

В. П. СОЛОНЕНКО

## ДИНАМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С НЕОТЕКТОНИКОЙ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

(Представлено академиком В. А. Обручевым 22 II 1950)

В теоретическом и прикладном отношении самого пристального внимания заслуживает ряд явлений, связанных с неотектоникой Восточной Сибири; из них следует особенно выделить землетрясения и скальные обвалы.

Южная часть Восточной Сибири с давних времен известна своей сейсмической активностью. Слабые землетрясения случаются здесь 4,4 раза в год, а очень сильные и разрушительные (по 12-бальной шкале) в среднем один раз в 10—15 лет. Сейсмичность имеет весьма важное значение для инженерно-геологической характеристики юга Сибири<sup>(8)</sup>.

Основной причиной землетрясений в Восточной Сибири, несомненно, являются перемещения отдельных участков земной коры по разломам, связанным с проявлением новейшей тектоники. Основные черты неотектоники, выявленные работами<sup>(2, 3, 5-7, 12)</sup>, дают возможность в первом приближении наметить закономерности распределения центров землетрясений Прибайкалья и Забайкалья.

В. А. Обручев Байкальское сводовое поднятие признает одним из наиболее грандиозных примеров неотектоники<sup>(5)</sup>. Естественно, что к своду приурочены центры наиболее сильных в Восточной Сибири землетрясений. Сосредоточение последних в южной части Байкала объясняется наиболее интенсивным здесь формированием новейших структур — южной и центральной впадин озера, разделенных высокими перемычками. В пунктах изменения знаков движения, где контур впадин пересечен под острым углом внутрикотловинными хребтами, и возникают наиболее интенсивные деформации, с катастрофической разрядкой напряжений, с образованием сбросов и движениями отдельных блоков земной коры по ранее возникшим дизъюнктивам. Перемещения крыльев дизъюнктивов наблюдались во время землетрясения 26 VI 1905 г. В пределах двух туннелей произошло смещение горного массива по сбросам, что привело к разрушению нескольких колец в каждом из них<sup>(11)</sup>. Крупное глыбовое перемещение произошло во время землетрясения 10—12 I 1862 г. Центр его находился в Кударинской степи. Землетрясение началось 10 I, но опускание произошло лишь через два дня после особенно сильного удара. 13 I под водами Байкала исчезла Кударинская степь и на месте ее образовался залив Провал (197 км<sup>2</sup>); общая опустившаяся площадь достигала 260 км<sup>2</sup>. Характерно, что по измерениям вскоре после катастрофы глубина залива достигала 2,9 м, а в настоящее время, несмотря на интенсивное накопление осадков, глубина значительной части залива превосходит 4 м. Очевидно, при последующих землетрясениях происходило дальнейшее опускание дна залива<sup>(9)</sup>.

Деформации земной поверхности в южной части Байкала подтверждены инструментальными наблюдениями. По данным нивелировок 1906—1907, 1928 и 1937 гг. установлено поднятие материка в юго-западном углу Байкала и опускание на востоке, причем в первый период относительное перемещение точек шло со скоростью до 2 м в столетие, во второй оно резко уменьшилось, а в районе южной оконечности озера отметки 1928 и 1937 гг. остались неизменными <sup>(9)</sup>. Это свидетельствует о неравномерном движении земной коры. Периоды быстрых движений сменяются периодами относительного спокойствия. Ослабление землетрясений в последние годы, очевидно, связано с некоторой задержкой деформаций земной коры.

Эпицентры землетрясений Забайкалья приурочены к неоструктурам, выделенным Н. А. Флоренсовым <sup>(12)</sup>, а именно, читинский эпицентр — к переходной зоне Даурского сводообразного поднятия и Западно-Забайкальской депрессии, нерчинский и олонский эпицентры — к переходной зоне Даурского поднятия и Восточно-Забайкальской депрессии, т. е. к границам зон с различными знаками движения.

Общими условиями возникновения землетрясений в Восточной Сибири является наложение восходящих и нисходящих движений земной коры. Отличие же байкальских и забайкальских землетрясений заключается в том, что первые связаны с быстрыми перемещениями земной коры сбросового типа, вторые же с более медленными движениями надвигов и, естественно, они проявляются реже и слабее.

Движения земной коры, которые привели к формированию современного рельефа, начались уже в мезозое, причем нет никаких признаков затухания их в нашу эпоху и непосредственно ей предшествовавшую. В самое последнее время в результате детальных исследований Г. Б. Пальшин установил на юго-восточном берегу Байкала сводообразную деформацию террас с амплитудой колебания до 70 м, вследствие чего по периферии терраса опускается под уровень озера (вблизи ст. Култук ниже уровня воды обнаружен погребенный торфяник), а в центральной части района она возвышается на 60 м над урезом воды. Следовательно, нет никаких оснований предполагать ослабление землетрясений в настоящее время. Более того, период ослабления сейсмической деятельности нескольких последних десятилетий внушает серьезные опасения. Вполне возможно, что мы стоим в преддверии еще более сильных землетрясений, чем отмечалось ранее.

Формирование новейших структур в Восточной Сибири обуславливает второе примечательное явление — образование обвалов, особенно частых на наиболее резко выраженной новейшей структуре — Байкальском сводовом поднятии <sup>(4, 9)</sup>, где они к тому же лучше изучены, особенно в южной части оз. Байкал.

Как известно, начало формирования байкальских котловин относится к юрскому периоду и продолжается до настоящего времени. В ходе развития впадин происходили интенсивные колебательные движения. Анализ фаций третичных отложений показывает <sup>(10)</sup>, что наиболее быстрый и устойчивый подъем произошел в олигоцене в юго-западной части Байкала; в то же время восточнее ст. Танхой происходило медленное погружение. Поскольку третичная впадина погружалась на фоне общего поднятия свода, то, естественно, здесь происходило дифференцированное движение отдельных участков по дизъюнктивам, расположенным параллельно и диагонально к оси свода, в связи с чем формировался сложный рельеф кристаллического фундамента с подземными впадинами, куполами и грядами с относительным превышением до 1000 м и более.

Что южная и центральная впадины Байкала окружены разломами, в настоящее время не может вызывать сомнений. Наличие мощных сбросов вдоль северо-западного берега южной котловины и вдоль Ака-

демического хребта не отрицается даже сторонниками синклинального происхождения впадины Байкала (7). На юго-восточном берегу в Энхолукском районе установлено ступенеобразное погружение кристаллического фундамента, причем амплитуда береговой ступени достигает 500 м, озерной — не менее 1000 м. Вблизи сс. Сухая Загза и Энхолук известен ряд выступов гнейсов, высотой до нескольких сот метров, впадины между которыми выполнены третичными отложениями. В Танхойском третичном поле отдельные глыбы кристаллического фундамента выходят на поверхность среди мощных третичных отложений.

Общие условия залегания третичной толщи определяются ориентировкой опущенной зоны Байкальской впадины и продолжающимся подъемом окаймляющих массивов. В результате осадочная толща получила заметный наклон и под углами  $10\text{--}20^\circ$  погружается под уровень Байкала, что отнюдь не может служить доказательством синклинального происхождения впадины последнего. Подвижки глыб кристаллического фундамента обусловили местами наклон пластов в сторону от уреза воды, а также появление поперечных, диагональных и куполообразных складок второго порядка и разломов третичной толщи.

Наличие мощных разломов на юго-восточном берегу Байкала подтверждается, кроме того, наличием местных очагов землетрясений (6—7-бальное Танхойское землетрясение 19 V 1935 г.) и резким ослаблением или непроходимостью некоторых землетрясений через впадину озера (Байкальское землетрясение 26 XI 1903 г.). Наконец, нельзя умалять значение факта наращивания площади озера на  $197\text{ км}^2$ , происшедшего на глазах людей. Это дает возможность утверждать (учитывая также блоковый характер фундамента третичных отложений), что формирование, по крайней мере, южных впадин, происходило при значительной роли глыбовых перемещений. Наращивание впадин происходит с запада к востоку, в связи с чем находятся асимметрия впадин, яркие признаки погружения восточного берега Байкала и повышенная сейсмичность последнего по сравнению с западным берегом.

Подобный ход формирования впадин, а также условия становления каледонских структур, особенно в южной части Байкала, где они обтекали узкий выступ Сибирской платформы, обусловили чрезвычайную раздробленность скальных горных пород. Таким образом, трещинная тектоника прибрежной зоны озера, способствующая массовому развитию обвалов, связана с общими условиями формирования геологических структур этого района, но образование обвалов обусловлено продолжающимися в настоящее время формироваться геологическими структурами. В некоторых случаях и причиной и поводом обвалов являются проявления неотектоники. Так, крупные обвалы произошли во время землетрясений вблизи Турана 24 II 1820 г., когда обвал на некоторое время запрудил р. Иркут, у Иркутска (8 III 1829 г.), на р. Чурокан (17 VIII 1902 г.), на байкальских склонах (11—12 VI 1902 г., 15 IX 1904 г., в апреле 1929 г.) и т. д. Поскольку формирование впадин Байкала продолжается, причина образования обвалов неустранима, так как неотектоника обуславливает постоянное возобновление масс горных пород, находящихся в неустойчивом состоянии.

Обвалы производят весьма существенную работу по моделировке склонов. Наблюдения, проведенные за последние 15—20 лет в южной части Байкала, показали, что существующий взгляд на горные обвалы как на явления сравнительно редкие, имеющие малое значение в формировании склонов гор (13), не вполне отвечает действительности. Этот взгляд сформировался под влиянием эпизодических наблюдений, от которых ускользали мелкие обвалы. Последние, в отдельности неприметные, при многократном повторении приводят к значительному денудационному эффекту. Имеющиеся статистические материалы дают возможность подсчитать, что обвалы на значительном протяжении байкаль-

ских склонов ежегодно перемещают к подножию массу материала, при равномерном распределении составляющую слой мощностью 4,8 мм, т. е. денудационный метр для крутых участков склонов, не считая абляции, химического выноса и эрозии, составляет всего 210 лет, т. е. в десятки и сотни раз превышает денудационный метр для крупных площадей<sup>(1)</sup>. Это указывает на исключительную молодость байкальских склонов. В то же время это сводит к нулю значимость одного из основных возражений сторонников синклинального происхождения впадины Байкала против дизъюнктивной теории, а именно, отсутствие видимых мощных и выдержанных разломов на побережье озера. Эти разломы в настоящее время находятся вдали от берега под уровнем вод (и отмечаются резким изменением глубин), а на побережье мы наблюдаем лишь трещины скола, сопровождающие главные сбрасыватели.

Поступило  
18 II 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Г. С. Леонтьев, Изв. Всесоюз. геогр. об-ва, 79, 5 (1947). <sup>2</sup> В. А. Обручев, Природа, № 8—9 (1922). <sup>3</sup> В. А. Обручев, Геология Сибири, 3, 1938. <sup>4</sup> В. А. Обручев, Сборн. 50 лет Кяхтинск. республ. музея, 1941. <sup>5</sup> В. А. Обручев, Изв. АН СССР, сер. геол., № 5 (1948). <sup>6</sup> Е. В. Павловский, там же, № 2 (1937). <sup>7</sup> Е. В. Павловский, там же, № 5 (1948). <sup>8</sup> В. П. Солоненко, Конф. по изуч. произв. сил Иркутск. обл., 1947. <sup>9</sup> В. П. Солоненко, Тр. Иркутск. ун-та, 3, в. 3 (1949). <sup>10</sup> В. П. Солоненко, Геология СССР, 17, ч. 1, 1949. <sup>11</sup> Сооружение Кругобайкальской ж. д., 1907. <sup>12</sup> Н. А. Флоренсов, Изв. АН СССР, сер. геол., № 2 (1948). <sup>13</sup> И. С. Шукин, Общая морфология суши, 2, 1938.