

Графическое отображение геодинамики рифтогенных структур по дистанционным материалам

Е.М. Лаптева, Н.И. Лаптева

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы,
МГУ им. М.В. Ломоносова, Музей земледения
E-mail: lapteva@mes.msu.ru*

На примере двух рифтовых систем - Байкальской и Восточно-Африканской – рассматриваются элементы морфологии рифтовой долины. В основу неотектонического анализа положено графическое отображение рифтогенных структур на дистанционных материалах, в том числе космоснимках, обладающих геометрической и спектральной генерализацией. На основе анализа результатов дешифрирования многозональных и синтезированных космических снимков показана возможность их применения для изучения и картографирования геодинамической природы и направленности развития рифтогенных структур для оценки разломной тектоники и вулканизма.

Введение

Графическое отображение рифтогенных структур на дистанционных материалах, обладающих геометрической и спектральной генерализацией, положено в основу неотектонического анализа.

Рифтогенез – ведущий геологический процесс формирования и развития материков. Рифт представляет собой активный геодинамический элемент литосферы, поэтому весьма актуальным следует считать изучение морфоструктурных особенностей рифтогенных систем. Использование материалов информационного обеспечения способствует повышению достоверности определения сходства или различий между объектами природы. По формам вулканогенных построек можно судить о строении, характере и составе слагающих лав.

Морфоструктурный анализ, то есть совместный анализ рельефа, структур и вулканизма дает сведения об особенностях развития тектонических деформаций. Для изучения и картографирования геодинамической природы и направленности развития рифтогенных структур применяется комплекс методов дистанционных исследований геофизических, геологических, картографических.

На основе анализа результатов дешифрирования многозональных и синтезированных космических снимков показана возможность их применения для изучения и картографирования геодинамической природы и направленности развития рифтогенных структур для оценки разломной тектоники и вулканизма. На мелкомасштабных космических снимках отчетливо просматривается линейное расположение крупных структур – разломов. На отдельных участках они простираются вкрест друг другу. Разломы, выраженные морфологически, отражают тектонические дислокации и их направление.

Общие черты строения континентальных рифтов

Изучение рельефа материковых рифтов позволяет выявить важные черты различия между отдельными рифтовыми областями. На примере двух рифтовых систем Байкальской и Восточно-Африканской рассматриваются элементы морфологии рифтовой долины. Эти структуры являются объектом для изучения рифтогенеза и магматических пород. Морфологические черты материкового рифтогенеза являются следствием глубинных процессов. Тектонические структуры проявляются в облике земной поверхности в высотном поле рельефа, в его расчлененности, в плановом рисунке форм рельефа и их морфогенетических чертах.

Сводные структуры и разделяющие их впадины отчетливо выражены в рельефе (рис. 1). Плановое расположение рифтовых впадин имеет определенные закономерности, при которых простирающиеся отдельные линейные элементы подчиняются выдержанным направлениям. Милановский Е.Е. выделяет характерные типы сочетаний материковых рифтов в плане: для Байкальского пояса кулисное и четковидное, для Восточной Африки взаимно-параллельное и расщепление в южном окончании Кенийского рифта. На основе анализа особенностей рельефа Восточно-Африканской рифтовой системы впервые выделены сводово-вулканические и щелевые рифты [1].

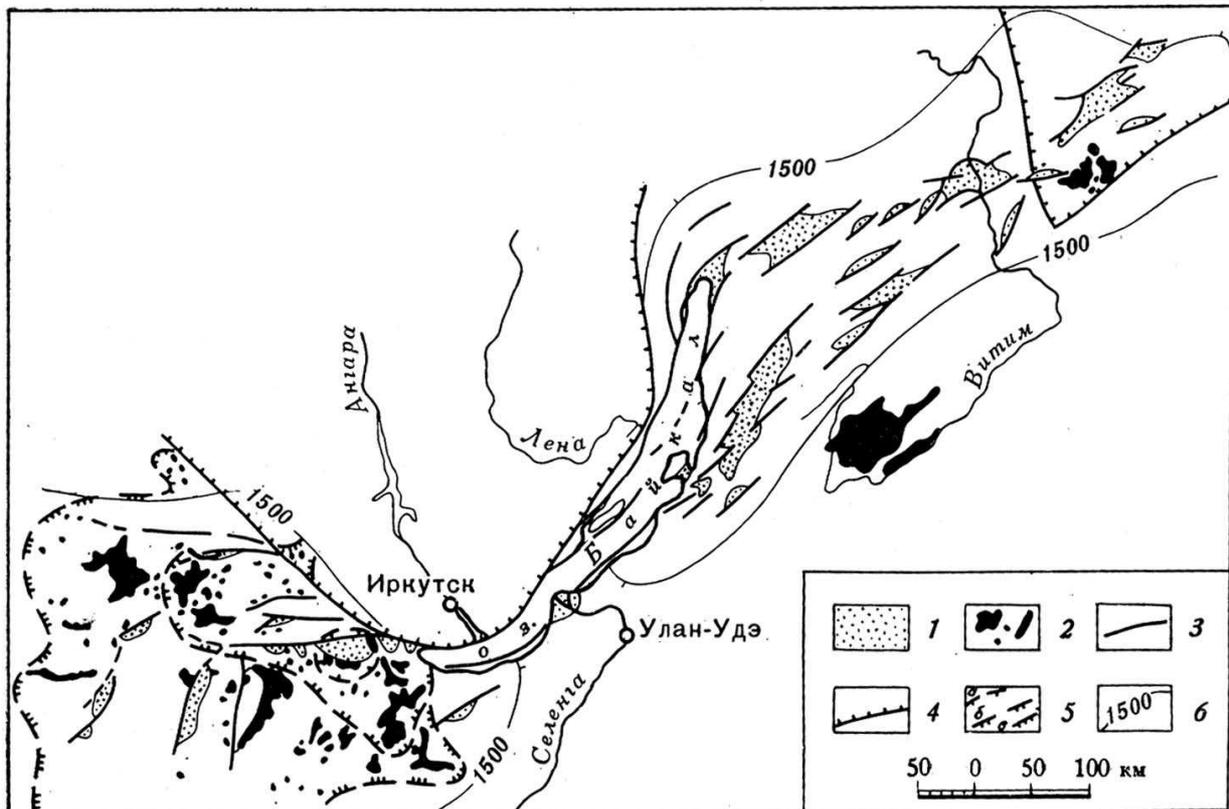


Рис. 1. Морфоструктурная карта Байкальской рифтовой зоны.

1 – рифтовые впадины, 2 – поля вулканических пород, 3 – наиболее крупные разломы неоген-четвертичного возраста, 4 – ограничения кратонов Сибирской платформы, 5 – ареалы вулканической активности, 6 – 1500-метровая изогипса байкальского сводового поднятия

В отношении геодинамики и магматизма территории Байкальской и Африканской рифтовых зон имеют много сходного. Отмечается распространение рифтовых впадин к северу и к югу от центрального рифта. Асимметричный поперечный профиль зон, который выдерживается на значительных расстояниях, определяет разную высоту и морфологию хребтов по обе стороны от рифтовой впадины, частную асимметрию каждой рифтовой долины. Постоянство ширины рифтовых впадин – важнейшая общая черта континентальных рифтов. Исключительная линейность структур выражается не столько в том, что общая протяженность рифтов на порядок превышает их ширину, сколько в характере самих рифтовых впадин, которые разделяясь внутри- или межвпадинными перемычками, протягиваются на расстояние в первые тысячи километров (рис. 2).

В Африке новейшая активизация выразилась морфологически в образовании обширных поднятий Восточно-Африканского плато, которое отделено седловиной от Эфиопского плато. А в Байкальской зоне северо-восточная часть рифтовой системы отделена от Хамардабанского поднятия Селенгинской седловиной.

Особенности строения Байкальской и Восточно-Африканской рифтовых зон

Помимо сходства рифты Восточной Африки и Байкальская рифтовая имеют специфические геоморфологические черты выражения рифтогенеза. Главное внимание уделяется структурным различиям, касающимся главным образом их очертаний и типов тектонических ограничений по бортам впадин, их простирания и асимметрии.

Ряд структурных элементов рифтовых зон дешифрируются по морфологическим признакам: линейное расположение системы впадин, резкая смена в плановых рисунках гидросети, нарушения на поверхности плато, сложенных эффузивными лавами. Геодинамическая обстановка характеризуется широким развитием вулканизма: вулканические постройки, окруженные полями пирокластических пород, впадины с резко очерченными бортами.

Байкальская рифтовая зона орографически представляет собой систему хребтов высотой более 2000 м. Они контрастно обрамляют межгорные котловины и образуют вместе с тремя впадинами, занятыми озером Байкал, собственно систему рифтовых долин, продолжающихся к северо-востоку.

Для целей детального анализа использованы дистанционные материалы в виде электронной карты Байкала, построенной по данным батиметрических измерений. Теневое изображение показывает рельеф дна и боковых стен котловины, на которых выявлены многочисленные подводные сбросы, включая знаменитый Обручевский сброс, распределение уклонов дна и склонов (рис. 3).

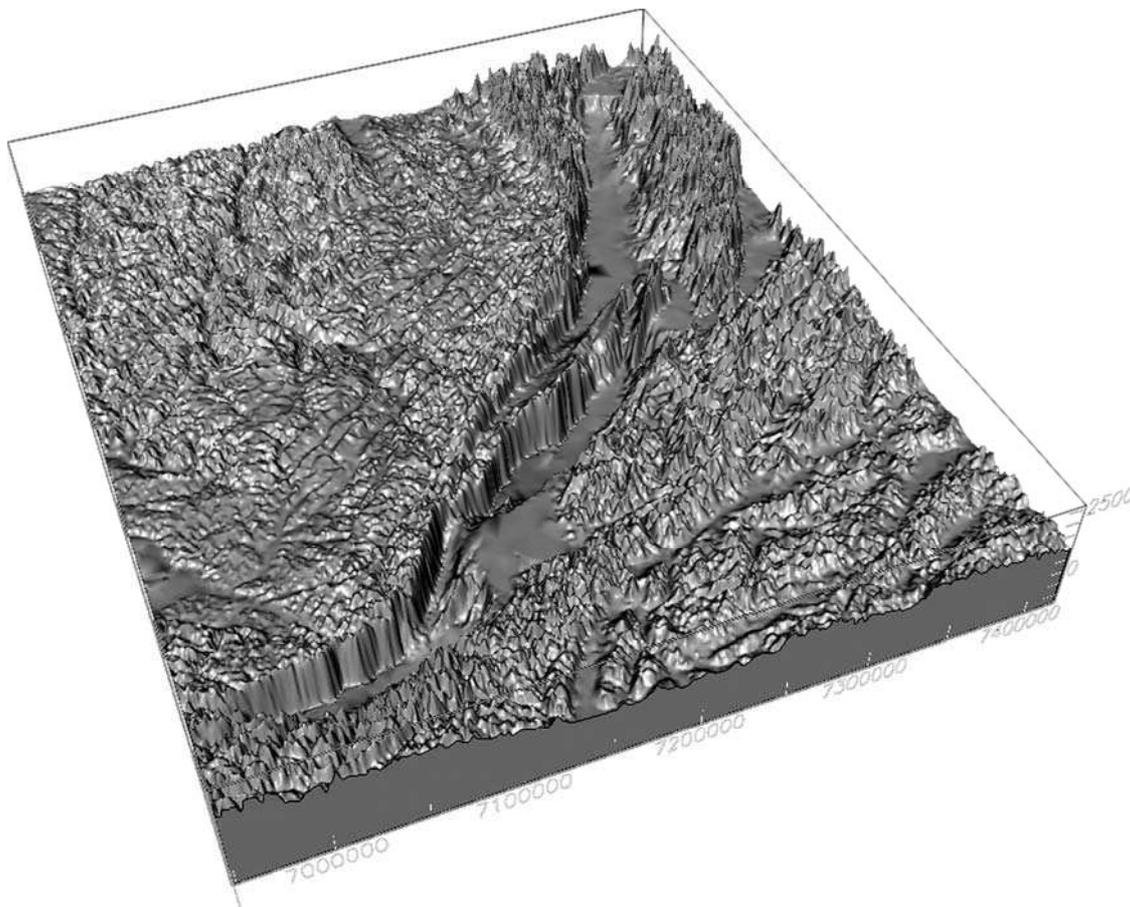


Рис. 3. Морфология байкальской впадины по данным батиметрических измерений.
<http://www.lin.irk.ru/intas/3.jpg>

Самые глубокие участки котловин не имеют традиционно плоского характера, а имеют неровности и бугры, в которые могут логично вписываться недавно открытые грязевые вулканы. Обра-

ботка дистанционной информации по эхолотированию озера (батиметрические карты и поперечные профили) представила возможность детально оценить строение дна и бортов рифта, проанализировать морфологическую структуру этой геосистемы (рис. 4).

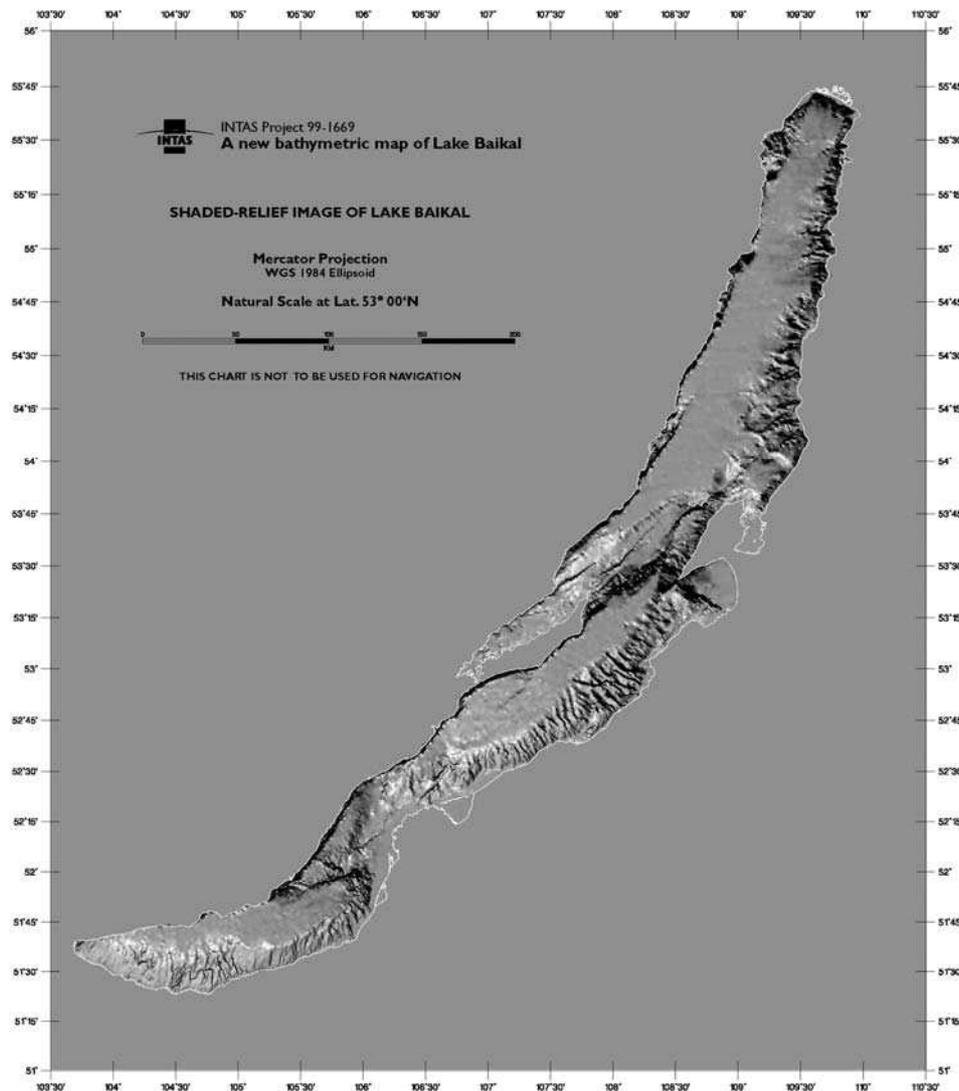


Рис. 4. Карта теневого рельефа. <http://www.lin.irk.ru/intas/shaded.jpg>

Наиболее характерны сбросовые и взбросовые рельефообразующие деформации по боковым оперяющим ветвям разломов. Узкие протяженные грабены, не имеющие следов вулканизма в средней части.

Для впадин байкальского типа при внутреннем и внешнем сходстве разные фланги рифта имеют различия, касающиеся главным образом их очертаний и структурного типа тектонических ограничений по бортам впадин, их простирания и асимметрии.

На северо-восточном фланге рифтовой зоны выделяются две системы впадин, разделенных Баргузинским и Северо-Муйским хребтами. Центральную котловину Байкала продолжает Баргузинский грабен, имеющий длину около 200 км и ширину 20-30 км. Продолжением Северной котловины является Верхнеангарский грабен, несколько смещенный относительно простирания котловины, вдоль поперечного разлома. К востоку прослеживается лишь одна система грабенов, состоящая из Муйского, Чарского и Токкинского.

Структура активных позднеплейстоценовых и голоценовых разломов Байкальской рифтовой

зоны различна в зависимости от расположения в центральной части рифта или на его флангах. Молодые подвижки центральной зоны при преобладающей роли вертикальных сбросовых смещений с малым участием сдвиговой компоненты (Приморский, Северо-Байкальский, Ольхонский разломы) фиксируются не только по геофизическим и геодезическим данным, но и по смещениям форм рельефа – палеосейсмодислокациям, многосотметровым ступенчатым уступам, грабенам и т.д., отчетливо отображающимся на космических снимках.

На юго-восточном борту Чарской котловины расположена крупная вулканогенная структура – Удоканское лавовое плато. Структурный план Удоканского плато определяется системой ортогональных разломов, которые хорошо дешифрируются по тектонически предопределенным формам рельефа и общему рисунку гидросети. В пределах плато на междуречьях и в верховьях долин выделяются вулканические постройки центрального типа, овальные куполы (высотой в первые десятки метров, диаметром в 300-500 м), ореолы выбросов пирокластического материала до 1 км диаметром, трещины оседания вокруг воронок и эксплозивных кратеров (рис. 5).

Среди использованных многозональных космических фотоснимков наиболее полную информацию о вулканогенном рельефе дают снимки в ближнем инфракрасном диапазоне спектра (700-840 нм). Активные тектонические зоны и разломы хорошо отображаются в диапазоне 480-600 нм. Малоразмерные объекты на склонах, к которым относится большинство эндогенных процессов (в том числе конусы выноса сейсмогенных обвалов) с наибольшей детальностью отражаются в зоне 600-700 нм.



Рис. 5. Рифтовая долина (Кения). Google Earth

В восточной ветви Кенийской рифтовой системы максимальный размах рельефа примерно в два раза меньше, чем в западной. Топографическая поверхность Кенийской зоны выглядит в виде обширного свода от озера Виктория на западе до пологого склона к прилегающей впадине на востоке.

Современный облик определили сложные тектонические и вулканические процессы. Развитие Кенийской рифтовой зоны сопровождалось мощной вулканической деятельностью. Этот рифт представляет собой сложный асимметричный грабен. Здесь располагаются гигантские вулканы центрального типа – Килиманджаро, Кения, Меру (рис. 6). По объему вулканического материала исследователи отмечают главную черту для этого региона – преобладание трещинных извержений. Вулканизм локализован в пределах осевого грабена.

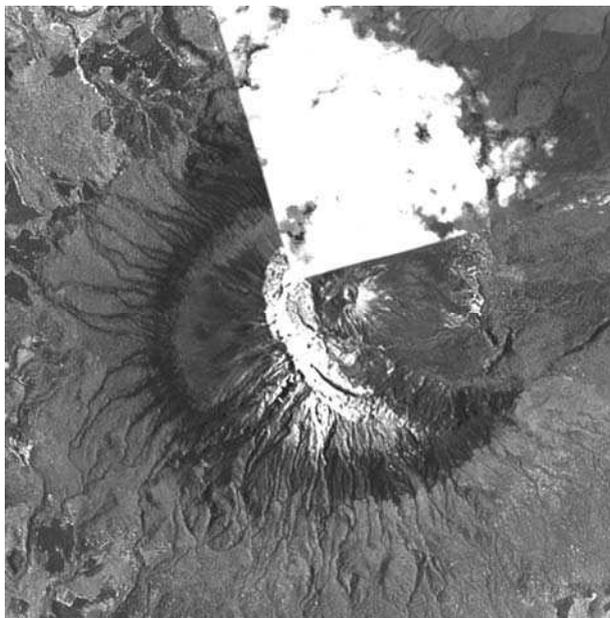


Рис. 6. Вулкан Меру (Танзания). Google Earth

На фоне обширного сводового образования располагается ярко выраженная асимметричная рифтовая долина почти меридионального направления, что подчеркивается сгущениями разломов. Западные борта имеют ступенчатый профиль сбросовых склонов, а восточные постепенно спускаются к дну долины. Дно заполнено туфами и материалом осадочного генезиса.

На крупномасштабных космических снимках отражается большое разнообразие генетических типов осадочных пород. Отчетливо определяются их границы и масштабы распространения. Формы транзита, аккумуляции и динамики русловых процессов – деятельность современных потоков, выраженных в многочисленных обширных конусах выноса и русловой аккумуляции.

Судя по размаху вулканизма, напряженность глубинных процессов в Кенийской рифтовой зоне значительно выше, чем в Байкальской.

Использование космической информации существенно расширяет возможности изучения морфоструктурного строения и рельефообразования внутриматериковых рифтовых зон. Отображение новейшей динамики на космоснимках в виде совокупности морфоструктурных элементов и районов локализации активных эндо- и экзогенных процессов представляет научный интерес для изучения морфотектоники внутриматериковых рифтовых зон.

Изучение рельефа материковых рифтов позволяет выявить важные черты различия между отдельными рифтовыми областями.

Литература

1. Милановский Е.В. Рифтовые зоны континентов. М.: Недра, 1976. 280 с.
2. Логачев Н.А. Вулканогенные и осадочные формации рифтовых зон Восточной Африки. М.: Наука, 1977. 183 с.