алгинский источник 208.
 Алгинское болото 208.
 Алданский блок земной коры 145.
 Алданский щит 175.
 Алла р. 160.
 Аллинский источник 206, 208.
 Алма-Ата 26.
 Алма-Ата-2 (Талгар) 26.
 Алтай Западный, Монгольский, Гобийский 25, 192, 194, 195.
 Алтайская сейсмическая зона (полоса) 194, 195.
 Алтан-Булакская впадина 193.
 Альберт оз. (в Африке) 26, 157.
 Альпы 221.
 Амалат р. 116 (вкл.), 174.
 Америка 154, 177, 222.
 Амундакан губа 75.
 Амур р. 178.
 Анабар р. 218, 219.
 Анабарский блок земной коры 145.
 Анабарский массив 219.
 Анай р. 38.
 Анайско-Чанчурская долина 39.
 Анга губа 32, 41.
 Анга р. 40, 68.
 Ангара (Нижняя Ангара) 7, 9, 10, 15, 21, 24, 33, 70, 72, 73, 77, 78, 79, 80, 117, 126, 127, 128, 129, 136, 163, 169, 198, 199, 200, 201, 212, 216.
 Ангара Верхняя, см. Верхняя Ангара.
 Ангаро-Кичерская дельта 24—25, 109.
 Ангаро-Ленский прогиб 73, 174, 214.
 Ангаро-Селенгинское Прибайкалье 52, 64, 67, 71, 176.
 Ангарск город 116 (вкл.), 144.
 Ангарский исток 21, 33, 37, 184, 189.
 Ангарский надвиг 127, 143, 145.
 Ангарский разрыв 69, 71, 72.
 Ангарское взморье (Лиственичный залив) 72.
 Ангинский выступ кристаллического фундамента 165.
 Аносовка р. 94.
 Аппалачи (в Америке) 50.
 Аргода р. 66.
 Арул мыс 36, 54, 57.
 Аршан источник, курорт в Тункинской долине 134, 205, 208.
 Аршан-Гол р. 205.
 Аршан-Хуре источник 205, 209.
 Атлантический океан, Атлантическая впадина 221.
 Африка 26, 157.
 Африканские грабены, разломы 157.
 Ачит-Нур оз. 194.
 Ачит-Нурская впадина 194.
 Ая губа 32.
 Аяя губа, Аяинский защерб 75.
 Бабушкин г. (ст. ж. д. Мысовая) 100, 119, 180, 181, 184.
 Бабья карга 101.
 Байкал ст. ж. д., порт 34, 73, 180, 181, 182, 184, 185, 200.
 Байкалида 20.
 Байкало-Патомское нагорье 162, 176.
 Байкало-Саянская горная область 214.
 Байкало-Саянский разлом, сдвиг 116 (вкл.), 126, 127, 131, 132, 144, 146, 149.
 Байкало-Селенгинский сдвиг 87, 98, 107, 112, 114, 121, 124, 145, 173, 201.
 Байкальская горная область 145.
 Байкальская дуга 79, 83, 155, 159, 162, 168, 169, 218, 221.
 Байкальская сейсмическая полоса, пояс 25, 203.
 Байкальская структура 9, 44, 49, 62, 70, 73, 77, 79, 145, 155, 169, 201, 214.
 Байкальская шель 138.
 Байкальские (Околобайкальские, Прибайкальские) горы, хребты 17, 18, 19, 23, 24, 27, 79.
 Байкальские защербы 75, 114, 115.
 Байкальские землетрясения 23, 24, 25, 26, 186, 187, 188, 189, 198, 199, 202, 204.
 Байкальские плоскоглубия 43, 44.
 Байкальские сдвиги 148, 151.

- Байкальский глубинный разлом, подкоровый ров 26, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 90, 91, 96, 97, 104, 157, 158, 159, 164, 165, 166, 167, 171, 175, 182.
- Байкальский краевой сдвиг 201.
- Байкальский продольный сдвиг 85, 87.
- Байкальские противоположия 16, 17, 18, 23, 24, 27.
- «Байкальский свод» («Прибайкальский свод») 9, 19, 20, 21, 50.
- Байкальский хребет 15, 16, 18, 19, 22, 24, 30, 33, 36, 42, 47, 48, 52, 53, 69, 70, 72, 77, 78, 80, 84, 116 (вкл.), 135, 136, 139, 140, 151, 152, 153, 154, 158, 159, 160, 165, 169, 176, 178.
- Байкальское (Байкальск) село (б. Горемыка) 180, 181, 182, 184.
- Байтогская возвышенность 215, 216.
- Бакланий камень (Столбовской о-в) 35.
- Бакланий мыс 50.
- Балаганск город 200.
- Балтийская дуга 221.
- Балтийский разлом 221.
- Балтийский щит 50.
- Балтийское море 221.
- Банная р. 72, 126.
- Бараба (Барабинская степь) 220.
- Баргузин р. 31, 32, 61, 63, 74, 80, 116, 116 (вкл.), 144, 174, 203, 205, 207, 213.
- Баргузин село 61, 188, 198, 199, 200, 201, 202.
- Баргузинская ветвь Обручевского сброса 60, 208.
- Баргузинская глыба 64, 81, 85.
- Баргузинская долина, впадина, Баргузинский грабен 13, 14, 16, 18, 23, 24, 28, 29, 30, 31, 32, 50, 52, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 80, 82, 109, 114, 115, 116, 156, 158, 160, 163, 165, 167, 168, 169, 176, 188, 202, 204, 205, 206, 208, 213.
- Баргузинская («котерская») свита 159.
- Баргузинский берег (побережье) Байкала 31, 42, 63, 75, 76, 81, 85, 86, 136, 154, 205, 206, 207.
- Баргузинский залив 14, 52, 59, 63, 65, 66, 69, 80, 86, 98, 115, 123, 169, 183, 210, 213.
- Баргузинский хребет 15, 16, 18, 30, 42, 52, 53, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 69, 77, 80, 81, 89, 107, 114, 115, 116 (вкл.), 131, 136, 151, 159, 160, 165, 176, 178, 206, 217.
- Баргузинское землетрясение 199.
- Баргузинское Прибайкалье 79, 81.
- Барнаул город 194, 195.
- Барха-Даба (Барха-Дабан) горы 172, 174.
- Баунтовская впадина 81, 82, 178.
- Баунтовские озера 116 (вкл.), 174, 176.
- Бахтарнак р. 138, 139.
- Бахтарнакское колено р. Витим 138, 139.
- Баяндай, село 200, 215.
- Баяндайская («Баяндаевская») депрессия 39.
- Баяндайская долина 215.
- Безымянная губа 80.
- Безымянный мыс 63.
- Безымянный хребет 123.
- Белая р. 116 (вкл.), 130, 131, 144.
- Белое море 220, 221.
- Белый Иркут р. 132.
- Белый камень (скала) 211.
- Белый яр 31.
- Бельдунчан возвышенность 218.
- Бельские гольцы 127, 193.
- Бельский (Верхне-Бельский) сдвиг 149.
- Берговы бугры 109, 218.
- Бердское село 194.
- Береговые хребты (в Калифорнии) 148, 222.
- Березовая губа 111.
- Березовая падь 72.
- Березово-Твороговское, «Истокское» («Творогово-Истокское») поднятие, («Истокский антиклиналь») 110.
- Березовые холмы («Истокское поднятие»), возвышенность 100, 105, 108, 109, 110.
- Березовый хребет на Средне-Сибирском плоскогорье 216.
- Берхин губа 32.
- Билляхе р. 218.
- Биракан р. 75.
- Биректе р. 218, 219.
- Бирея губа 75.
- Бирюлька сел. 67, 216.
- Бирюса р. 126.
- Бирюсинский хребет 127.
- Бичурская гряда 118, 119.
- Богучанская губа 35.
- Богучанский о-в 35, 36.
- Бодайбо г. 178, 200.
- Болваниха р. 93, 94.
- Болега р. 124.
- Болнай хр. 193.
- Болсодей губа 36.
- Большая Бирюса р. 126.
- Большая речка (р. в районе Посольского сора) 91, 99, 102.
- Большая речка (р. на Баргузинском берегу) 31, 206.
- Большая Анга р. 216.
- Большая Белая р. 116 (вкл.), 126, 130.
- Большая Бугульдейка р. 40.
- Большая Быстрая р. 128.
- Большая Варначка падь 127.
- Большая Зеленовская падь 211.
- Большая Коса мыс 37.
- Большая Коса р. (Большая Косинская речка) 37.
- Большая Кочериковская гряда 71.
- Большая Кулгучная р. 103.
- Большая Куоваики р. 218.
- Большая Куяда р. 69.
- Большая пещера на Ушканьем острове 34, 35.
- Большая Солонцовая губа 66, 80.
- Большая Черемшана мыс 66.
- Большая Черемшанка р. 73, 75.
- Большая Чуя 116 (вкл.), 199.
- Большая Язовка р. 93, 95.
- «Большереченская котловина» под Селенгинской низменностью в кристаллическом фундаменте 110.
- Большереченский источник (в Баргузинском хребте) 206, 208.
- Большереченское сел. (Большереченск) 100, 104.
- Большое Слюденское оз. 47.
- Большое Соленое оз. (в северной Америке) 177.
- Большой Балхан (в Средней Азии) 25.
- Большой Баранчук падь 72.
- Большой Бомбуйко р. 193.

Большой Кылыгей о-в 63.
Большой Мамай р. 94.
Большой Патом р. 174.
Большой Чивыркуй р. 57, 75.
Бонневильское оз., впадина в Северной Америке 177, 178.
Боргойский хр. 118, 119.
Борисан гора 91.
Боролокская депрессия 39.
Борщовочный хр. 116 (вкл.), 172.
Ботнический залив 221.
Бохан пос. 200.
Боярская (Боярск) деревня 99, 100, 102, 103.
Братск 199, 200.
Британские о-ва 150, 221.
Бугульдейка р. 36, 38, 40, 60, 68, 110, 117, 163, 165.
Бугульдейско-Манзурская долина 41.
Булга р. 215.
Булгунях-Тах р. 218.
Бургунду гора 70, 80, 84, 136.
Бургунду губа 33, 54, 117, 136.
Бургутуй хр. 118, 119.
Буровщина поселок 92.
Буровщинский горный отрог 92.
Бурятская АССР 205.
Бык порог на р. Иркут 129.
Быстринский источник в Баргузинской долине 208.
Вакал р. 142.
Валуан мыс 31, 42, 54, 56, 63, 75, 86, 135, 136.
Валуанский отрог 86, 135.
Валуанское поднятие 75.
Верхнеангарск сел. 188.
Верхне-Бельский сдвиг (Бельский сдвиг) 131, 132, 144.
Верхнее Изголовье мыс (Верхняя Изголовь) 62, 65, 75.
Верхне-Ленская синеклиза 71, 73.
Верхне-Ангарская долина, впадина, котловина, грабен (структура) 14, 16, 17, 23, 24, 28, 29, 50, 60, 79, 80, 83, 116, 138, 139, 155, 159, 162, 168, 169, 187, 188, 204, 208.
Верхне-Ангарский хр. 15, 16, 24, 116 (вкл.), 139, 189.
Верхне-Чарская впадина 17, 19, 20, 81, 82, 138, 175.
Верхний сор 112.
Верхняя Ангара р. 7, 16, 32, 43, 46, 116 (вкл.), 138, 139, 140, 144, 159.
Верхняя Тунгуска р. 199.
Верхоленск г. 198, 200, 216.
Верхоленская возвышенность 215, 216.
Верхоленский обрыв 216.
Верхоленское землетрясение 190, 191.
Взъемный ручей, речка, падь (Ирхонцык-Взъем) 127, 128, 129.
Вилуйка р. 103.
Вилуйская впадина 147.
Витим р. 81, 116 (вкл.), 125, 138, 139, 141, 142, 174, 175, 176, 191, 193, 199, 200.
Витимское плоскогорье 16, 116 (вкл.), 125, 162, 165, 174, 176, 178.
Внутрибайкальские структуры 61, 62.
Войское поднятие (на Печоре) 24.

Восточная Сибирь 12, 13, 124, 138, 145, 146, 169, 171, 178, 203, 205, 218.
Восточно-Африканское плоскогорье 27.
Восточно-Африканские рвы 26, 157.
Восточно-Саянские сдвиги (Саянские сдвиги) 126, 150.
Восточные Саяны (Восточно-Саянское нагорье), см. Саяны.
Восточный Тавну-Ола хр. 192, 193.
Выдринная (Выдрина) р. 89, 93, 94.
Выдрино ж. д. ст. 185.
Гайвард разлом в Северной Америке 198
Ганзуриинский хр. 113, 119, 173.
Гарга р. (приток р. Баргузин) 116 (вкл.), 144.
Гаргинский источник 206, 208.
Гарлок разрыв (в Северной Америке) 148.
Гималаи 170.
Главный (Большой) Саянский разлом («Большой» разлом, «Саяно-Байкальский» разлом) 127, 130, 144.
Глубокая падь 106.
Глухой сор 112.
Гоби-Алтайское землетрясение 194, 197.
Гобийская впадина 174.
Гобийский Алтай, см. Алтай.
Голоустенская свита 158.
Голоустенско-Анайская депрессия 39.
Голоустенско-Манзурская долина 38, 39.
Голоустная р. 36, 38, 39, 40, 68, 117.
Голоустное село 180, 181.
Голоустный мыс 37.
Горемыкский берег 70.
Горемыкско-Тыйское плато, плоскогорье 36, 77, 80, 84, 139.
Городок пос. в Забайкалье 200.
Горячинск пос., курорт 77, 200, 201, 206, 207.
Горячинский (Туркинский) источник 205, 207.
Гоуджикит р. 140.
Грейт-Глен разлом (сдвиг) в Шотландии 149, 150, 151.
Гремячая гора 112, 113.
Гремячинск пос. 188.
Гренландия 81, 131.
Грен-Мор ров (в Шотландии) 150.
Гула оз. 51.
Гусиное озеро 113, 116 (вкл.), 173, 198, 212.
Гусиноозерская свита 121.
Гусиноозерский грабен 178.
Гусиноозерский сдвиг 173.
Гусинская горная перемычка 52.
Гусинские горы 53
Гусихинский источник 206.
Гутарский хр. 127.
Давше губа 75.
Давшинская подводная долина 136.
Давшинский источник 206.
Далай-Норская впадина 174, 221.
Даялык р. 130, 131.
Два Брата скала 212, 213.
Двинская губа 220.
Двойной мыс 48.
Делюн-Уранский хребет 17.
Демугда р. 137, 138.
Джегихма губа 198.
Джелинда р. на севере Сибири 219.

- Джигдакан р. 216.
 Джида р. 13, 15, 23, 119, 173.
 Джидинская впадина 19, 193.
 Джидинский хребет 13, 15, 24, 116 (вкл.), 119, 120, 121, 173, 174, 221.
 Джилдинский источник (близ р. Верхней Ангары) 208.
 Джунгария 194.
 Джунгарский разлом (сдвиг) 150, 151.
 Джиюкен р. 218.
 Дзон-Мурунские гольцы 120, 173.
 Дибл р. 193.
 «Долгая степь» в верховьях р. Бугульдейки 40.
 Древнее тегя Азин 20.
 Дулиха р. 94
 Дурын-Тумба-Ула горы 193.
 Душелан село 208.
 Душалано-Алгинский сброс 208.
 Душкачанские горы 139.
 Дыренский (Кучихирский) источник 208.
 Европа 154, 221.
 Езовка р. 31, 48, 75, 115, 188.
 Езовская гора 49, 75, 115.
 Езовский защерб 31, 32, 47, 49, 75, 115.
 Еланецкий сброс 58.
 Елигей р. 53, 71.
 Еловка р. 104, 105, 106, 123.
 Елохин (Елохинский) мыс, падь, речка, ручей, пролювиальный конус 80, 84, 150, 151, 152, 153, 154.
 Елохинский сдвиг 151, 152, 153, 154.
 Елохинское расщепление Байкальского хребта 154.
 Енгарга речка 134.
 Енисей р. 219.
 Ерма р. 130.
 Еты-Пур р. 220.
 Жемчуг р. 209.
 Жемчужский аршан (ключ) 205, 209.
 Жемчужская скважина 209, 213.
 Забайкалье 20, 21, 37, 106, 114, 118, 120, 121, 123, 124, 125, 143, 163, 170, 171, 172, 176, 177, 178, 192, 193, 194, 200, 201, 205, 212, 221.
 Забайкальские нагорья, структуры, грабены 20, 120, 125, 171, 190.
 Забайкальское многоозерье 176, 178.
 Заванда р. 114.
 Заворотный мыс 28, 42.
 Заганский хребет 116 (вкл.).
 Зага поселок, источник, скважина 206, 207, 210.
 Заганский хребет 116 (вкл.), 119, 124, 125.
 Заиграево ж. д. ст. 200.
 Заилыйский Алатау 25, 26.
 Зайсан озеро 194.
 Зама мыс 54, 57, 117, 154.
 Западно-Сибирская низменность 147, 219, 220, 221.
 Западно-Сибирская платформа 81.
 Западно-Сибирская равнина 192, 194, 195, 220.
 Западное Забайкалье, см. Селенгичская Даурия.
 Западный Алтай 192, 194, 195.
 Заярск пос. 200, 201.
 Зима ж. д. ст. 200, 201.
 Змеиня губа 62.
 Змеинный источник 206, 208.
 Зогдук мыс 32.
 Зонгут р. 40.
 Зубкогун р. 128, 129.
 Зумугой о-в 36.
 Зыркузунская петля р. Иркут 102, 127, 128, 129.
 Зыркузунский сдвиг 127, 128, 130, 131, 133, 144, 149, 154.
 Зыркузунский хребет 128, 129.
 Зыркузунско-Бельский сдвиг 131, 133, 149.
 Зыркузунское устье р. Иркут 128, 129.
 Ивда р. 215, 216.
 Иволгинско-Удинская впадина 87.
 Ида р., Идинская долина 116 (вкл.), 144, 216.
 Идэр р. 116 (вкл.).
 Ижимей мыс, гора 33, 34, 57.
 Ийдичнок, р. в Хибинах 24.
 «Икатская зона» протерозойских пород 159.
 Икатский хр. 16, 19, 24, 66, 115, 116 (вкл.), 163, 165, 166, 208, 213.
 Илга р. 215, 216.
 Или, сейсмическая станция 26.
 Иликта р. 38, 39.
 Илим р. 199, 200.
 Илимск г. 198.
 Ильинский источник, см. Питателевский источник.
 Илья р. 125.
 Импириал р., долина (в Калифорнии) 149.
 Ингода р. 116 (вкл.), 119, 172, 199, 200.
 Ингодинский грабен 172.
 Индия 131.
 Инский источник 208.
 Иорданский грабен (в Палестине) 51.
 Иран 25.
 Иринда губа 76.
 Иринда р. 217.
 Ириндинский защерб 85.
 Иркана источник 208.
 Иркут р. 15, 70, 88, 92, 116 (вкл.), 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 144, 154, 193.
 Иркутск 24, 82, 116 (вкл.), 144, 164, 184, 185, 198, 199, 200, 202.
 Иркутская ГЭС 181.
 Иркутский амфитеатр 143, 144, 146.
 Иркутский «блок земной коры» 145.
 Иркутский выступ Сибирской платформы 144, 146.
 Иро р. 116 (вкл.).
 Иртыш р. 220.
 Ирхонцык-Взъём (Ирхонцык) падь (Взъёмная падь), см. Взъёмный ручей.
 Иссyk-Куль оз. 25, 26.
 Исток р. 99, 100.
 Исток село 30, 108.
 Истокские болота (ложбина) 100, 105, 108.
 Истокский сор 99, 100, 101, 108.
 Истокское поднятие, см. Березовые холмы, Березово-Твороговское поднятие.
 Итанца р. 84, 85, 107, 112, 122, 123, 198.
 Итанцинско-Кикинская долина 79, 84, 201.
 Ихэ-Угун р. 209.
 Ичиктинское плато 216.
 Ия р. 15, 126, 199, 200.

Кабаный мыс 49, 75, 76, 154, 197, 217.
 Кабанск город 105, 188, 198, 200.
 Кабанья гора 100.
 Кабанья р. 31, 103, 115, 151, 217.
 Кавказ, Главный Кавказский хребет 25.
 Казым р., приток Оби 220.
 Калакан р. 174.
 Калар р. 174.
 Калиновый хребет 118, 119.
 Калифорнийское землетрясение 197.
 Калифорния 149, 150, 197.
 Калтусная р., падь (Калтусный ручей)
 93, 94, 95, 96, 97.
 Каменский горст 220.
 Камень-на-Оби город 194, 195, 220.
 Камчатка полуостров 26, 221, 222.
 Кан р. 126.
 Кавдалакшский залив 220.
 Канская впадина 126, 147.
 Каренга р. 116 (вкл.)
 Карлыган хр. 194.
 Карпинского гора 18.
 Каспийское море 25.
 Катковская гряда 53, 61, 77, 80, 86, 87,
 123.
 Качуг сел. 38, 67, 216.
 Кедровая губа 32.
 Кедровая ж. д. ст. 185.
 Кедровка р. на южном берегу Байкала
 92.
 Кедровка р. на Баргузинском берегу
 Байкала 75.
 Кентей горы 172, 174.
 Керулен р. 172, 174.
 Керуленский грабен 174.
 Киву оз. (в Африке) 26, 157.
 Кика р. 31, 32, 80, 84, 107, 115, 116, 118,
 123.
 Киляна р. 139.
 Киренга р. 116 (вкл.), 137, 140, 144, 151,
 174, 199, 200, 215, 216.
 Киренгский обрыв 216.
 Киренск г. 137, 138, 199, 200, 201.
 Киренское землетрясение 190.
 Китай 25.
 Китой р. 15, 116 (вкл.), 126, 130, 144, 193.
 Китойкин р. 130, 131.
 Китойские гольцы 24.
 Кичера р. 25, 32, 43, 140.
 Кичерское устье 25.
 Ключевка р., пос. 89, 93, 94, 95, 103.
 Ключевские горы 120, 173.
 Кобдоская впадина 194.
 Коврижка гора (на западном берегу Бай-
 кала) 36.
 Коврижка, гора на Чивыркуйском пере-
 шейке 62.
 Кодар хр. 17, 175.
 Коймарские болота 134.
 Коймарский источник 209.
 Колесово сел. 108.
 Колокольные мысы — Большая Коло-
 кольня и Малая Колокольня 35.
 Колсахай р. 216.
 Кольский полуостров 24, 220.
 Конго р. 27.
 Конда р. 119, 125.
 Копет-Даг 25.
 Корикейский источник 206.
 Короткий мыс на Большом Ушканьем
 острове 58.
 Косая шивера (порог) 129.
 Косогол (Хубсугул) озеро, Косогольская
 впадина, котловина, долина, структура
 14, 15, 16, 23, 24, 28, 46, 50, 60, 79, 83,
 116, 116 (вкл.), 133, 144, 155, 159, 162,
 164, 168, 169, 205, 209.
 Котельниковский источник (ключ) 207,
 208.
 Котельниковский мыс 33, 36, 80, 85, 117,
 151, 188, 197, 207.
 «Котерская (Баргузинская) зона» проте-
 розойских пород 159.
 Котерский источник 208.
 Котеря р. 159.
 Котинская губа 72.
 Котокель оз. 21, 66, 114.
 Котокельская гряда 79, 84, 87.
 Котокельская сквозная долина 66, 79.
 Коты пос. 33, 37, 39, 188, 189, 212.
 Коченга сел. 200.
 Кочергатская свита 158.
 Кочериковская долина, грабен 53, 61,
 62, 71.
 Кочериковская р. (Кочерикова р., Ко-
 чериковский ручей) 36, 53, 71.
 Кочериковский мыс 117.
 Кочериковско-Онгурёнская депрессия 59
 Красноярск город 194.
 Красный мыс 38.
 Красный Чикой сел. 200.
 Красный Яр сел. 198.
 Крестовая свита архейских пород 124.
 Крестовка р., Крестовая падь у истока
 Ангары 72, 126.
 Крестовская р. на п-ве Святой Нос 64.
 Крестовский сброс 64, 72.
 Кромешная щель 211.
 Крохалиная губа 62.
 Крутая губа (Абукейха) 62, 72.
 Крым 25.
 Куда р. 116 (вкл.), 215.
 Кудалда р. 75.
 Кудара сел. 112, 113, 200.
 Кударинская гряда 118, 119.
 Куйтуны тектонические поднятия 109.
 Кулиное болото 135.
 Кулиный источник 206, 207, 208.
 Култук, юго-западная оконечность Бай-
 кала, пос. 87, 126, 169, 183, 185, 188.
 Култучная р. 129.
 Кулундинская степь 220.
 Кунгей-Алатау 25.
 Кунерма р. 136, 137, 140, 168.
 Курба р. 116 (вкл.), 119, 144, 173.
 Курбинский грабен 173.
 Курбуликский залив, см. Чивыркуйский
 залив.
 Курбуликское подводное плато 53, 56, 57.
 Курейка р. 218.
 Курильская впадина, Курильский ров
 26.
 Курильская островная дуга 222.
 Куркавка (Куркавочная) р. на южном
 берегу Байкала 94, 95, 97.
 Куркула р. 207.
 Куркулинская гора 117, 207.
 Куркулинское ущелье 207.
 Курминский мыс 36.
 Куртун р. 36, 38, 40, 68.
 Кутима р. 137, 138, 140.

- Кутимо-Чуйская синклиналиальная зона 138.
 Кучелга р. 36.
 Кучихирский (Дыренский) источник 208.
 Куянда р. 140, 193.
 Куяндинское землетрясение 193.
 Кызыл г. 193.
 Кынгорга р. 208.
 Кынгоргинский поперечный разлом 208, 209.
 Кыркидайский мыс, Кыркидай 28, 31.
 Кырма р. 215.
 Кяхта город 116 (вкл.), 119, 123, 193, 198, 201.
 Кяхтинское землетрясение 193.
 Ладожское озеро 221.
 Лангатуй р. 92.
 Лангатуйская банка (Лангатуйский выступ подводного склона в Байкале) 92.
 Лена р. 18, 24, 38, 39, 40, 41, 67, 116 (прил.), 136, 137, 138, 144, 154, 174, 176, 199, 201, 215, 216, 218.
 Лено-Киренгский антиклинорий 138.
 Лиственичное пос. 72, 73, 126, 198, 200.
 Лиственичный залив (Ангарское взморье) 72.
 Лиственичный мыс 37, 72, 161.
 Ловозерские тундры на Кольском п-ве 24.
 Лодочная падь 104.
 Локадское поднятие 75.
 Лударь мыс 36.
 Лучакен р. 218.
 Лысая гора 100.
 Максимиха р., губа, сел. 14, 124, 213.
 Максимицкая сквозная долина 61, 123.
 Малая Абрамиха р. 104.
 Малая Белая р. 126, 130.
 Малая Бирюса р. 126.
 Малая Быстрая р. 128.
 Малая Гусиха р. 66, 67.
 Малая Кочериковская гряда 71.
 Малая Култучная р. 103.
 Малая Манзурка р. 40.
 Малая Черемшанка р. 73, 75.
 Малая Язовка р. 95.
 Малиновка р. 93, 94, 95.
 Мало-Калтусный горный выступ 102.
 Мало-Култучная горная ступень 100, 103, 104.
 Малое море (часть Байкала), Маломорская котловина, тектоническая ступень 32, 33, 36, 37, 38, 43, 54, 57, 58, 59, 64, 117, 165, 166, 173, 204.
 Малокосинская свита 159.
 Маломорский берег Ольхона 38.
 Малый Елохин ручей 153.
 Малый Кавказ 25.
 Малый Кылтыгей о-в 63.
 Малый Мамай р. 94.
 Малый сор залив 99, 100.
 Малханский хр. 116 (вкл.), 119.
 Мама р. 116 (вкл.).
 Мангут р. 92.
 Мангутай ж. д. ст. 185.
 Мандра р. 138.
 Манзурка р. 38, 40, 215.
 Мантуринская банка 93.
 Мантуриха р., сел. 93, 99, 100, 102, 103.
 Маритуй ж. д. ст., пос. 180, 181, 182, 184, 185, 188.
 Маритуйский берег 117.
 Маркова р. 64.
 Марковский сброс 64.
 Мезень р., Мезенская губа 220.
 Менза р. 116 (вкл.).
 Мерчимден р. 218, 219.
 Меспахы р. 219.
 Миня р. 137, 140.
 Михалево ж. д. ст. 185.
 Мишixa р., сел. 48, 93, 94, 95, 185.
 Моголь р. 137.
 Молокон р. 29, 70, 74, 78, 80, 84, 85, 136.
 Молоконский ледник (древний) 30.
 Молоконский сброс, сдвиг 70, 138, 154, 196.
 Монастырское (Троицкое) сел. 198.
 Монголия 25, 87, 114, 124, 133, 162, 170, 172, 173, 191, 192, 193, 194, 202, 203, 205, 212, 221.
 «Монголо-Байкальская горная область», сейсмическая область 203.
 Монгольский Алтай, см. Алтай.
 Монгон р. 116 (вкл.)
 Мондинская впадина, котловина 131, 132.
 Мондинский сдвиг 131, 132, 133, 150, 168, 196.
 Мондинское землетрясение 188, 195, 196, 202, 204.
 Мовды сел. 188.
 Моностой хр. 118, 119.
 Морская гора 31.
 Морской хребет 79, 80, 84, 87, 107, 108, 110, 112.
 Мотский порог 129.
 Моты сел. 126, 128.
 Мужинай губа 36.
 Мужинай мыс 160.
 Муйская впадина (Нижне-Муйская впадина) 17, 19, 25, 81, 82, 138, 139, 140, 141, 175, 190, 191, 193, 203, 204.
 Муйские сдвиги 135.
 Муйское землетрясение 25, 50, 140, 141, 142, 190, 193, 197, 203, 204.
 Мунку-Сардык гора, хр., гребень 70, 131, 132, 133.
 Мунку-Сардыкский интрузивный комплекс протерозойских пород 133.
 Муриин (Хара-Муриин) р. 28, 31, 48, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 116, 188, 215.
 Мурино ж. д. ст., пос. 185.
 Муриинская банка 92, 116.
 Муриинский горный отрог 89, 90, 92.
 Муриинский желоб 116.
 Муриинский сброс 89, 90.
 Мурэн р. 116 (вкл.).
 Мурэнская впадина 193.
 Мухор зал. 36.
 Мухор-Шибирь сел. 200.
 Муя р. 116 (вкл.), 139, 193, 199.
 Муякан р. 193.
 Муяканский хр. 193.
 Мысовая р., долина 89, 93, 94, 185.
 Мысовая (г. Бабушкин) ж. д. ст. 119.
 Мысовская банка 93.
 Надым р. на севере Западно-Сибирской низменности 220.
 Намаракит р. 140, 141, 193.
 Намаракитская впадина, долина, котловина 25, 140, 141, 197.
 Невада штат 149, 197.

Немянда мыс 75.
Ненеkite р. 219.
Неприльчатая р. 94.
Нерпинская впадина 191, 193.
Нерца р. 126.
Нерца р. 116 (вкл.)
Нерчинск г. 199.
Нерчинская Даурия 147, 172.
Нерчинский хр. 172.
Нижнеангарск пос. 25, 117, 179, 180, 181, 182, 184, 200.
Нижнее Изголовье (Нижняя Изголовь) мыс 62, 65, 75, 81, 85, 117, 118, 180, 181, 182, 184.
Нижнеилымск город 200.
Нижне-Муйская впадина, см. Муйская впадина.
Нижнеудинск город 199.
Нижне-Хилоцкий разлом 124.
Нижний Урбикан р. 217.
Нижняя падь близ с. Татаурова 122.
Нижняя Рассоха р. (приток Чечуя) 137.
Нижняя Тунгуска р. 116 (вкл.), 174, 199.
Никиткина р. 104, 105, 106.
Никола сел. 72.
Николаевский завод, пос. 198.
Ниловский источник 205, 206, 209.
Ниргили р. 75.
Ния р., правый приток Таюры 216.
Новая Зеландия 150.
Ново-Зеландский сдвиг 150, 151.
Новокузнецк город 194.
Новоселенгинск сел. 200.
Новосибирск 194, 195.
Новый Намаракит оз. 141.
Нойхонский хр. 119.
Ньяса оз. в Африке 26, 27, 157.
Нюкжа р. 142, 193.
Нюкча р. 216.
Нюя р. 174.
Нявдонинская свита 159.
Облом мыс 108, 110.
Обманный хр. 118, 119.
Обор р. 124.
Обручевский (Главный Байкальский) сброс 18, 25, 33, 35, 37, 38, 44, 46, 49, 53, 58, 59, 60, 64, 65, 66, 67, 78, 79, 82, 87, 88, 116, 116 (вкл.), 118, 132, 139, 144, 153, 154, 159, 165, 166, 169, 187, 189, 190, 196, 197, 198, 204, 207, 208, 212, 216.
Обская губа 219, 220, 221.
Обь р. 220.
Оймур сел. 199, 200.
Ока р. (приток Ангары) 15, 116 (вкл.), 126, 144, 199, 200, 201.
Окунайка р. 137, 140.
Олеккан р. 216.
Олекма р. 81, 138, 142, 174, 175, 193.
Олекмо-Чарское нагорье 17.
Оленгуй р. 116 (вкл.)
Оленек р. 212, 218, 219.
Оленекский вал 219.
Олхинское плоскогорье, Олхинская глыба 70, 73, 77, 80, 88, 128, 169.
Ольхон о-в (Ольховская глыба) 20, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 44, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 70, 78, 79, 80, 118, 154, 160, 162, 163, 165, 169, 173, 179, 197, 198, 200, 202, 203.

Ольховская перемычка (пережим) под корового рва 165, 167.
Ольховские ворота, пролив 35, 57, 60, 118, 165.
Омулевая губа 62, 63.
Онгоконская губа 62, 63.
Онгоконский мыс 63.
Онгурунская гряда, Онгурунские горы 52, 53, 62, 71, 78.
Онгурунский берег 36, 52, 53, 69, 72, 117, 165, 166.
Онгурунский тектонический разрыв 69, 71.
Онгурунский ручей 71.
Онгуруны сел. 36, 159.
Онега р. 220.
Онежская губа 220.
Онежское оз. 221.
Онон р. 116 (вкл.), 199, 200.
Олот р. 126, 130, 131.
Олотская возвышенность 22, 40, 69, 215.
Оргокон мыс 75.
Ороктокон мыс 49, 76.
Орхон р. 116 (вкл.), 174.
Оса р., 216.
Осиновка, три реки на южном берегу Байкала 93, 94, 95.
Осинская циркулярная долина 216.
Охотское море 222.

Паньковка р. 90.
Парама р. 138, 139.
Парамский порог 139.
Патом (Большой Патом) р. 174.
Патомское нагорье 174, 178.
Переёмная р. 31, 35, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 185.
Переёмнинская губа 95.
Песчаная губа 35, 179, 180, 181, 182, 184, 188, 199.
Петровск-Забайкальский город (Петровский завод) 119, 124, 125, 200, 201.
Петровско-Забайкальский сдвиг 125.
Печора р., Печорская равнина, низменность 24, 220, 221.
Пешерка губа 54.
Пилка р. 174.
Питателевский источник (Ильинский) 112, 205, 206, 208.
Питателевский сдвиг 112.
Подорвиха р. 126.
Подпорожная р. 128.
Покойники, урочище 180, 181, 182, 184.
Половинка р. 93, 94, 95, 97.
Полуостровные хребты (в Калифорнии) 148.
Понгонский горный отрог 217.
Понгонье мыс 31, 75, 76, 85, 217.
Поперечно-Байкальский пояс разломов, Поперечно-Байкальский сдвиг 52, 53, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 87, 117, 118, 124, 136, 145, 154, 158, 165, 166, 169, 173, 183, 196, 197, 204, 210, 213.
Поперечные хребты (в Калифорнии) 148.
Поперечный хр. в Забайкалье 119.
Пошигай р., Попигойская котловина 218.
Посольск (Посольский монастырь) 30, 99, 100, 101, 105, 110, 198.
Посольская банка 162.
Посольская ж.д.ст. 100, 102.
Посольский монастырь, см. Посольск.

- Посольский надвиг (Посольская структура) 105, 106, 144.
 Посольский (Большой) сор 100, 102, 163, 188.
 «Посольско-Бугульдейский вал» 110, 163.
 Посольское поднятие 99, 100.
 Правый Урбикан р. 217.
 Предпровальный ров на дне Байкала 111.
 Пржевальск г. 26.
 Прибайкалье 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 19, 21, 23, 24, 25, 38, 41, 50, 73, 74, 77, 83, 90, 94, 102, 103, 112, 113, 127, 143, 144, 145, 146, 148, 150, 151, 154, 155, 156, 158, 163, 164, 167, 168, 170, 172, 178, 183, 196, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 209.
 «Прибайкальская зона» протерозойских пород 158.
 Прибайкальские горы, см. Байкальские горы.
 Прибрежно-Ольхонские горы 35, 36, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 61, 68, 78, 163, 165, 169.
 Приволжская возвышенность 220.
 Прикозоголье 173, 205, 206.
 Приленская равнина 137.
 Приморский хребет 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 33, 35, 36, 40, 42, 52, 53, 58, 61, 64, 67, 68, 69, 73, 78, 80, 87, 88, 116 (вкл.), 127, 135, 158, 159, 160, 161, 163, 169.
 Провал залив 31, 108, 110, 111, 112, 118, 188, 198, 199, 201, 213.
 Пур р. 220.
 Пutorана плато 218.
 Пьяная р. 123.
- Разбор мыс 75.
 Рассоха приток р. Попигая 218.
 Рассыпной мыс 50.
 Рейнские грабены 221.
 Рель р. 43, 117.
 Риддерский рудник 194.
 Рудольфа оз. в Африке 26.
 Руква оз. в Африке 26, 157.
 Русская равнина, платформа 81, 131, 146, 220, 221.
 Рыбачье, сейсмическая станция на берегу Иссык-Куля 26.
 Рытая падь 70.
 Рытый мыс 117, 154.
- Савкина р. 137.
 Саган-Марян мыс 36, 48.
 Саган-Угун р. 70.
 Сала р. 218.
 Самарская лука 220.
 Самдакское поднятие 75.
 Сан-Андреас разлом (сдвиг) в Калифорнии 148, 150, 151, 198, 222.
 Сан-Франциско город 198.
 Сангилен хр. 193.
 Сарма р. 36, 40, 68, 78.
 Саянские (Восточно-Саянские) сдвиги 126, 150.
 Саянский Главный хребет, водораздел 133, 193.
 Саяны (Саянское нагорье), Восточные Саяны (Восточно-Саянское нагорье) 9, 15, 23, 91, 127, 130, 131, 133, 147, 159, 162, 176, 192, 193, 194.
 Светлая р. 116 (вкл.), 144.
- Святой Нос п-ов (горст) 52, 53, 54, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 75, 77, 80, 81, 84, 85, 117, 118, 124, 131, 136, 154, 160, 187, 188.
 Севан оз. 25.
 Северная Двина р. 220.
 Северное Прибайкалье 52, 62, 64, 66, 67, 80, 81, 131, 151, 174, 175, 183, 202, 205.
 Северное устье р. Селенги 111.
 Северный Ледовитый океан 41, 172, 176, 220, 221.
 Северо-Байкальская котловина (Северная котловина Байкала, впадина), Северный Байкал 16, 28, 41, 42, 43, 45, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 158, 162, 165, 167.
 Северо-Байкальская низменность 32.
 Северо-Байкальские сдвиги 88, 107, 135, 136, 146.
 Северо-Байкальское землетрясение 193.
 Северо-Байкальское нагорье (горы) 91, 136, 137, 138, 139, 140, 147, 168, 174.
 Северо-Восточное Прибайкалье 9.
 Северо-Дырындинские горы 193.
 Северо-Монгольская впадина 173, 174.
 Северо-Монгольское землетрясение 193.
 Северо-Мульский хр. 15, 16, 24, 116 (вкл.), 139, 175.
 Северо-Ольхонское плато 118.
 Селенга р., Селенгинская долина 9, 10, 15, 18, 24, 29, 30, 31, 32, 59, 77, 79, 84, 85, 87, 88, 89, 91, 101, 103, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 116 (вкл.), 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 144, 161, 163, 164, 169, 171, 173, 174, 188, 193, 198, 199, 200, 201, 202, 205, 206, 210, 212.
 Сейюнский источник 208.
 Селенгинск сел. 123, 198.
 Селенгинская Даурия 9, 79, 87, 113, 118, 119, 120, 123, 124, 146, 147, 155, 163, 171, 172, 173, 176, 191, 204.
 Селенгинская дельта (дельта Селенги) 17, 21, 30, 31, 32, 37, 42, 65, 91, 92, 98, 99, 107, 108, 109, 110, 111, 118, 155, 173, 199, 203, 204, 207, 210, 218.
 «Селенгинская зона» протерозойских пород 159.
 Селенгинская котловина (депрессия) в кристаллическом фундаменте, см. Устье Селенгинская котловина.
 Селенгинская низменность 28, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 188, 210, 212.
 Селенгинские структуры (разломы) 118, 120, 121, 123, 163, 173.
 Селенгинский сдвиг 123, 124, 173.
 Селенгинское Забайкалье, см. Селенгинская Даурия.
 Селенгинское поднятие мантии 163, 165, 167, 173.
 Сибирская платформа 10, 13, 17, 20, 21, 22, 38, 50, 59, 60, 61, 69, 73, 78, 79, 81, 84, 90, 91, 126, 128, 131, 133, 136, 137, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 151, 155, 160, 161, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 171, 173, 174, 175, 182, 183, 184, 190, 193, 194, 196, 200, 201, 204, 212, 214, 215, 217, 218, 219, 222.
 Сибирь 8, 46, 124, 140, 143, 192, 210, 212, 219.
 Скандинавский полуостров 221

- Слюденская гора на севере Байкала 47.
 Слюденка р. на севере Байкала 47, 117.
 Слюдянка р., город 92, 185, 200.
 Смородиновая падь 72.
 Снежная р. 35, 89, 93, 94, 188.
 Соболев мыс 72, 127, 136.
 Солзан р. 92.
 Солонцовая падь 47.
 Солонцовые мысы 28, 42, 159.
 Сосновка р. 28, 42, 75, 135.
 Сосновская губа 64.
 Сосново-Озерское сел. 200.
 Сосновско-Таркуликовский защерб 75, 135.
 Сосновый бор возвышенность 109.
 Сосвинский мусюр, возвышенность на севере Печорской равнины 220.
 Сохондо г. 116 (вкл.).
 Сохор г. 91.
 Среднеазиатская сейсмическая зона 202.
 Средне-Байкальская котловина (Средняя котловина Байкала), впадина, Средний Байкал 16, 23, 41, 42, 43, 52, 53, 55, 57, 58, 63, 110, 114, 123, 124, 158, 162, 163, 165, 167.
 Средне-Байкальский продольный сдвиг 118, 123, 124.
 Средне-Байкальское землетрясение 188, 201, 202.
 Среднее Прибайкалье 52, 183, 202.
 Средне-Сибирское плоскогорье 15, 17, 18, 19, 22, 29, 67, 116 (вкл.), 149, 201.
 Средняя Азия 25.
 Становая шель 138.
 Станового нагорья землетрясения 191.
 Становое нагорье (Становые горы) 17, 19, 20, 25, 138, 140, 141, 142, 162, 174, 175, 190, 191, 192, 193, 194, 203.
 Становой разлом 141, 142.
 Становые впадины, грабены 17, 175.
 Старое Татаурово сел. 122.
 Стволовая р., падь 110, 188, 211.
 Стволовая терраса 211.
 Степное Приобье 220.
 Столбовской о-в (Бакланий камень) 35.
 Суевинская лощина 220.
 Сузунский завод 194.
 Сухая р. (на юго-восточном берегу Байкала) 31, 110, 207, 210, 211.
 Сухая деревня 118, 200.
 Сухой ключ на Баргузинском берегу 75.
 Сухой ручей на южном берегу Байкала 99, 103.
 Сухоручейные гривы 103.
 Сухоручейный горный выступ, тектоническая ступень 100, 102, 103.
 Сыныр хребет 174.
 Сьюльбан р. 193.
 Тагархай р., урочище 133, 134.
 Тагархайский сдвиг 133, 134.
 Тагна р. 126.
 Тагул р. 126.
 Таежная гора 100.
 Тазовская губа 221.
 Таймендра р. 174.
 Талаанка губа 50.
 Таласо-Ферганский сдвиг 150, 151.
 Талая сел. 209.
 Тамара р. 215.
 Тамирская гряда 118, 119.
 Танганьика оз. в Африке 26, 27, 157.
 Танганьикские горы 27.
 Танну-Ола хр. 194.
 Танну-Ольские землетрясения 193.
 Танхой пос. 29, 89, 92, 93, 161, 180, 181, 182, 184, 185, 200, 201.
 Танхойский подводный выступ дна Байкала 92, 93.
 Танхойская равнина 89, 90, 169.
 Танхойский берег 35, 48, 49.
 Таркулик р. 56, 75, 86, 135.
 Таркуликовская банка 56, 57, 86, 135.
 Таркуликовский сдвиг, сброс 53, 86, 135, 136, 138.
 Татаурово сел. 122, 123, 200.
 Татауровская свита, 122.
 Татауровский надвиг 122, 123.
 Ташкай пос. 180, 181, 182, 184.
 Творогово село 108.
 Творогово-Истокское поднятие, см. Бerezово-Твороговское поднятие.
 Твороговская возвышенность 108, 109, 110.
 Твороговское поднятие 109.
 Темник р. 18.
 Тепхырские провалы 113, 173.
 Терсей-Алатау хр. 25, 26.
 Тимлюй р. 100, 106.
 Тисса р. 193.
 Тихий океан 26, 148, 172, 221, 222.
 Тихоокеанская сейсмическая зона 202.
 Тихоокеанские краевые разломы 222.
 Тихоокеанский пояс 170.
 Тихоокеанское побережье Америки 222.
 Тола р. 174.
 Толба р. 212.
 Толбага сел. 200.
 Толбазиха р. 100, 102, 103, 104.
 Толбазинский горный выступ, тектоническая ступень 100, 102, 104.
 Толстихинский источник 205, 206.
 Толстый мыс на юго-восточном берегу Байкала 211.
 Томпа сел. 179, 180, 181, 182, 184.
 Томпуда р. 31, 43, 75, 136.
 Тонкий мыс на юго-восточном берегу Байкала 50.
 Торей село 193.
 Торская котловина 70, 128.
 Тотхой р. 215.
 Тощка урочище 117.
 «Трехчленный байкальский комплекс» (синийские отложения) 212.
 Троицкое (Монастырское) сел., Троицкий монастырь 198.
 Туба р. 212.
 Тува область 193, 194.
 Тугнуйская впадина 124.
 Туманшет р. 126.
 Тумелик р. 132.
 Тунгокочен сел. 200.
 Тунка село 188.
 Тункинская долина, Тункинский грабен 8, 9, 13, 14, 15, 16, 18, 21, 23, 24, 28, 46, 49, 50, 70, 77, 79, 81, 82, 83, 92, 109, 116, 117, 128, 131, 133, 134, 156, 161, 162, 164, 167, 168, 169, 176, 188, 196, 204, 205, 206, 208, 209, 213.
 Тункинские гольцы, хребет 16, 46, 70, 82, 116 (вкл.), 131, 132, 133, 134, 159, 178, 188, 206.
 Тункинский аршан 206.
 Тункинское Прибайкалье 169, 202, 206.

Тушик сел. 200.
Турали мыс 75.
Туран село 188.
Турка р. 31, 74, 80, 83, 84, 116, 116 (вкл.),
144, 165, 200.
Туркинский источник, см. Горячинский
источник.
Туркинский хр., горы 15, 16, 21, 52, 53,
77, 80, 166.
Туркуит губа 75, 76.
Тутура р. 215.
Тутурское озеро 215, 216.
Тыреть сел. 200.
Тыя р. 43, 117, 140.
Тянь-Шань горы 150.

Убса-Нур оз., Убса-Нурская впадина 194.
Угунгой о-в 36.
Уда р. (приток Селенги) 15, 85, 116 (вкл.),
119, 144, 199.
Уда р. в бассейне Ангары 126, 199.
Удинско-Иволгинская впадина 121.
Удокан (Удоканский) хребт 17, 25, 140,
141, 142, 175, 190, 193, 197.
Узур губа 179, 180, 181, 182, 184.
Уколкитская свита 159.
Улаи-Бурга р. 66, 115.
Улаи-Бургасинская глыба 84, 88.
Улаи-Бургасы хр., горы 15, 16, 19, 21,
24, 52, 53, 84, 106, 107, 112, 116 (вкл.),
121, 123, 160, 173.
Улаи-Нур падь 33.
Улаи-Удэ (Верхнеудинск) 24, 82, 84,
107, 116 (вкл.), 119, 120, 121, 122, 123,
144, 163, 164, 198, 199, 200.
Улдза р. 116 (вкл.).
Улутуйская свита 158.
Улур (правый приток р. Кабаньей) 217.
Улькан р. (приток Лены) 216.
Улькан р. (приток Киренги) 69, 137.
Умбелла р. 137.
Умхейский источник 208.
Уналей р. 123.
Унгдар хр. 139.
Унгура р. 215.
Унда р., Удинская впадина 172.
Урал, Уральский хр. 50, 220.
Урбикан мыс 76, 160.
Урбикан р. 75, 115, 217.
Ургудеевские гольцы 92.
Ури р. 205.
Урик р. 126, 130, 131, 132.
Уринский источник 208.
Уса р. 220.
Усолье Сибирское город 200.
Усть-Баргузин пос. 118, 188, 200.
Усть-Баргузинская впадина, низмен-
ность 52, 66, 206.
Усть-Каменогорск город 194.
Усть-Кут сел. 198.
Усть-Селенгинская (Селенгинская) кот-
ловина (депрессия) в кристаллическом
фундаменте 30, 109, 110, 212, 218, 221.
Усть-Селенгинский раздвиг 107, 108, 110,
111, 112, 162, 196, 197, 198, 200, 204,
210.
Усть-Уда сел. 201.
Усть-Харауз пос. 107.
Усумун (правый приток Анабара) 219.
Утулик р. 92, 105, 185.
Утуликский хр., отрог 92.

Ушаковка р. 93, 94, 95.
Ушканий желоб на дне Байкала 62, 85,
87.
Ушканий подводный порог, Ушканская
глыба 16, 41, 43, 52, 53, 54, 55, 56, 57,
58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 78, 79,
85, 117, 118, 162, 167.
Ушканий пролив 54, 66, 85, 86.
Ушканский сброс 55.
Ушканьи о-ва (Большой и Малые), Уш-
каний архипелаг 11, 13, 34, 42, 43, 53,
54, 55, 56, 57, 58, 60, 85, 117, 118, 124,
154, 180, 181, 182, 184.
Уюкская впадина 193, 194.

Фертик губа 62, 63.
Фертик мыс 63.
Финляндия 221.
Финский залив 221.
Фофаново сел. 107, 112.
Фролиха р. 75, 205.
Фролиха оз. 198.
Фролихинский источник, Фролиха, 205,
206, 208.
Фролихский защерб 75.

Хаим р. 114.
Хайрем ручей 52, 53, 71, 72.
Хайремский сброс 70.
Хадартуй мыс 36.
Хакусский защерб 75.
Хакусское поднятие 75.
Хакусы губа, источник 75, 206.
Халтыгей мыс 36.
Хаман-Кит мыс 75.
Хамар-Дабан хр., нагорье 13, 14, 15, 16,
17, 18, 19, 21, 23, 24, 46, 48, 49, 77, 84,
87, 88, 89, 91, 92, 96, 99, 100, 101, 102,
103, 104, 106, 107, 112, 116 (вкл.),
119, 120, 121, 123, 129, 133, 147, 155,
161, 162, 163, 164, 166, 168, 169, 173,
174, 175, 176, 178, 188, 205, 207, 209,
221.
Хамар-Дабанский берег 87, 136.
Хамар-Дабанское повышение мантии 173.
Хамбинский хр. 118, 119.
Хангай горы 193.
Хангайский хр. 193.
Ханда р. 215, 216.
Хандинский прогиб 165.
Хан-Ула горы 91.
Харагун р. 209.
Хара-Нур сел. 215.
Хара-Нурская долина 215.
Харанхой сел. 216.
Харауз пос. в устье Селенги 199, 200.
Харауз сел. в Забайкалье 124.
Хараузский разлом 124, 125.
Харгантуйский хр. 118, 119.
Хархире-Нуру горы 194.
Хетга р. 220.
Хибеленская свита 159.
Хибины горы (на Кольском п-ве) 24.
Хилок р. 116 (вкл.), 118, 119, 120, 124,
125, 144, 199.
Хобой мыс 80, 118.
Хогот р. 38.
Холм гора 102, 104.
Холминский горный выступ, тектоничес-
кая ступень 100, 102, 104.
Холодная р. 117.

Холой р. 125.
Хольше-Гол р. 215.
Холонца р. 215.
Хоринск сел. 200.
Худун р. (в Забайкалье) 116 (вкл.), 144.
Худунский хр. 119, 125.
Хужиры пос. на Ольхоне 38.
Хыбыкта р. в Забайкалье 125.

Цаган-Дабан хр. 119, 124, 125.
Цаган-Хуртей хр., 116 (вкл.), 119, 125.
Цаганское землетрясение 188, 196.
Цакир гора 211.
Центрально-Байкальское плоскогорье 44.
Цильма р. (приток Печоры) 220.
Ципа р. (приток Витима) 116 (вкл.), 174, 199, 200.

Чайская свита 159.
Чанчур р. 38, 66.
Чанчурские горы 52, 53, 61, 62, 64, 67, 69, 71, 78.
Чара р. 138.
Чарская впадина 138, 203, 204.
Чарыш р. 194.
Чая р. 116 (вкл.), 136, 137, 138.
Чаячий о-в 101.
Черемуховая грива 99.
Черемуховое озеро 99.
Черемхово город 200.
Черемшанский сброс 64.
Черепаниха р. 137.
Черкаловский провал 101.
Черкаловский сор 101.
Черное море 25.
Чернуха р. 104.
Черный Иркут р. 132.
Черный мыс 75.
Черского гора 77, 117, 136, 169.
Черского засечки 34, 135.
Черского сквозные долины 59, 116, 123, 169, 171.
Черского хребет в Забайкалье 172.
Чечевки пос. 25.
Чечуй р. 137.
Чивыркуйские горы 53.
Чивыркуйский залив 28, 31, 42, 43, 52, 56, 62, 63, 64, 117, 135.
Чивыркуйский перешеек 28, 32, 62, 63, 135, 207, 213.
Чивыркуйский провал 62.
Чивыркуйский пролив (древний) 63.
Чикан р. 215.
Чикой р. 15, 116 (вкл.), 118, 119, 120, 172, 200, 201.
Чикой-Ингодинские впадины, грабены 116 (вкл.), 172.
Чикой-Ингодинский тектонический шов 171, 172, 174.
Чина р. 142.
Чирковская губа 63.
Чита город 20, 116 (вкл.), 119, 199, 201.
Чита р. 119, 172.
Читкан село 66, 67.
Чичкан р. 138.

Чубар гора 31.
Чуро р. 116 (вкл.), 139.
Чуроқан р. 188.

Шаманский порог 205.
Шартла мыс 32, 160.
Шарджелга р. 193.
Шарьжалгайский комплекс архейских пород 128.
Шегнанда мыс 75, 217.
Шегнанда р. 151, 197, 217.
Шестопалиха р. 94.
Шилка р. 172, 199.
Шимай о-в 63, 135.
Шимайский разлом, сдвиг 135, 136, 207.
Шимайский утес 135.
Шимки село 188.
Шинтуй мыс 33.
Ширигли р. 75.
Шона р. 216.
Шотландия 149.
Шумак р., источник 206.
Шумиха р. 108.

Щелья-Юр село (на Печоре) 220.

Эгин-Гол р. 116 (вкл.).
Эдуард оз. в Африке 26.
Эльбурс горы в Иране 25.
Эковор оз. 216.
Энхалук пос. 28, 188.
Эрмана хр. 172.

Южная Бавария 154.
Южно-Байкальская котловина (Южная котловина Байкала), впадина, Южный Байкал 23, 42, 43, 44, 52, 92, 110, 128, 159, 162, 167.
Южно-Байкальский разлом, сдвиг, сброс 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 99, 100, 101, 103, 105, 107, 112, 126, 136, 144, 146, 207.
Южное Прибайкалье 64, 116, 178.
Южно-Муйский хр. 15, 17, 25, 116 (вкл.), 141, 175, 193.
Южно-Чуйский хр. 194.
Южный мыс на Большом Ушканьем острове 58.
Южный Кедровый мыс 18.

Яблоновый водораздел 172.
Яблоновый хребет 116 (вкл.), 119, 171, 172, 176, 178, 221.
Ядор гора 71.
Ядор о-в 38.
Язовка р. 93, 94.
Якутия 212.
Якшакан губа 49, 75, 76.
Якшакан ручей 77.
Якшакан ущелье, Якшаканский защерб 31, 75, 154.
Ямаровка курорт 119.
Янчуйская свита 159.
Япония 221.
Японская островная дуга 222.
Японское море 222.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От редактора	5
Предисловие	7
Глава I. Значение Байкальской впадины в образовании ее горного обрамления	14
Глава II. О северо-западном смещении Байкала	28
Глава III. Поперечное раздвижение и асимметрия Байкальской впадины	44
Глава IV. Поперечно-Байкальский пояс разломов	52
Глава V. Поперечные разрывы фронтального борта Байкальской впадины	68
Глава VI. Продольное раздвижение Байкальской впадины	74
Глава VII. Продольные сдвиги по краю Сибирской платформы	84
Глава VIII. Южно-Байкальский сдвиг	91
Глава IX. Разветвление Южно-Байкальского сдвига	99
Глава X. Усть-Селенгинский раздвиг	107
Глава XI. Байкало-Селенгинский сдвиг	114
Глава XII. Восточно-Саянские сдвиги	126
Глава XIII. Северо-Байкальские и Муйские сдвиги	135
Глава XIV. Закономерности неотектонических сдвигов в Прибайкалье . .	143
Глава XV. Размах байкальских и других крупнейших сдвигов	148
Глава XVI. Байкальская впадина и глубинный разлом	155
Глава XVII. Соотношение горизонтальных смещений и изостатических поднятий в неотектонике Восточной Сибири	171
Глава XVIII. Микропульсации земной коры и землетрясения	179
Глава XIX. Геологические особенности землетрясений в Прибайкалье и соседних районах	196
Глава XX. Расположение термо-минеральных источников в Байкальской впадине и соседних горах	205
Глава XXI. О глубинном происхождении байкальской нефти	210
Глава XXII. Байкальская впадина и окружающее пространство	214
Литература	223
Указатель географических и геологических названий	235

CONTENTS

From the Editor	5
Foreword	
Chapter I. Importance of Baikal Depression in the formation of its mountain framing	14
Chapter II. On the north-western shift of Baikal Lake	28
Chapter III. Transverse pull-apart and asymmetry of Baikal Depression	44
Chapter IV. Transverse Baikalian belt of faults	52
Chapter V. Transverse fractures of the front border of Baikal Depression	68
Chapter VI. Longitudinal pull-apart of Baikal Depression	74
Chapter VII. Longitudinal strike-slip faults along the margin of the Siberian platform	84
Chapter VIII. South-Baikalian strike-slip fault	91
Chapter IX. Branching of the South-Baikalian strike-slip fault	99
Chapter X. Ustj-Selengian pull-apart	107
Chapter XI. Baikal-Selengian strike-slip fault	114
Chapter XII. East-Sayan strike-slip faults	126
Chapter XIII. Norths-Baikal and Muya strike-slip faults	135
Chapter XIV. Regularities of neotectonic strike-slips in the Baikalian region	143
Chapter XV. Amount of the Baikalian and other largest strike-slip faults	148
Chapter XVI. Baikal Depression and the deep-seated fracture	155
Chapter XVII. The correlation of horizontal displacements and of isostatic uplifts in neotectonics of East Siberia	171
Chapter XVIII. Earth's micropulsations and earthquakes	179
Chapter XIX. Geological features of earthquakes in Baikal region and in adjacent areas	196
Chapter XX. Location of thermo-mineral springs in Baikal Depression and in adjacent mountains	205
Chapter XXI. On the deep-seated origin of oil in Baikal Depression	210
Chapter XXII. Baikal Depression and the surrounding area	214
Bibliography	223
Index of geographical and geological names	235

Василий Васильевич Ламакин

Неотектоника Байкальской впадины

*Утверждено к печати Геологическим
институтом АН СССР*

Редактор издательства *Л. В. Миракова.*

Художник *А. С. Сорензон*

Технический редактор *Л. В. Каскова*

Сдано в набор 20/XII 1967 г. Подп. к печ. 11/VII 1968 г.
Формат 70×108¹/₁₆. Бумага: № 1. Усл. печ. л. 23,45.
Уч.-изд. л. 22,9. Тираж 1200 экз. Т-10630. Тип. зак. 3806.

Цена 2 р. 28 коп.

Издательство «Наука».

Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука».

Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

СПИСОК ОПЕЧАТОК И ИСПРАВЛЕНИЙ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
36	21 св.	северо-западнее,	северо-восточнее,
38	27 св.	на мысе Красном против	на мысе Красном, против
50	37 св.	в платформе,	к платформе,
54	8 св.	пролив,	пролив.
151	Табл. 1.	з — С ₂ (70)	О ₃ — С ₂ (70)
159	8 св.	Няндоксинская свита <3	Няндонинская свита >3
183	15 св.	расщеплением	расщелением
206	22 св.	восточной	западной

На рис. 31 (стр. 119) должна быть прерывистая линия (вероятная дизъюнктивная линия) по р. Селенге к северу от г. Улан-Удэ.

В. В. Ламакин.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»