

Тункинский рифт

Г.Ф.Уфимцев,

доктор геолого-минералогических наук

А.А.Щетников,

кандидат геолого-минералогических наук

Институт земной коры СО РАН

Иркутск

При упоминании о Байкальской рифтовой зоне возникают ассоциации с озером, давшим ей название и занимающим котловину крупнейшего грабена — тектонического погружения, ограниченно разломами. И по большим размерам, и по заполнению водной массой Байкальский рифт отличается от соседних сухопутных впадин. Именно они перехватывают большую часть текущих к Байкалу рек. Лишь дельта р.Селенги (включая подводную часть — авандельту) пересекает все днище грабена, упирается в западный борт, разделяя подводной возвышенностью южную и среднюю котловины озера.

Разнообразная информация о Байкале обычна на страницах «Природы», и он оставляет в своеобразной тени другие рядом с ним расположенные рифты, так называемые впадины байкальского типа. Красота их ландшафтов соседствует с многочисленными геологическими памятниками, что делает такие формы молодой тектоники научными полигонами для решения различных проблем географии и геологии. Один из них — Тункинский рифт, протянув-



Тункинская долина и Тункинские гольцы к северу от нее.

Здесь и далее фото авторов

© Г.Ф.Уфимцев, А.А.Щетников



Тектонические ступени северной части Мондинской впадины и Тункинские гольцы над ними.

Валун из верхнеплиоценовых отложений, окатанный в зоне молодого разлома северного борта Туранской впадины. Поверхность валуна представляет собой зеркало скольжения.

шийся с юго-западной оконечности Байкала на запад на 200 км. Он то расширяется более чем до 30 км, то сужается до нескольких километров. Это тектоническое понижение рельефа представляет собой чередование межгорных впадин, заполненных кайнозойскими отложениями мощностью более 2,5 км. С востока их открывает Быстринская, затем следуют Торская и Тункинская, Туранская и Хой-

тогорская, разделенные низкогорными грядами, и, наконец, на западе ряд замыкает Мондинская. Как в больших, так и в малых впадинах залегают отложения практически одновозрастные, начиная с олигоцен-миоценовых (более 25 млн лет) и до современных. Междувпадинные перемычки представлены двумя видами: косо ориентированными блоками, наклоненными на запад, с востока ограниченными

сбросовыми уступами — Еловским и Ниловским отрогами, и сложными сочетаниями горстов и поднятых тектонических ступеней.

При путешествии в Тунку из Иркутска мы пересекаем Олхинское плоскогорье, в вершинном поясе которого видны остатки древнего рельефа — мел-палеогенового пенеплена со скальными останцами. Долины рек врезаны в древнюю равнину на глу-

бину до 500 м. Но главное впереди. Днище Тункинского рифта как бы подвешено, и в крайней своей восточной части оно на 150 м возвышается над Байкалом. Общий перепад высот здесь составляет почти 1000 м на всей его 200-километровой протяженности. Обычно днища таких структур имеют небольшой перепад высот или заполнены озерами.

Один из главных элементов структуры рифта — высокий уступ, ограничивающий его с севера, созданный одноименным сбросом. Этот сброс считается тектонотипом разломов, ограничивающих рифтовые долины. Общий перепад высот рельефа в его зоне составляет около 2000 м (и еще не менее 500 м подземной части). Такова минимальная амплитуда молодых вертикальных перемещений на северном борту, создавших крутой и монолитный фронт гор.

Южный борт рифта образован боковыми гребнями хребта Хамар-Дабан, бронированными неогеновыми базальтами, которые полого понижаются на север и погружаются под молодые отложения днищ впадин.

Особо примечателен молодой разлом на северном борту Туранской впадины, отделяющий ее от продольной гряды Ниловского отрога. Здесь сместители зоны молодого сброса рассекают неогеновые базальты (около 5 млн лет по К/Аг-методу), валунники и склоновые отложения. Любопытно, что гальки и валуны базальтов, вообще хорошо окатанные, в зоне молодого разлома были дополнительно окатаны. Их поверхность представляет собой сплошные зеркала скольжения*. Скорее всего они выполняют роль тектонических будин.

В центральной части Тункинской впадины, над ее днищем, на 150 м возвышается округлый массив Бадар, сложенный верхнеплейстоценовыми

* Гладкая поверхность пород, отполированная трением блоков, перемещающихся вдоль разрывного нарушения.



Вулкан Хурай-Хобок одиноко стоит на равнине вблизи южного склона Тункинских гольцов.

песками возрастом около 60 тыс. лет. Он — результат тектонической инверсии днища рифта. При этом купол не имеет под собой фундамента и представляет собой интересный случай бескорневых неотектонических форм. По поводу происхождения Бадарского массива существуют различные мнения. Например, что он образовался при поднятии поверхности, когда сформировалась линза многолетнемерзлых пород, или при соскальзывании вулканогенно-осадочного чехла по наклонным скатам фундамента, или возникновении центрального вздутия.

В Тункинской впадине располагаются вулканы — шлаковые конусы высотой до 120 м. Самый эффектный — Хурай-Хобок с хорошо сохранившимся кратером. Вулканы постепенно засыпаются молодыми осадками (возрастом около 50 тыс. лет по радиотермолюминисцентному методу). Вулкан Кунтен, на окраине современных Коймарских болот, возвышается всего на 6 м. На южной окраине с.Хурай-Хобок один из небольших конусов вскрыт карьером, на стенках которого обнажаются базальты

жерловой фации и сварные шлаки с лепешковидными вулканическими бомбами размером до 1 м.

Уступ Тункинского сброса на северном борту рифта представляет богатые возможности для изучения проблемы иерархической структуры рельефа вообще и тектонического рельефа, в частности. Мы наблюдаем здесь различные виды крутых треугольных и трапециевидных тектогенных граней-фасет. Базальные фасеты формируют нижнюю часть склона хребтов. Другие (вершинные) — окончания междуречных гребней, третьи ограничивают верховья небольших долин, разделяющих базальные фасеты. Комбинации этих форм создают большие фасеты, которые рассекаются лишь крутыми короткими долинами и группируются в секции сбросового уступа. Группирование (деление) форм тектонического рельефа практически везде кратно трем: три структуроформирующих элемента уровня организации n создают целостную форму уровня $n+1$. Изучение тектонического рельефа различных районов Внутренней Азии показало, что шаг группи-



Сварные шлаки и базальты жерловой фации одного из вулканов Талаинской группы.



Вулканическая бомба в сварных шлаках.

рования (деления), кратный трем, в иерархической структуре имеет, видимо, фундаментальное значение. Тункинский рифт в этом отношении — яркий и показательный пример.

Днища его впадин сложены в основном рыхлыми отложениями верхнего плейстоцена и голоцена. Среди них выделяются три литологических комплекса: песчаный, валунно-галечный и покровный. Наиболее древние четвертичные отложе-

ния (до 150 тыс. лет по радиотермолюминисцентному методу) обнажаются в пределах инверсионно поднятых ступеней междувпадинных перемычек. Некоторые особенности четвертичных отложений оказываются важнейшими для понимания молодой геодинамики Тункинского рифта.

Первая заключается в том, что в долинах, пересекающих поднятые блоки таких перемычек, наблюдаются серии над-

пойменных террас, сложенных валунно-галечными отложениями. Нижняя — цокольная. Ее основание образовано кристаллическими породами. В таких случаях геолог делает обычный вывод: нижняя терраса и слагающие осадки — молодые, а верхние и их осадки — более древние. В Тункинском рифте мы обнаруживаем другую картину. В поднятой ступени между Туранской и Мондинской впадинами валунные галечники, залегающие на цоколе первой надпойменной террасы, имеют возраст 100 тыс. лет (по радиотермолюминисцентному методу). А возраст ледниковых или моренноподобных отложений самой верхней террасы — 70 тыс. лет. Следовательно, речные террасы сформированы в единой валуно-глыбовой толще, заполняющей древний эрозионный врез. Они указывают на постепенное врезание русла Иркутка в более древние породы долины. Таким образом, нижние террасы — самые молодые формы рельефа — сложены наиболее древними отложениями и, наоборот, более ранние верхние террасы сложены молодыми осадками. Это говорит о том, что в общем спектре молодых тектонических движений (при безусловном господстве погружений днищ впадин) имеется колебательная составляющая, лучше всего выраженная в междувпадинных перемычках. Размах колебательных движений составляет более 100—120 м.

Другую особенность рыхлых отложений, точнее песчаных толщ, можно назвать «ложным другим геодинамиста». Дело заключается в следующем. Например, в верхней части разреза в районе Кыренского аэропорта, на южной окраине Тункинской впадины, в песках возрастном около 30 тыс. лет, обнаруживается (неожиданно для наблюдателя) слоистость (внутрислоевая слоистость) под углом до 15—20°. Складки в молодых отложениях? При этом замечается, что наклонная слоистость

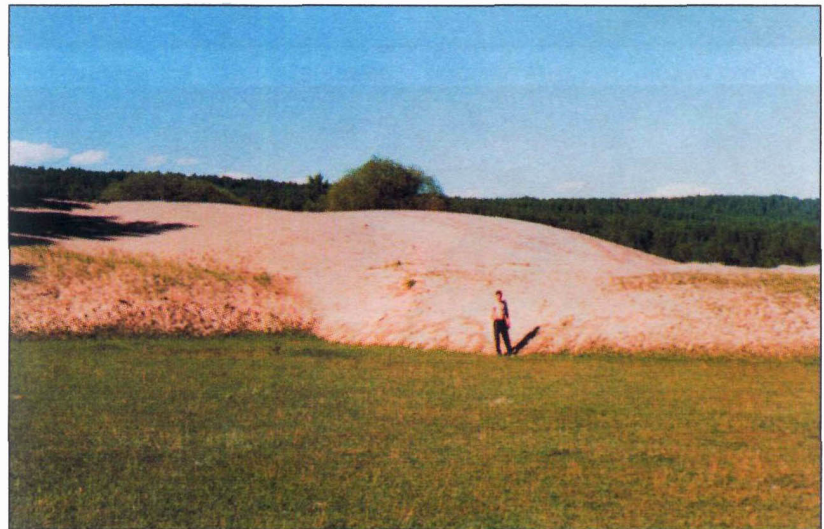
заклучена в горизонтально залегающих отложениях, перемежающихся с гравелистыми песками с косо́й сло́йчатостью руслового типа. В чем же дело? Мощные кососло́йчатые пласты представляют собой особый тип пойменных отложений. Отдельные паводковые сло́йки-ритмы последовательно облекают пологий откос внутренней части речной излучины вслед за ее боковым смещением. Такое явление один из авторов наблюдал на берегах рек бассейна Верхней Камы — Колвы и Вишерки. При последующем эрозионном прорезании пачки аллювия с такой сло́йчатостью можно наблюдать ложные складчатые формы и делать ложные геодинамические выводы.

Еще одна особенность рыхлого покрова Тункинского рифта — широкое распространение эоловых образований. В восточной части Хойтогольской впадины, на поверхности 12-метровой террасы р.Ихэ-Ухгуни (верхняя часть которой образована 29 тыс. лет назад), на 150 м возвышается песчаная гора Хайрхан. Это гигантская дюна, сформированная в конце позднего плейстоцена — начале голоцена (14—9 тыс. лет назад). Поверхность ее и сейчас интенсивно перерабатывается сильными ветрами. В основании горы залегает тонкий слой валунов — горизонт ветрогранников, служащих хорошими индикаторами действия ветровых процессов.

Древние эоловые бугристо-западинные ландшафты микро-рельефа наблюдаются под пологом сосновых боров на песчаной возвышенности Бадар и западных склонах отрогов. Очаги проявления современных эоловых процессов можно наблюдать в центральной части Тункинской впадины, где развеванию подвергаются песчаные поверхности низких террас р.Иркут. Примечательно то, что, по метеорологическим данным, в долине господствуют восточные ветры, а перемещение со-



Бугристо-западинные ландшафты в западной части Мондинской впадины.



Современная эоловая гряда в Тункинской впадине.

временных эоловых гряд происходит во встречном направлении. Здесь мы видим своеобразное противостояние между господствующими и рельефоформирующими ветрами.

Если эоловые пески распространены преимущественно в днищах межгорных впадин и на западных склонах между-впадинных пере́мычек-отрогов, то в основании пологого склона хребта Хамар-Дабан (южного обрамления Тункинского риф-

та) плащеобразно залегает толща лессовидных супесей мощностью более 6 м. Эти образования сопряжены со склоновыми отложениями.

В Тункинской долине можно изучать роль эоловых процессов в формировании рельефа и осадконакоплении в горно-таежных и лесостепных ландшафтах Сибири. Пока же мы явно недооцениваем значение этого фактора в функционировании природной среды на протяжении позд-



Иркут на выходе из Тункинского рифта. Узкая антецедентная долина прорезает наклонно поднятую глыбу Олхинского плоскогорья.



Невысокие живописные водопады часто образуются при пересечении реками зоны Тункинского сброса.

него плейстоцена и голоцена (последние 120—100 тыс. лет геологической истории). Другой фактор — периодическое существование крупных озер в днищах рифтов Восточной Сибири — напротив, явно переоценивается.

В песчаном комплексе Тункинской долины, составляющем основную часть четвертичных отложений, преобладают речные наносы, в которых много-

численны находки ископаемых наземных и околородных моллюсков. Осадков же озерного происхождения или озерных террас здесь практически нет. Кроме того, почти 1000-метровый перепад высот днища Тункинского рифта делает его неудобным для формирования обширного озера. В таких условиях возможно лишь образование эфемерных водоемов при перегораживании узких антецедент-

ных (возникающих ранее прорезаемых ими возвышенностей) долин.

Коль скоро мы упомянули об антецедентных долинах, следует продолжить эту тему, с которой напрямую связаны интересные палеогеографические реконструкции. Иркут вытекает из ледникового оз.Ильчир, расположенного на высоте более 1900 м в обширном трого. Затем долина сужается и прорезает

окраину Окинского плоскогорья. Стенки ущелья высотой до 700 м очень живописны: из устьев ледниковых каров и трогов в сторону Иркута летят водопады небольших речек. Затем долина резко изменяет свое направление на восток, расширяется, разделяет горные массивы Мунку-Сардык и Тункинские гольцы и, наконец, открывается в малую Мондинскую впадину. В юго-западном углу последней распространен характерный для основной морены бугристо-западинный микрорельеф, сложенный валунно-глыбовыми галечниками верхнего плейстоцена (75 тыс. лет). Но любопытно, что выше долина Иркута (откуда мог выходить позднеплейстоценовый ледник) начисто лишена черт ледникового трога.

Второй антецедентный участок начинается ниже Мондинской впадины, где река прорезает поднятую междувпадинную ступень. Далее Иркут прорезает Ниловский и Еловский отроги и поднятую ступень между Торской и Быстринской впадинами. Войдя в последнюю, Иркут резко меняет направление и, не доходя 20 км до Байкала, покидает пределы Тункинского рифта через наклонно поднятую глыбу Олкинского плоскогорья. Здесь, на пересечении зоны Главного Саянского разлома, он образует крупную излучину, так называемую Зыркузунскую петлю, в пределах которой борта долины высотой более 600 м круты и обрываются прямо в русло.

Зыркузунская петля, резкий уход Иркута на север (вместо того чтобы следовать на восток, к Байкалу) еще с середины XIX в. служат источником для создания многочисленных палеогео-

графических реконструкций. Предполагается, что ранее Иркут впадал в Байкал и был перехвачен с севера рекой, пропиливавшей плоскогорную ступень, или сток из Байкала какое-то время осуществлялся через Зыркузунскую петлю. В какой мере это правдоподобно? Следует учитывать два обстоятельства. Первое: уклон днища Тункинского рифта к Байкалу в два раза превышает уклон Иркута ниже Быстринской впадины, вплоть до слияния его с Ангарой. Раз связав свою судьбу с Байкалом, Иркут вряд ли мог его покинуть. Второе: сток из Байкала в прошлом не мог существенно отличаться от современного по Ангаре. Долина же Иркута в Зыркузунском ущелье просто не могла бы его вместить. Скорее всего существующие отношения в системе Иркут—Ангара—Байкал изначальны и не менялись в обозримом геологическом времени.

Обратимся теперь, пожалуй, к главному: почему днище Тункинского рифта имеет такой крутой уклон? Что вообще делает его уникальным в ряду внутриконтинентальных рифтов? Ведь он играет роль соединительного звена между самым высоким в Байкальской рифтовой зоне — Хубсугульским рифтом (1645 м) и самым низким — Байкальским (456 м).

Монголо-Сибирский пояс возрожденных гор, простирающийся от долины р.Нюкжи на востоке до Телецкого озера на западе, от Хангая и Хэнтея на юге и до Восточного Саяна и Станового нагорья на севере, характеризуется сводообразным поднятием цоколя. Это объясняется общим изостатиче-

ским вздыманием земной поверхности над подлитосферным астенолитом — гигантской линзой аномальной (разогретой и разуплотненной) мантии. Северный край астенолита поднимается до раздела Мохоровичича и обуславливает формирование и развитие Байкальской рифтовой зоны.

Сводоподобное поднятие цокольной поверхности Монголо-Сибирского горного пояса вдоль меридиана 100° осложнено высокогорной полосой, охватывающей Хангай, Прихубсугулье и Окинское плоскогорье. По сейсмологическим данным, она представляет собой геоморфологическое выражение канала, соединяющего нижнюю часть мантии с подлитосферным астенолитом. Вертикальный столб, или канал астеносферы, и сопутствующее ему изостатическое поднятие цокольной поверхности горного пояса составляют образование, названное нами горячей линией 100° в.д. На оси расположен Хубсугульский рифт, а на восточном скате — крутой Тункинский. Именно такой канал аномальной мантии определяет распространение молодого вулканизма в Хангае, горах Северной Монголии и Восточной Тувы, в Тункинском рифте и его горном обрамлении. Изотопные характеристики также говорят о присутствии в базальтах материала, поднявшегося из нижней мантии. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проекты 01-05-97219, 02-05-64022 и 03-05-64898.