Происхождение Байкальской впадины

В. В. Ламакин

Доктор геолого-минералогических наук
Москва

Сообщения о Байкале появляются на страницах газет и журналов довольно часто. Судьба необыкновенного озера в связи с его хозяйственным освоением волнует всех. А для ученых Байкал с его впадиной — прекрасная лаборатория, созданная самой природой, где разнообразные ее проявления особенно выразительны. Изучение самого озера, населяющих его организмов, местного климата, воды обогащает науку. Не менее интересно узнать происхождение и геологическую историю Байкала, точнее впадины, в которой он расположен. Для этого необходимо изучить и окружающие горы.

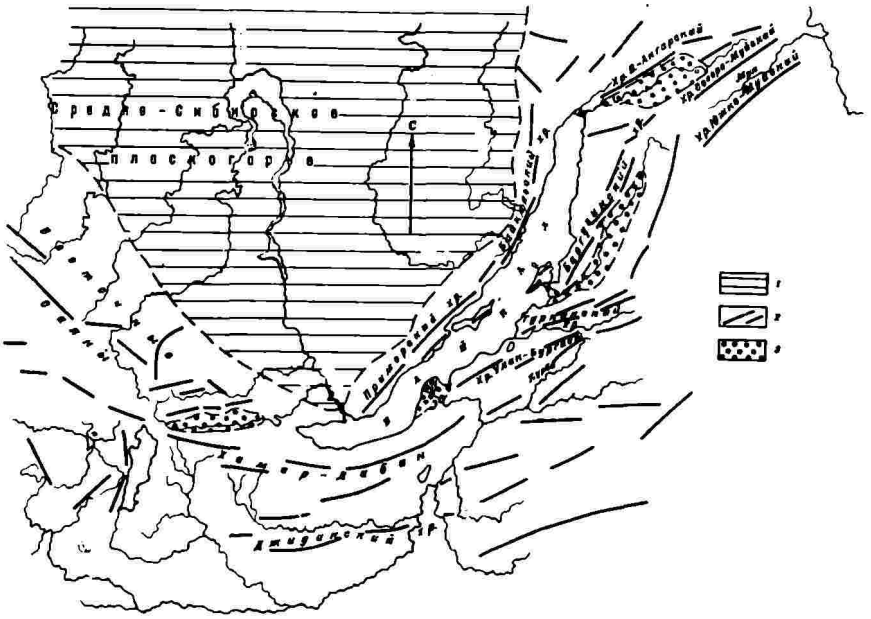
Байкал глубок, длинен и сравнительно узок. Находится он в еще более длинной впадине, в состав которой входят также Верхне-Ангарская долина на севере, Тункинская долина и озеро Косогол на юге. Кроме того, к северо-востоку от Байкала ответвляется большая Баргузинская долина.

Байкал, с его продолжением в виде Тункинской долины, вытянут дугой, вогнутая сторона которой обращена на северо-запад, а Верхне-Ангарская и Косогольская котловины образуют симметрично расположенные концевые отвороты этой дуги. Общая длина всей Байкальской впадины 1500 км при наибольшей ширине в середине около 100 км. Длина Баргузинской ветви — 200 км. Сам Байкал в современных очертаниях протянулся более чем на 600 км, а ширина его равна 80 км. К оконечностям озеро сильно сужается.

Байкал расположен между обширной Сибирской платформой на северо-западе и полосой менее древней каледонской складчатости, образовавшейся в первые периоды палеозойской эры.

Характернейшая морфологическая черта Байкальской впадины — это поперечная асимметрия, резко выраженная на всем протяжении. Северо-западный обрывистый борт впадины, ближайший к платформе, образован огромным так называемым Обручевским сбросом в земной коре с вертикальным размахом смещений до 2,5 км, а противоположный, юго-восточный пологий борт — более или менее плавным тектоническим прогибом, который только местами осложняется горизонтальными сдвигами и второстепенными сбросовыми обрывами.

Байкальская впадина с находящимся в ней озером возникла в середине третичного периода геологической истории, приблизительно 25—30 млн лет назад. До этого почти в течение 100 млн лет происходило разрушение еще более древних гор, которые сгладились и превратились в равнину с мощной корой выветривания. Древняя равнина, существовавшая на месте современного При-



Расположение Байкальской впадины: 1 — Средне-Сибирское плоскогорье; 2 — горные хребты; 3 — обсохшие котловины, входящие в состав Байкальской впадины и выполненные отложениями преимущественно озерного происхождения

Фото автора

байкалья, кое-где сохранилась до сих пор.

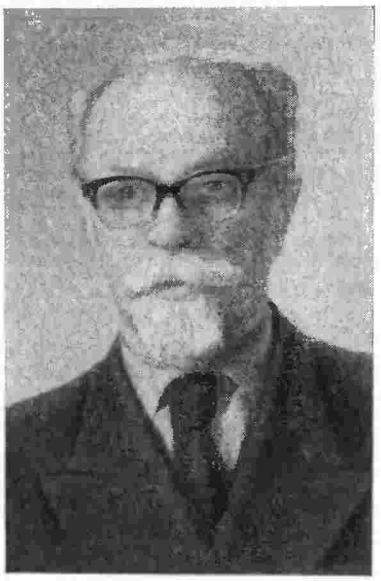
Развитие Байкальской структуры, т. е. впадины и обрамляющих ее гор, происходит до настоящего времени, причем темп его не только не замедляется, а даже усиливается. На это указывает бо́льшая скорость тектонических движений в четвертичном периоде по сравнению с неогеном (вторая половина третичного времени). Но, разумеется, суммарный размах движений за неоген намного превышает размах за сравнительно очень короткий четвертичный период (около 1 млн лет). А поскольку впадина быстро углубляется (глубина озера 1620 м), рыхлые осадки не успевают скопиться на дне озера.

Раздвижение и провал земной коры

Выдающиеся натуралисты Паллас и Георги, побывавшие на Байкале в 1772 г., объяснили в самой общей форме его происхождение щелью и провалом в земной коре. В конце прошлого века провальное происхождение Байкальской впадины в условиях раздвижения геологически обосновал знаменитый ученый В. А. Обручев. Затем это мнение поддерживали многие геологи. В настоящее время объяснение раздвиго-провального происхождения Байкальской впадины следует уточнить и дополнить, воспользовавшись последними научными достижениями.

Прежде всего огромный сброс, протянувшийся только с северо-западной стороны впадины, указывает на ее раздвижение в одну сторону — на северо-запад. Одностороннее раздвижение и расщепление земной коры в Прибайкалье связано с небольшим отодвиганием Сибирской платформы. Признаками горизонтальных смещений платформы на северо-запад служат многочисленные тектонические обрывы плоскогорного рельефа по разрывам земной коры. Для них характерно дугообразное протяжение. Хотя обрывы сравнительно невелики, но по расположению подобны дуге Обручевского сброса. Они также смотрят на юго-восток, а вогнутости их протяжений обращены на северо-запад. Вдоль

Глубокая долина в Хамар-Дабанском хребте. Она отличается малой извилистостью вследствие обработки ее древним ледником. По обеим сторонам над долиной хорошо сохранилась древняя равнина, образовавшаяся в меловое и палеогеновое время на месте размытых еще более старых гор. В связи с углублением Байкальской впадины равнина высоко поднялась в конце неогена и четвертичном периоде, образовав вершинную поверхность Хамар-Дабана



Василий Васильевич Ламакин,
геолог, старший научный сотрудник Геологического института Академии наук СССР,
исследователь многих районов СССР. Изучает Прибайкалье с 1927 года.
Им опубликовано более 140 научных работ
преимущественно по четвертичной геологии,
а также популярные книги «Загадки Байкала» (1963) и «По берегам и островам Байкала» (1965).
В итоге многолетнего изучения Байкальской впадины В. В. Ламакиным разработана раздвиго-провальная теория ее происхождения,
изложенная в книге «Неотектоника Байкальской впадины» (1968).

подножий обрывов текут многие реки, принадлежащие бассейнам Ангары и Лены. Расположенные над обрывами верховины возвышенностей полого наклонены на северо-запад.

Еще более ярко одностороннее расщепление земной коры проявляется с юго-восточной стороны Байкала. Косые грабены небольших продольных впадин на юго-восточном побережье озера, известные под названием сквозных долин Черского, образовались по односторонним сбросам, которые обращены на юго-восток, как и главные сбросы во всей Байкальской впадине. А это указывает на то, что одностороннее северо-западное раздвижение земной коры в ослабленном виде захватывает и юго-восточное побережье Байкала.

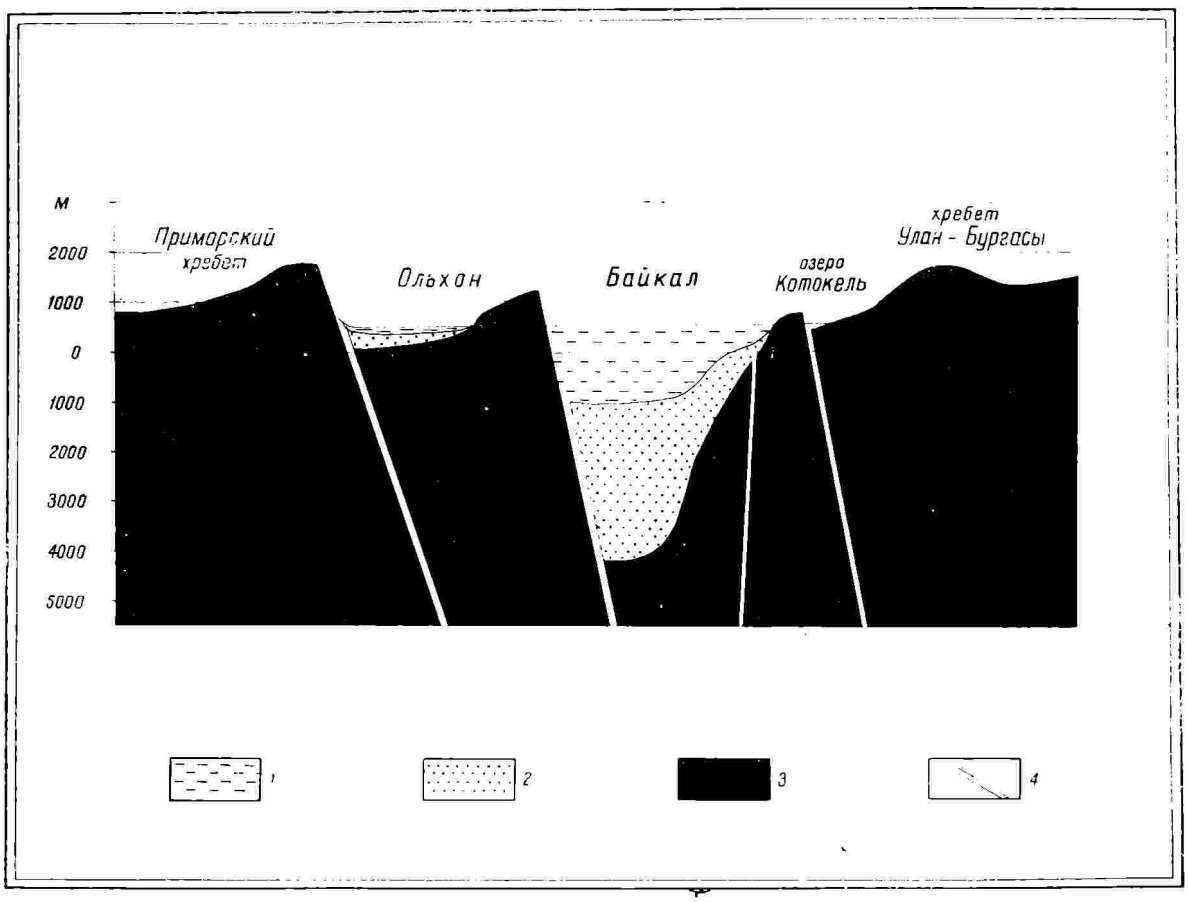
Больше того, признаки северо-западного тектонического раздвижения прослеживаются и далее от Байкала, через все Селенгинское Забайкалье, вплоть до Яблонового хребта, за которым Чикой-Ингодинский шов разграничивает области каледонской и верхнепалеозойской складчатости.

Таким образом, Байкальская впадина находится среди очень большого пространства, подверженного северо-западному раздвижению земной коры на современном (неотектоническом) этапе ее развития. Но по границе между Сибирской платформой и каледонской складчатой зоной раздвижение резко усиливается. Это и вызвало здесь провал глубочайшего озера.

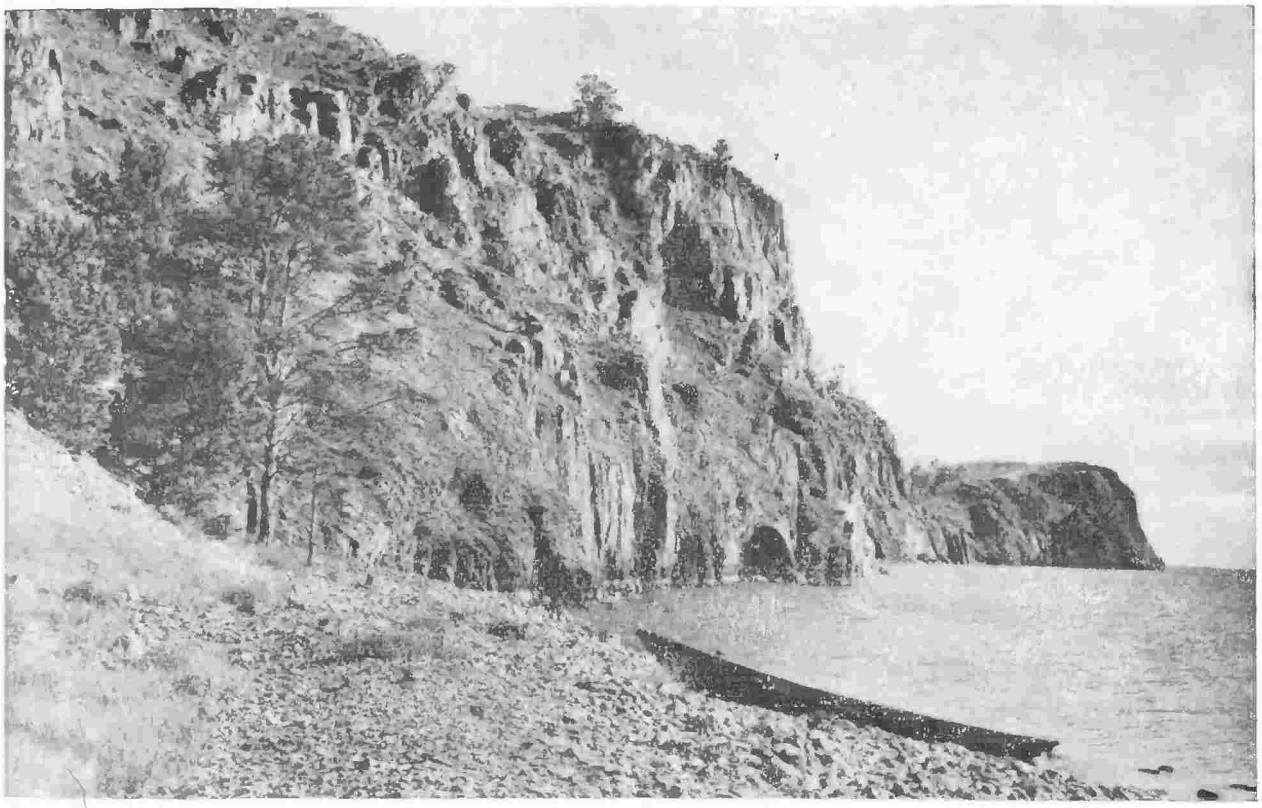
Смещение на северо-запад

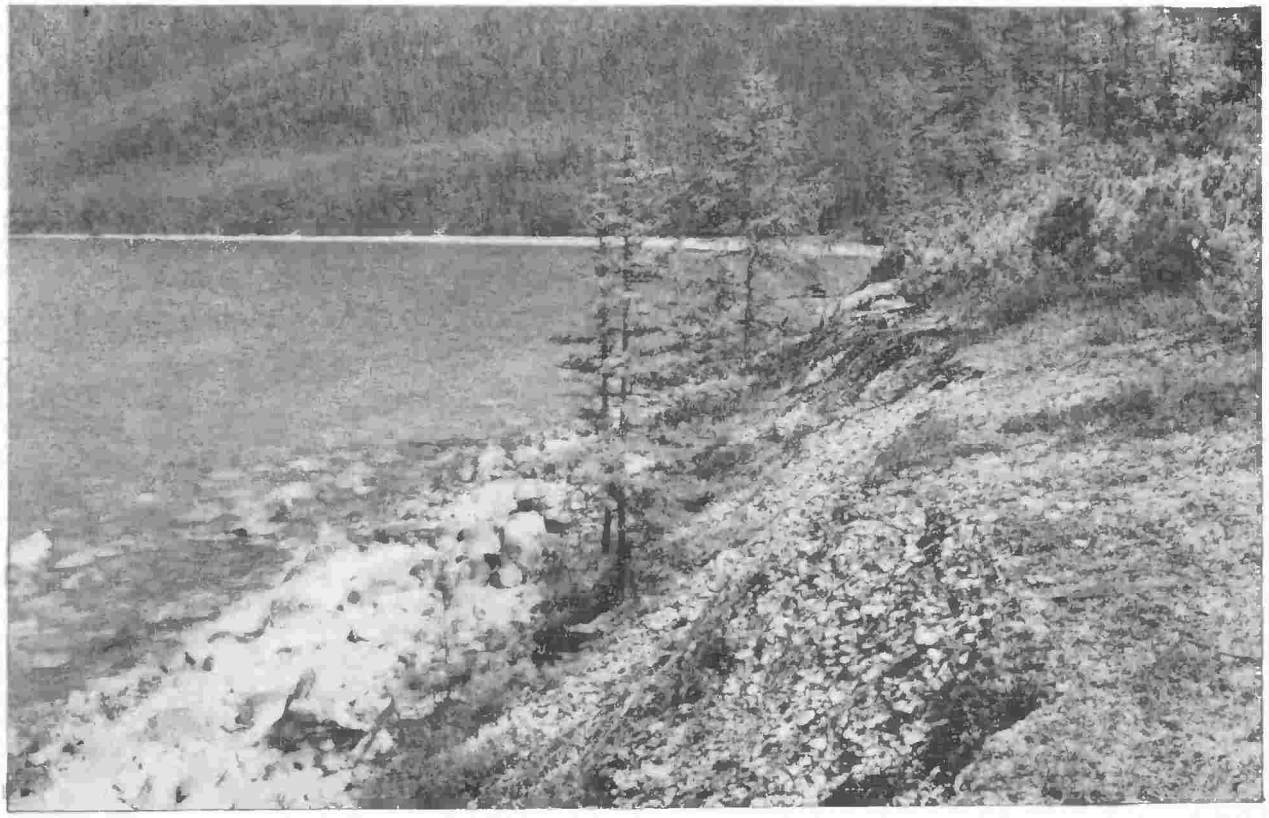
Северо-западное расщепление Байкальской впадины сопровождается смещением самого Байкала в том же направлении. Неогеновые и четвертичные байкальские отложения на большей части его юго-восточного берега высоко подняты над уровнем озера. В то же время на северо-западном берегу совершенно отсутствуют третичные отложения Байкала, а его четвертичные террасы существуют только на коротких участках. Этот берег почти на всем протяжении опускается по сбросам, и на дне озера местами можно обнаружить затопленную сушу.

Следовательно, Байкальская впадина одновременно с расширением



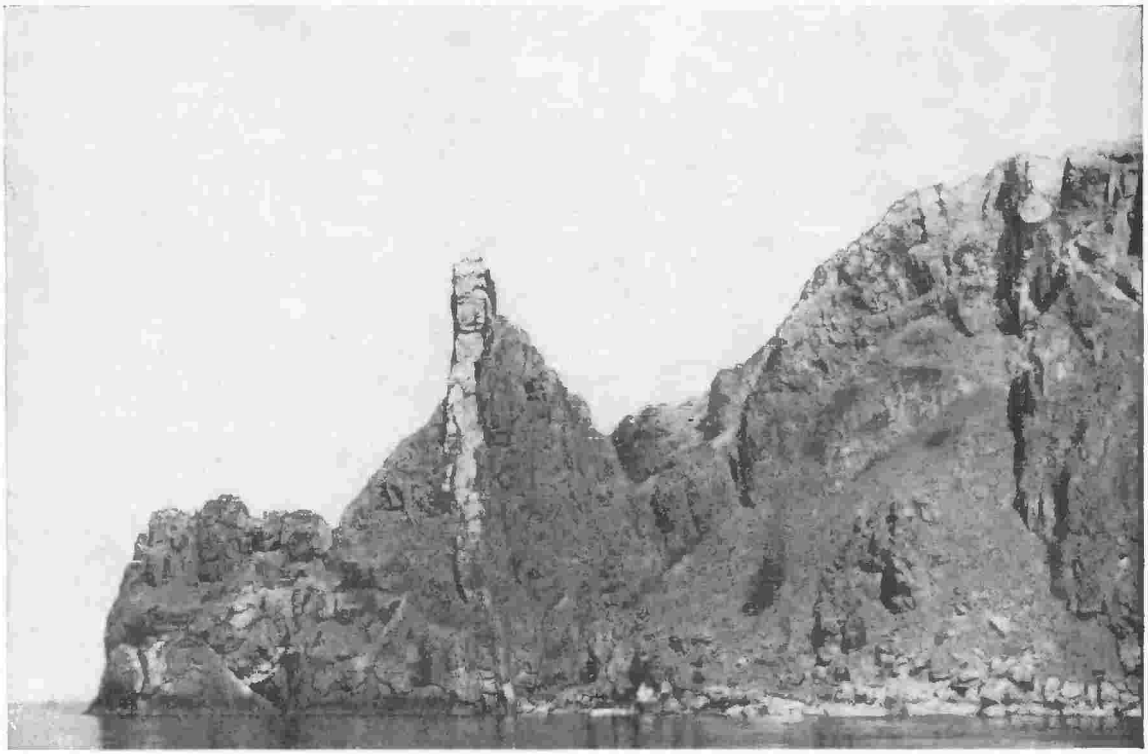
Строение Байкальской впадины: 1 — толща байкальской воды; 2 — толща осадков; 3 — коренные породы кристаллического фундамента; 4 — разломы





Мыс Халтыгей на северо-западном сбросовом берегу Байкала (в в е р х у). На поднимающихся берегах Байкала расположены озерные древние террасы, высоко поднятые над озером. У мыса Урбикан на восточном берегу Байкала террасы сложены галечником (в н и з у). Байкал у Ольхона (2-я и 3-я стр. вклейки)

Солонцовая губа Байкала, над которой возвышается Байкальский хребет с вершиной Елбыр. Он образован тектоническим противоподнятием. Со сбросового обрыва к озеру спускается шлейф речных выносов (в в е р х у). На западной стороне мыса Хобой особенно много тектонических щелей (в н и з у)



подвергается тектоническому перекосу, и расположенное в ней озеро как бы выплескивается на северо-запад. По ширине выступивших из воды участков и затопленных побережий с разных сторон озера видно, что смещение Байкала в северо-западном направлении за четвертичное время равно в среднем 6 км. Местами оно превышает 10 км. Косвенно эта величина свидетельствует о том, что и горизонтальное раздвижение Байкальской впадины довольно значительно.

Землетрясения в раздвигающейся земной коре

Вследствие развития сбросов в Байкальской впадине именно к ней, а не к горам приурочены эпицентры всех сильных землетрясений (силой от 6 баллов и выше). Плоскости порождающих их разломов уходят в глубь земной коры под впадину, а не под соседние горные хребты. Эта сейсмическая особенность Прибайкалья — исключительное явление на территории СССР.

Другая особенность байкальских землетрясений — это горизонтальное расположение растягивающих напряжений, направленных поперек впадины в большинстве очагов, что соответствует поперечному раздвижению Байкальской структуры.

Не менее важная особенность байкальских землетрясений заключается в преимущественном их распространении за пределами впадины в северо-западном и юго-восточном направлениях. Изосейсты всех сильных байкальских землетрясений имеют очертания эллипсов, большие оси которых вытянуты поперек впадины с юго-востока на северо-запад. Это свойство байкальских землетрясений отражено на карте землетрясений в России, изданной в 1893 г. И. В. Мушкетовым и А. П. Орловым. Наблюдения последующих землетрясений показали то же самое. По-видимому, сейсмические волны легче распространяются из байкальских очагов, пересекая поперек, т. е. по кратчайшему пути, полосу тектонического расщепления, которая составляет для этих волн препятствие. В то же время внутри самой впадины на коротких расстояниях землетрясения нередко распространяются и по простиранию элементов продольных структур, образующих берега озера.

Еще более важно, что сильные землетрясения, возникающие по северо-западному борту впадины, — периодически чередуются с землетрясениями, которые происходят по изгибовому юго-восточному борту и в осевой полосе впадины. При этом повторяемость землетрясений соответствует периодическому неравенству лунно-солнечных приливов. Продолжительность этих периодов зависит от колебаний склонения Луны при прохождении ее через местный меридиан и составляет 18,6 лет.

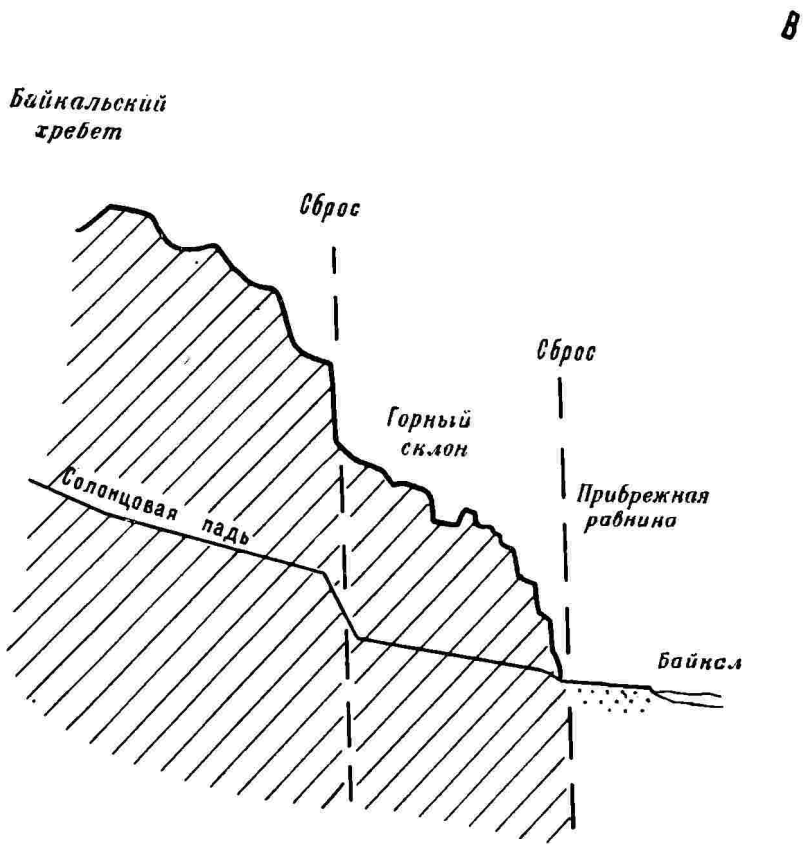
Разумеется, приливы сами по себе не могут быть причиной землетрясений. Приливные напряжения в земной коре в сотни раз слабее таких, которые могли бы вызвать землетрясения. Однако, приливы имеют значение как дополнительные «спусковые» силы, влияющие на сроки землетрясений в сильно щелеватой и расшатанной земной коре. Периодичность байкальских землетрясений и ее зависимость от неравенства приливов в земной коре подмечена совсем недавно [1]. Она позволяет предсказывать годы, когда землетрясения могут произойти то на одной, то на другой стороне Байкальской впадины. Прогноз, сделанный в 1966 г., уже подтвердился.

Усть-Селенгинский раздвиг

Кроме основного поперечного раздвижения Прибайкалье подвергается сравнительно слабому продольному двустороннему раздвижению. Оно направлено в северо-восточной части — на север, а в южной — на

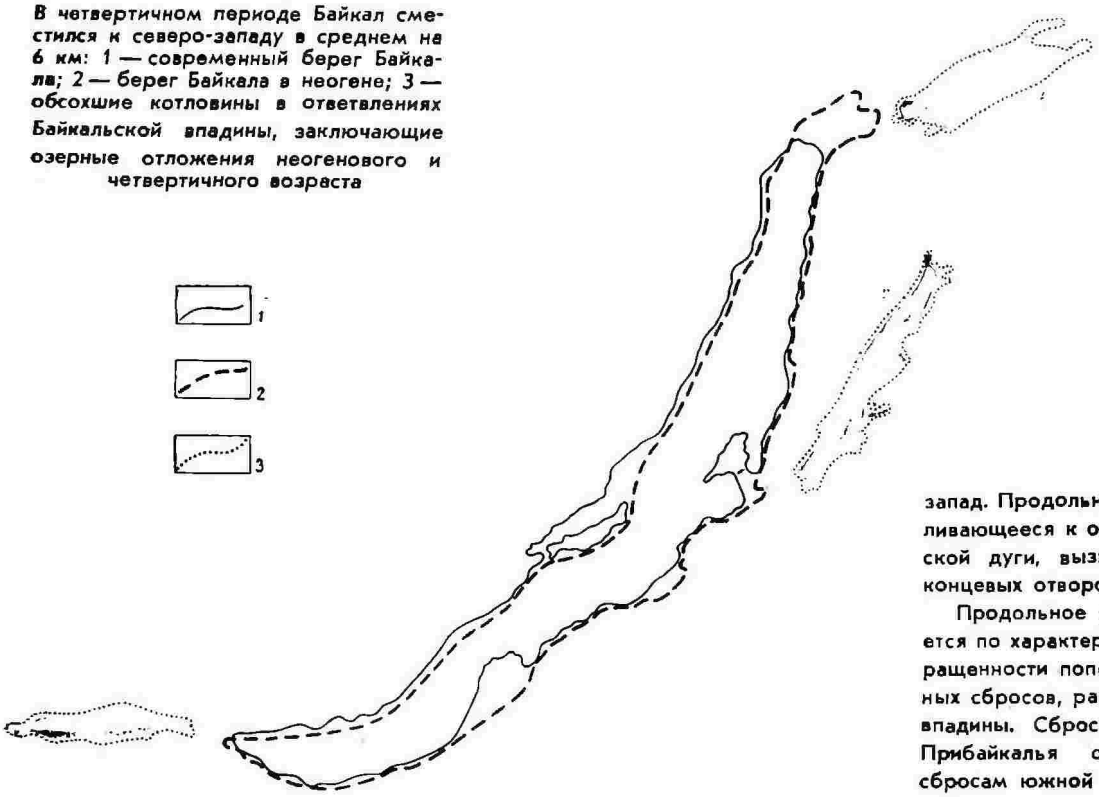
[1] См. «Природа», 1966, № 9.

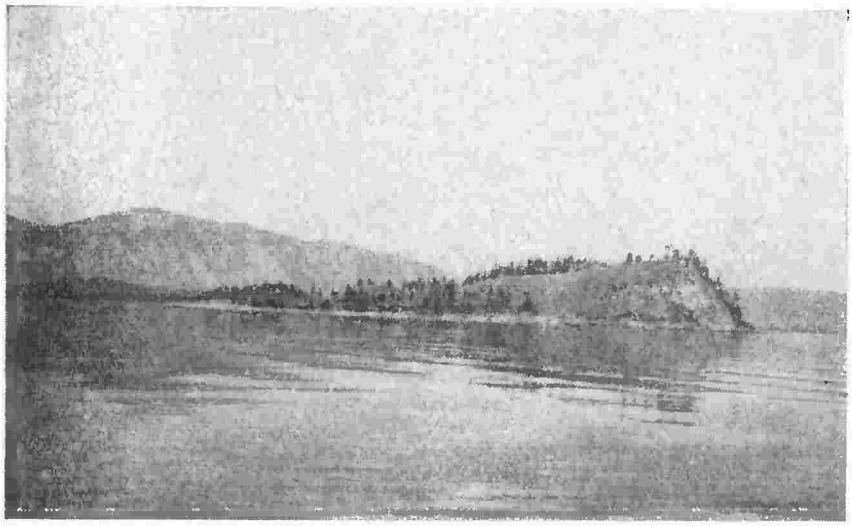
3



Обручевский сброс образует северо-западный берег Байкала. Побочная линия сброса, проходящая вдоль горного склона Байкальского хребта, пересекает Солонцовую падь

В четвертичном периоде Байкал сместился к северо-западу в среднем на 6 км: 1 — современный берег Байкала; 2 — берег Байкала в неогене; 3 — обсохшие котловины в ответвлениях Байкальской впадины, заключающие озерные отложения неогенового и четвертичного возраста





Тектоническая глыба, отколовшаяся от Байкальского хребта и осевшая в озеро, расположена на дне Богучанской губы. Только ее вершина находится над водой, образуя Богучанский остров высотой 40 м, в северной части Байкала. Он вздыблен с востока над озером и полого запрокинут на запад к соседнему берегу, что вообще характерно для горных глыб, оседающих по Обручевскому сбросу. Поднятие острова со дна Богучанской губы происходит с перерывами. Поэтому на нем образовались террасы, выбитые волнами и усеянные озерной галькой

запад. Продольное раздвижение, усиливающееся к оконечностям Байкальской дуги, вызвало образование ее концевых отворотов.

Продольное раздвижение выявляется по характерным различиям в обращенности поперечных и диагональных сбросов, рассекающих оба борта впадины. Сбросы в северной части Прибайкалья обращены навстречу сбросам южной части Прибайкалья с отклонениями, которые соответствуют дугообразному протяжению Байкальской впадины.

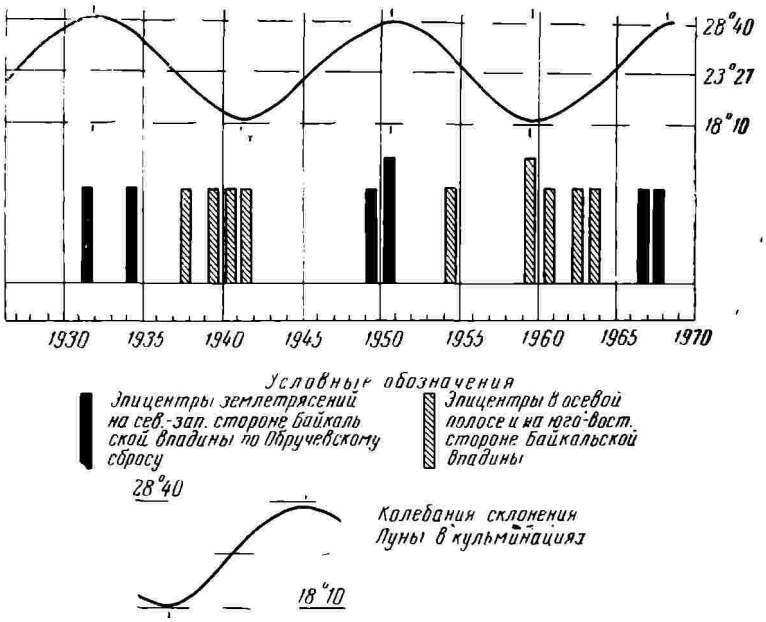
Хамар-Дабан на юге Прибайкалья, кроме раздвижения к западу, одновременно немного смещается (с разрывами) и в южном направлении, к широкому пониженному пространству в Северной Монголии. По-видимому, смещение здесь связано с изостатическим выравниванием земной поверхности.

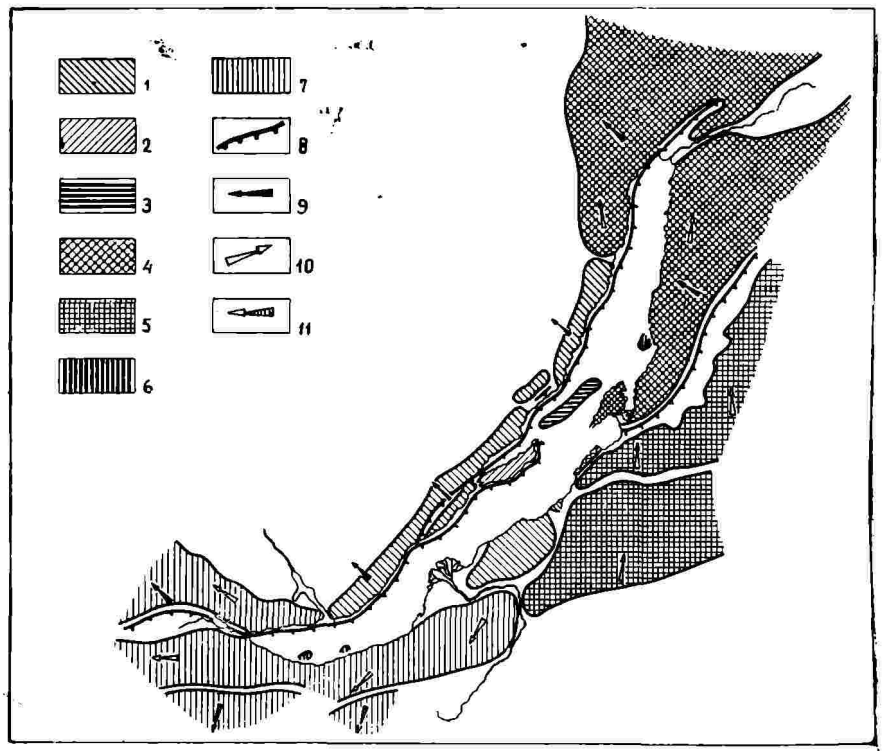
На юго-восточной стороне Байкальской впадины продольное раздвижение ее бортов сказывается сильнее, чем на северо-западной. На юго-восточной выпуклости Байкальской дуги оно привело к образованию Усть-Селенгинского раздвига, от которого горизонтальные смещения направлены в обе стороны.

Усть-Селенгинский раздвиг обусловил опускание особенно глубокой котловины, пересекающей юго-восточный борт Байкальской впадины. Котловина заполнена третичными и четвертичными отложениями — преимущественно наносами Селенги, которая впадает в Байкал по раздвигу. Отложения пробурены здесь на

Оправдавшийся прогноз байкальских землетрясений, данный в начале 1966 г. (см. «Природа», 1966, № 9, стр. 34). Оба последующих сильных землетрясения в период высоких склонений Луны произошли, как и предсказывалось, по северо-западному борту Байкальской впадины, который образован Обручевским сбросом. Одно из них, силой в 7 баллов, случилось 30 августа 1966 г. у северо-западного берега Байкала (эпицентр на дне озера) близ поселков Коты и Маритуй. Другое — 15 января 1967 г. в подножье Верхне-Ангарского хребта, в 50 км от северной оконечности Байкала.

На чертеже высокие столбики обозначают землетрясения II группы интенсивности (магнитуда $6^1/_2$—$7^1/_2$, 8—10 баллов); низкие столбики — землетрясения III группы интенсивности (магнитуда 5—$6^1/_2$, 6—8 баллов)

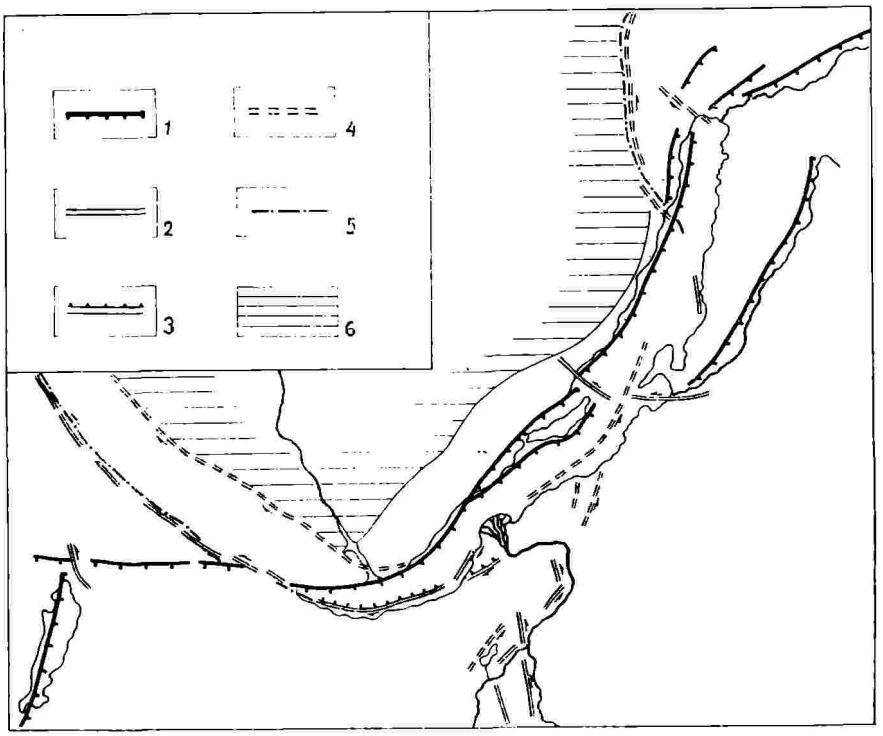




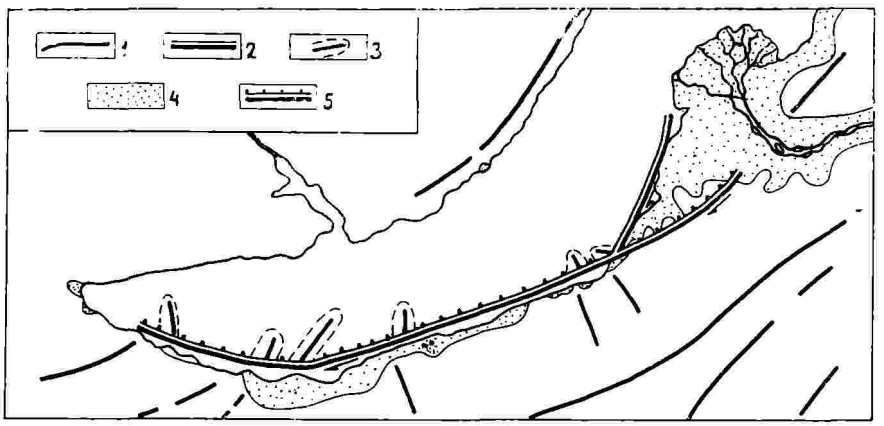
Раздвижение земной коры в районе Байкальской впадины: 1 — горные глыбы, подвергающиеся фронтальному смещению и раздвижению в северо-западном направлении; 2 — Ольхонская горная глыба, отогнутая вправо от фронта тектонического смещения; 3 — подводный Ушканий порог, тоже отогнутый вправо от фронта тектонического смещения; 4 — горные глыбы не только с фронтальным, но и со значительным боковым 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 смещением и раздвижением (к западу и юго-западу); 8 — Обручевский сброс; 9 — направление фронтального (поперечного) смещения и раздвижения, вызывающего развитие Обручевского сброса; 10 — направления бокового и частью фронтального смещения горных глыб (в обход угла Сибирской платформы); 11 — направления обратного смещения (к югу) от Байкальской впадины

3100 м. По геофизическим данным, их мощность достигает 5000 м.

Район устья Селенги выделяется особенно сильной сейсмичностью среди всей Байкальской впадины. Очевидно, это связано с тем, что он является как бы фокусом тектонического раздвижения. Здесь действует поперечное раздвижение Байкальской впадины и сильно проявляется продольное раздвижение ее юго-восточного борта. Обращает на себя внимание, что Усть-Селенгинский раздвиг находится как раз против заострения юго-восточного выступа Сибирской платформы, в обход которого направлено в обе стороны продольное раздвижение Прибайкалья.



Главные неотектонические разломы в Прибайкалье: 1 — Обручевский сброс; 2 — горизонтальные сдвиги; 3 — сдвиг со значительным сбросом; 4 — предполагаемые сдвиги; 5 — границы Сибирской платформы; 6 — Средне-Сибирское плоскогорье



Южно-Байкальский сдвиг, по которому Хамар-Дабан смещается на запад относительно южной котловины Байкала. Сдвиг сопровождается довольно значительным сбросом горного склона на дно озера. 1 — горные хребты и их отроги; 2 — сдвиги; 3 — подводные выступы горного склона; 4 — третичные и четвертичные отложения; 5 — сдвиг со сбросом

Горизонтальные сдвиги в земной коре

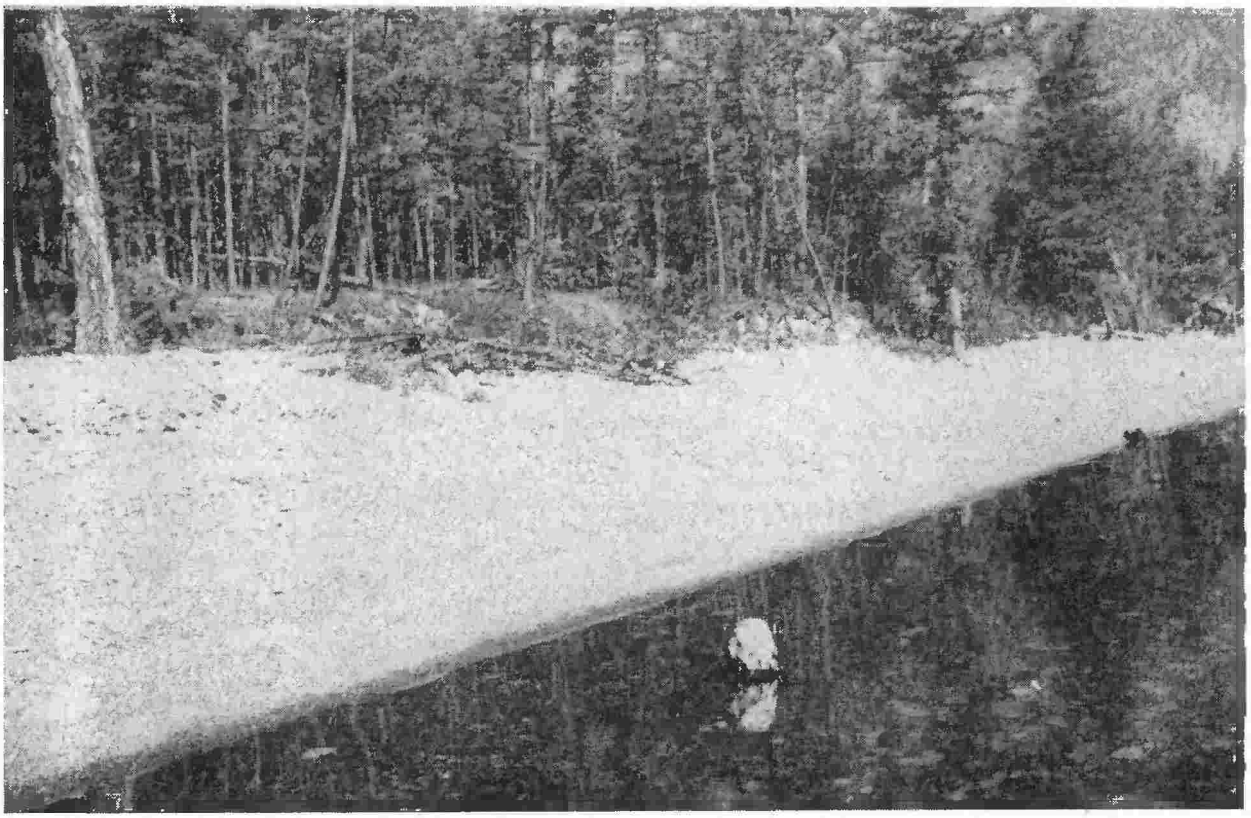
Естественно, что тектоническое раздвижение происходит в разных местах неравномерно, и это вызывает разломы с горизонтальными сдвигами. Они выявляются по разнообразным признакам, из которых наиболее важные: горизонтальные смещения по разрывам в третичных и четвертичных отложениях; серии согласных зигзагов параллельно расположенных речных долин при пересечении ими тектонических разломов; смещения по разрывам горных хребтов, их отрогов, а местами и впадин. Изученность разных сдвигов не одинакова.

Большой Поперечно-Байкальский левосторонний сдвиг пересекает впадину озера в самом широком месте, придавая S-образную изогнутость ее протяжению. Сдвиг начинается на восточной стороне впадины, где его размах невелик, и прослеживается на запад через Поперечно-Байкальский пояс разломов, в котором участвуют и многочисленные сбросы.

По этим разломам образовались внутрибайкальские структуры — Ольхон, Ушканий подводный порог и полуостров Святой Нос, а также и береговые горы. На западном берегу Байкала размах сдвига увеличивается до 10 км. По Поперечно-Байкальскому поясу разломов все северное Прибайкалье вместе с северной котловиной самого Байкала сдвинуто к северо-западу и приподнято относительно их южных продолжений.

Продольные сдвиги происходят по древним краевым разломам платформы, где наблюдается продольное раздвижение складчатой каледонской зоны.

Лучше всего изучен Южно-Байкальский продольный сдвиг длиной 200 км, по которому горы Хамар-Дабана смещаются к западу относительно южной котловины Байкала. Этот сдвиг начинается от Усть-Селенгинского раздвига и протягивается рядом с южным берегом Байкала по дну озера. Он сопровождается сбросами. По Южно-Байкальскому сдвигу резко смещены все подводные выступы горного склона относительно их



Довольно быстрое опускание берега во многих местах на северо-западной стороне Байкала приводит к тому, что прибрежные деревья погружаются комлями в воду и погибают. Пень одной из погибших лиственниц торчит из воды у берега в Большой Солонцовой губе (26 июня 1953 г.)

береговых оснований — поперечных отрогов Хамар-Дабана. Кроме того, сдвиг проявляется в согласных смещениях речных долин относительно их затопленных окончаний на тех участках байкальского берега, где он опускается. О сдвиге свидетельствуют и горизонтальные срывы неогеновой толщи, которые хорошо заметны по соответствующим смещениям слоев. Размах сдвига близ юго-западной оконечности Байкала достигает 10 км.

Сопоставляя отдельные сдвиги с шириной и глубиной Байкальской впадины, можно приблизительно рассчитать величину раздвижения впадины. В среднем она, по-видимому, равна 5—6 км, но в поперечном поясе разломов увеличивается, вероятно, до 15—18 км. Такая величина раздвижения при всей ее солидности все же составляет только восьмую часть ширины образовавшейся впадины.

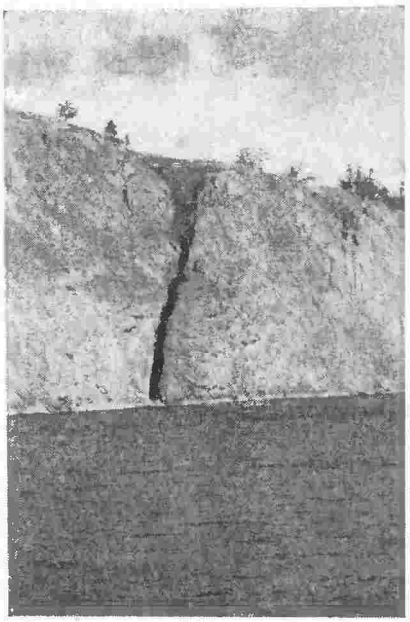
Горы, порожденные впадиной

Изучение мощной толщи отложений в Байкальской впадине показало, что на протяжении неогена и четвертичного периода происходило укрупнение их от глин и песков до галечников и валунников. Это указывает на запоздалое поднятие гор, обрамляющих Байкальскую впадину.

Размыв береговой полосы вокруг озера зависит не от его глубины, а от высоты побережий над уровнем воды. Вместе с тем преемственное развитие в Байкале эндемичной пресноводной фауны и флоры из древних третичных корней свидетельствует, что Байкал за всю свою длительную историю никогда не осолонялся и всегда оставался проточным. Следовательно, его уровень сохранял устойчивое положение. Поэтому можно утверждать, что Байкальская впадина возникла и долгое время, в миоцене, углублялась среди невысокой и довольно плоской равнины. Только после этого над Байкалом стали подниматься горные хребты.

Запоздалое образование байкальских гор объясняется в основном тем, что их поднятие обусловлено речным размывом прибрежной полосы древней равнины вокруг возникшего озера, а также оседанием впадины по береговым сбросам, снижавшим давление на плоскости сбрасывателей. И то и другое приводило к тому, что побережья озера, особенно водоразделы, изостатически поднимались. Образовались горные гребни. По мере поднятия гор с них стали смываться во впадину не только глина и песок, но и крупные гальки, а затем даже валуны.

Таким образом, горные хребты у Байкала являются тектоническими противоподнятиями. Их возникновение



Раздвижение земной коры сказывается в образовании тектонических щелей. Вертикальные щели (слева — широкая, справа — сравнительно узкие) хорошо видны в береговом обрыве на восточной стороне Ольхона близ его северной оконечности

связано с ранее начавшимся углублением озерной впадины. Этому соответствует и соотношение высоты прибайкальских гор с глубиной впадины. Горы с сохранившимися клочками древней равнины поднимаются над Сибирской платформой не более чем на 1500—1800 м, в то время как коренное ложе впадины под Селенгинской дельтой опущено от уровня платформы до 5500 м.

С сильными тектоническими движениями, которые привели к образованию Байкала, связаны излияния базальтовой лавы по разломам в земной коре. Базальты распространены в Южном Прибайкалье. Однако прибайкальские горы поднялись позже главных излияний базальтов. Об этом свидетельствуют деформированные лавовые покровы. На вершинах Хамар-Дабана они лежат горизонтально, но изогнуты и круто наклонены (без разрывов) по его склону к Тункинской долине. С северной стороны долины базальтовые покровы сброшены с высоких гор на ее дно. В четвертичном периоде ослабевшая вулканическая деятельность проявилась на дне глубокой Тункинской долины, где известны небольшие потухшие вулканы.

Следует отметить еще одну интересную особенность Прибайкалья: здесь нет следов древнечетвертичного оледенения, тогда как морены максимального и последующих меньших оледенений широко распространены в горах и на берегах самого Байкала. Это могло зависеть от запоздалого роста тектонических противоподнятий. А так как в четвертичном периоде горы продолжали особенно быстро расти на юге Прибайкалья, то здесь второе оледенение местами развивалось больше, чем максимальное.

В последние десятилетия распространилось представление, что Байкальская впадина образовалась в виде провала на вершине так называемого байкальского свода, треснувшего при выпячивании. Однако простой геометрический расчет показывает, что приращение ширины поверхности «свода» при дугообразном выгибании составило бы ничтожно малую величину, которая не могла бы обеспечить освобождение объема, необходимого для образования огромного провала.

Общая ширина Байкальской впадины и соседних горных хребтов равна 200 км. Высота поднятых хребтов над Сибирской платформой составляет в среднем 1 км. Приращение поверхности «свода» при такой ширине и таком выпячивании составило бы всего 10 м по поперечнику. Соответствующее раздвижение «свода» явно недостаточно для опускания впадины, поперечное сечение которой в среднем равно 120 км^2.

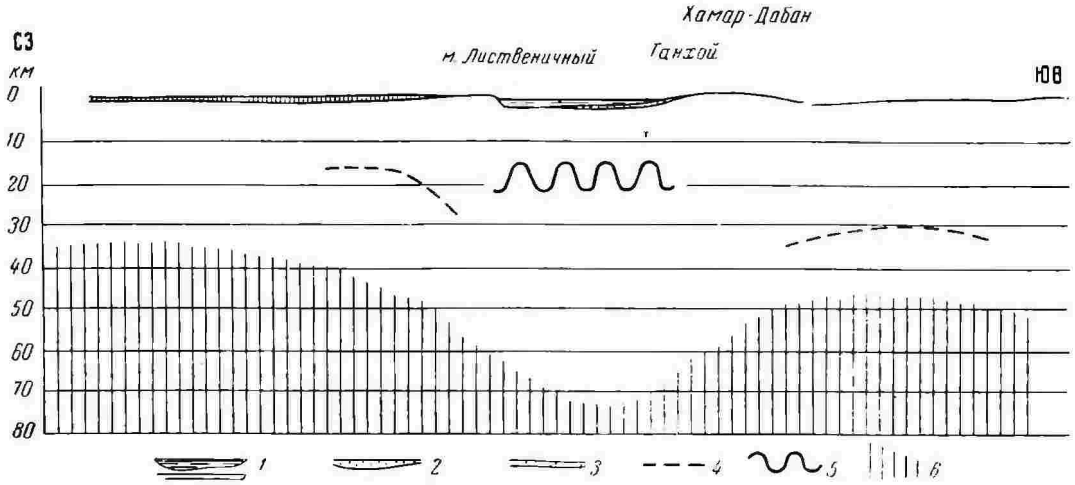
Вторичное происхождение прибайкальских гор по сравнению с озерной впадиной также не позволяет ставить ее образование в зависимость от выпячивания и проваливания «свода». Не горы породили впадину, а впадина породила горы. Кроме того, почти полное отсутствие третичных отложений с периферической стороны прибайкальских горных хребтов, как поблизости, так и в удалении от них, не допускает возможности поднятия «свода» в третичное время. Если бы в это время высокие

Северная оконечность Ольхона, выступающая в Байкал мысом Хобой. Береговой утес пронизан множеством вертикальных трещин и щелей. Вдали — Байкальский хребет над мысом Шартла

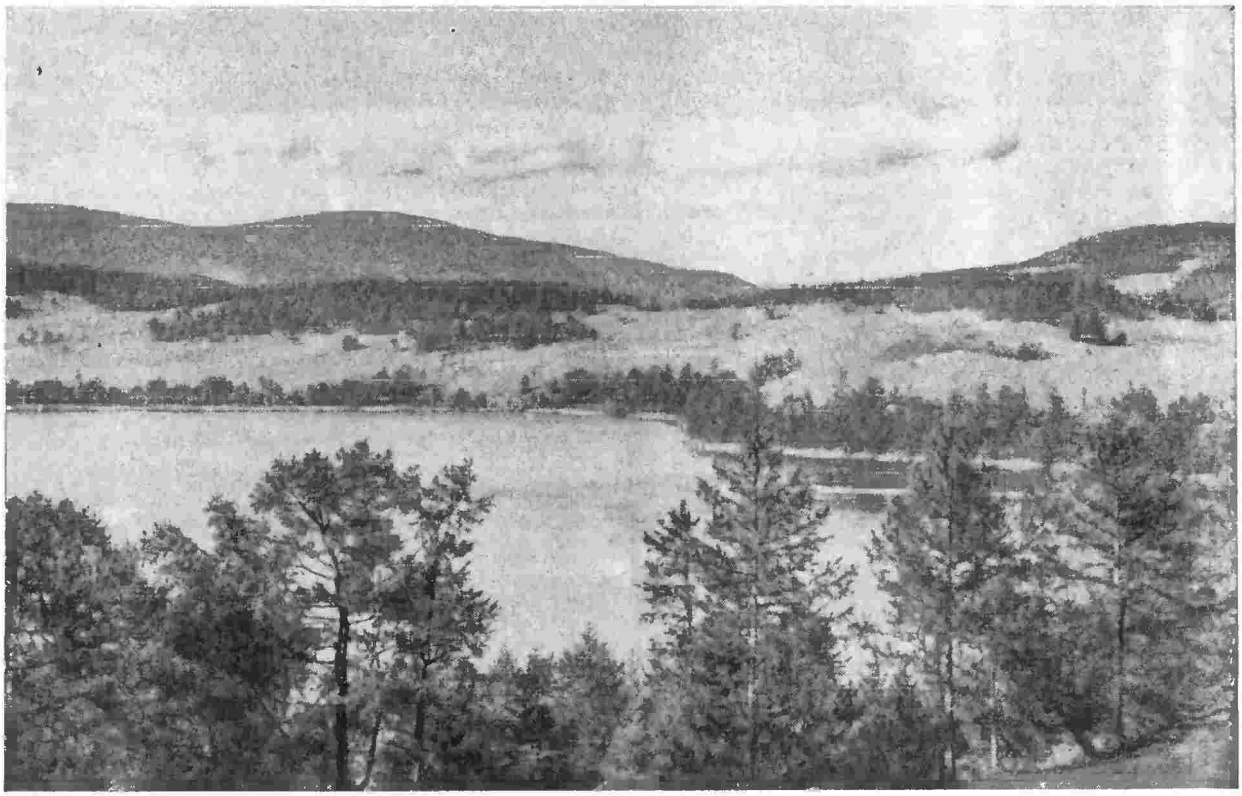
горы существовали в Прибайкалье, то они подвергались бы размыванию с двух сторон. Соответственно, продукты размывания должны были накопиться не только в Байкальской впадине, но и с внешней стороны горных хребтов.

Глубинный разрыв земных недр под Байкалом

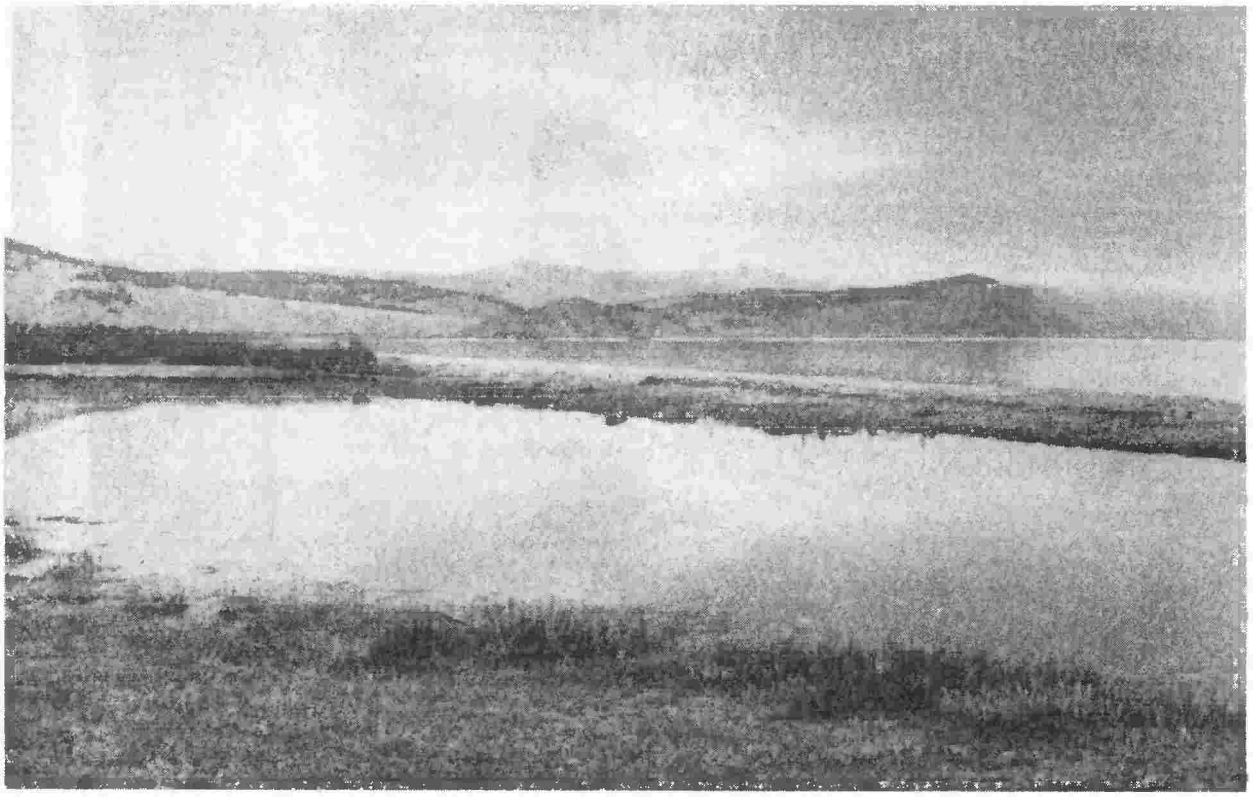
К Байкальской впадине приурочены большие отрицательные аномалии силы тяжести. Байкальская впадина проваливается, несмотря на меньшую тяжесть земных недр под ней по сравнению с прилегающими пространствами. Это можно объяснить раздвижением не только земной коры, но и более глубоких недр. В самом деле, уменьшенная сила тяжести в Байкальской впадине свидетельствует об увеличении под нею мощности земной коры, которая легче глубинной оболочки Земли — мантии. Для большого увеличения мощности коры в узком пространстве приходится допустить глубокий разрыв мантии, в которую внедрилась кора.



Байкальская впадина является слабым отражением на поверхности глубинного разрыва земных недр. Это видно по соотношению поперечного разреза впадины и подземного рельефа мантии: 1 — толща байкальской воды; 2 — неогеновые и четвертичные, преимущественно озерные отложения; 3 — палеозойский осадочный чехол Сибирской платформы; 4 — приблизительная граница базальтового и гранитного слоев; 5 — зона преимущественного расположения очагов и сильных землетрясений; 6 — мантия



Онгуренское озеро заливает тектоническую котловину среди невысокой горной перемычки, отделяющей Кочериковский грабен от его южного продолжения — Онгуренской прибрежной низменности на северо-западном берегу Байкала



К северу от прибрежной Онгуренской низменности вдоль Байкала возвышаются глыбовые горы, образовавшиеся между тектоническими разломами. В озеро круто обрывается по Обручевскому сбросу Кочериковская гряда характерной асимметричной формы. Она полого склоняется в противоположную сторону, к Кочериковскому грабену, протянувшемуся параллельно берегу. С запада к грабену спускается склон Чанчурских гор. Вдали южная оконечность высокого Байкальского хребта над мысом Шартла, оборванная сбросом поперек протяжения берега. Спереди озерко, отделенное от Байкала волноприбойным галечным валом (1953 г.). Оно разлилось по низменному берегу поверх речного наноса вследствие медленного тектонического опускания широкой полосы побережья, которое продолжается и в настоящее время. Озеро наступает в северо-западном направлении. В течение длительного геологического времени смещение Байкала достигает значительного размаха

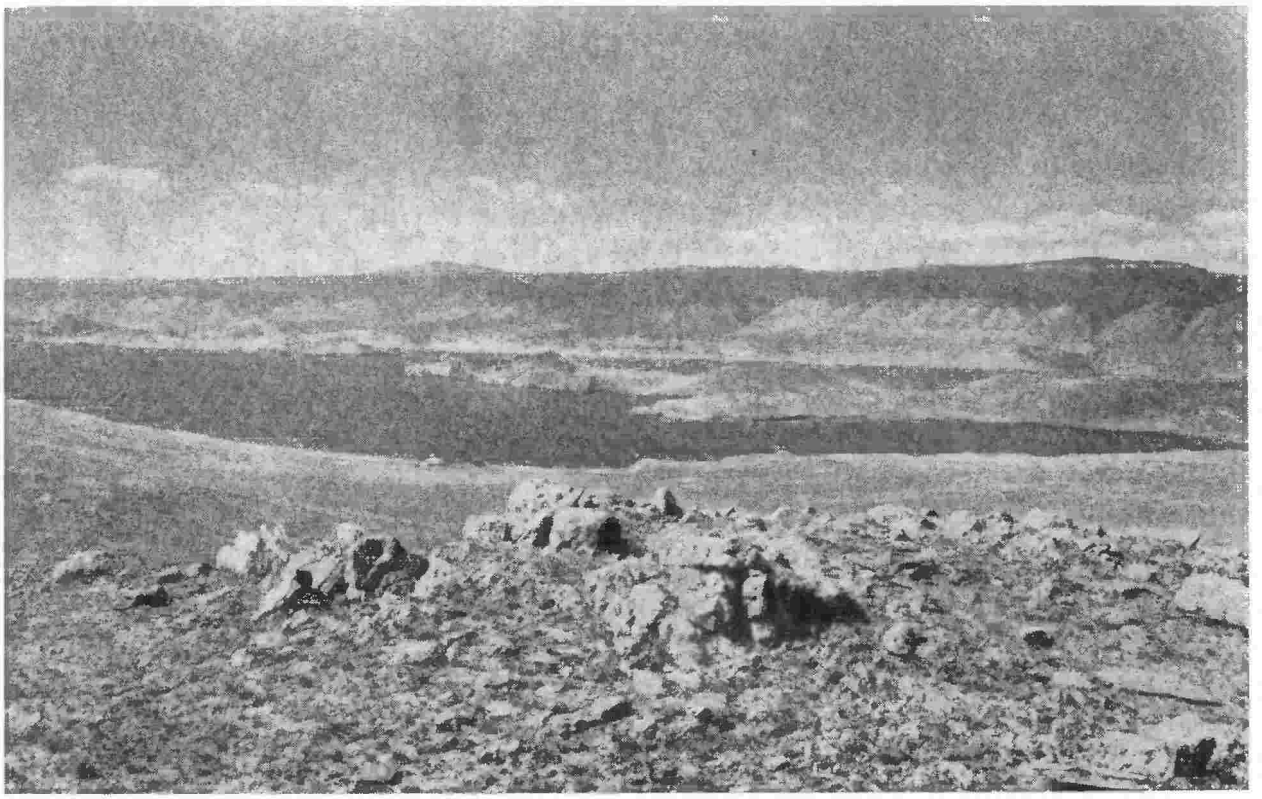
Следовательно, раздвижение Прибайкалья отличается вообще необыкновенным размахом. И особенности в прохождении сейсмических волн показывают, что под Байкальской впадиной в поверхности мантии существует глубокий ров, заполненный веществом земной коры. Подкоровый ров проникает в глубину на 70—90 км от поверхности Земли, а может быть и больше. Его ширина поверху, между бровками, превышает 100—120 км. Подкоровый ров, по-видимому, много древнее Байкала. Возможно, ров возник еще в допалеозойское время. В третичном периоде он вступил в новый этап развития.

Поверхностная Байкальская впадина по морфологическим чертам подобна глубинному рву и отличается от него только меньшими размерами. Она является как бы ослабленным отражением на земной поверхности глубинных движений в верхней сфере мантии.

Вместе с тем Байкальская впадина смещена к северо-западу относительно линии наибольших глубин подкорового рва и располагается над его более крутым северо-западным бортом. Асимметричное строение глубинного рва позволяет думать, что разрыв мантии вызван односторонним ее растяжением к северо-западу, подобно раздвижению земной коры. Одностороннее расширение глубинного разрыва объясняет смещенность поверхностной впадины от осевой линии подкорового рва.

В Байкальской впадине сосредоточено много источников с целебной минеральной водой. Чаще всего они горячие (до 75°), а по химическому составу хлоридно-сульфатные и гидрокарбонатные, выделяют азот с примесью редких газов. Считается, что эти воды ювенильны: вода выливается на поверхность с больших глубин по разломам в земной коре. В Тункинской долине существует широко известный курорт Аршан с источником углекислой гидрокарбонатной холодной воды (по-бурятски «аршан» — целебный минеральный источник). Целебная вода этого курорта вытекает по сбросу в подножье Тункинских гольцов, вероятно, с меньшей глубины по сравнению с большинством других минеральных источников Прибайкалья.

На юго-восточном берегу Байкала между дельтой Селенги и Баргузинским заливом в нескольких мес-



Пролив Ольхонские ворота между Байкалом и его обособленной частью — Малым морем. Он образовался по тектоническому поперечному разлому северо-западного побережья Байкала. Спереди скалы на острове Ольхоне. Внизу губа и длинный мыс Кобылья голова, образовавшиеся вследствие опускания Ольхона: губа — на месте затопленной древней речной пади, а мыс — на месте водораздельной гряды между бывшими падями. За мысом видно Малое море, над которым возвышается сбросовый обрыв Приморского хребта с широкой тектонической ступенью вдоль подножья. На вершине хребта сохраняется древняя равнина, образовавшаяся до появления Байкала и поднятия хребта. Речки разрезают только ее край над сбросовым обрывом

тах из древнейших гнейсов по трещинам просачивается в ничтожных количествах нефть. Полоса нефтяных выходов строго совмещается с осевой линией глубинного разрыва в мантии, откуда нефть, очевидно, и происходит.

Байкальская впадина и лунно-солнечные приливы

Пятнадцать лет назад в Байкальской впадине открыты и с тех пор изучаются современные микропульсации земной коры[1]. Они выражаются в периодических колебаниях берегов и островов Байкала. Эти колебания волнообразно пересекают впадину озера в поперечном направлении, с юго-востока на северо-запад. На севере и юге Байкала волны загибаются к Сибирской платформе, как бы охватывая ее юго-восточный выступ.

Высота волн обычно достигает 4—6 см, но, периодически увеличиваясь, может иногда превышать 10 см. Сейчас для нас особенно важно, что скорость распространения волн на юго-восточной стороне Байкала равна 4—7 км, а на северо-западной — 8—10 км в год. Двигаясь на северо-западе быстрее в течение длительного времени, волны микропульсаций могут способствовать отрыву в северо-западном направлении фронтального борта Байкальской впадины.

Увеличение размаха микропульсаций, с которыми складываются направленные тектонические подвижки в Байкальской впадине, происходит через 9—10 лет и приурочено к совпадениям полнолуний и особенно новолуний с положениями Луны в перигеях, т. е. к периодам усиления приливообразующих сил. Таким образом, эти силы отчетливо сказываются в микропульсациях земной коры.

Целесообразно задаться вопросом о влиянии приливов как одного из существенных факторов и на глубинный разлом под Байкалом. Сибирская платформа со сравнительно неглубоко залегающей мантией обладает большей инерцией в волновых колебаниях, возбуждаемых приливами в Земле, чем складчатая зона на востоке, где мантия расположена глубже. Это, по-видимому, и вызывает разрыв коры и мантии в пограничной полосе между разными структурами. Сибирская платформа отодвигается при этом от складчатой зоны. Приливные волны раздвигают верхние сферы Земли, и в освобождающееся пространство проваливается Байкальская впадина.

УДК 551.24

[1] «Природа», 1962, № 7, стр. 53; 1966, № 9, стр. 23.