

МОРФОТЕКТОНИКА НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Г.Ф. Уфимцев¹, С.Н. Алексеенко², Ф.С. Онухов²

¹Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

²Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, г. Хабаровск

Поступила в редакцию 26 декабря 2008 г.

Морфотектоника Нижнего Приамурья определяется явлениями окраинно-материкового ареального рифтогенеза и их взаимодействиями с общими воздыманиями и умеренным тектоническим скупиванием на краю “устойчивого” континента. Окраинно-материковые рифты входят в общий эволюционный ряд форм переходной зоны от континента к океану и являются морфотектоническим выражением начальной стадии процесса утонения и преобразования материковой литосферы.

Край устойчивого континента на юге Дальнего Востока имеет сложную конфигурацию и оформлен большими уступами – непрерывными или композиционными, пространственно совпадающими с крупными гравитационными ступенями.

Ключевые слова: окраинно-материковый рифт, утонение литосферы, большой уступ, линейное коробление литосферы, переходная зона, юг Дальнего Востока.

ВВЕДЕНИЕ

На материках мы встречаемся с двумя видами рифтовых зон. С одной стороны, это внутриконтинентальные рифтовые зоны – большие грабены Восточной Африки и их горное сопровождение [9, 10], Байкальская рифтовая зона [14, 18, 19, 29] и Верхнерейнский грабен [20, 22]. Для всех них характерно линейное расположение структурных элементов и оформление рифтов протяженными сбросами. Глубинные составляющие таких рифтогенов представляют собой выступы аномальной мантии в форме гигантских даек, достигающих раздела Мохо [18, 21].

Рифтовые системы иного рода представляют собой окраинно-материковые образования двух разновидностей: 1) впадины на шельфах и континентальных склонах пассивных континентальных окраин и сопровождающие их великие уступы [27] и 2) грабены и блоковые поднятия в тылу активных континентальных окраин в зонах растяжения, дробления (крошения) и утонения континентальной литосферы, сопряженные с шельфовыми бассейнами окраинных морей. Примеры подобного рода окраинно-материковых рифтов представляет нам Охотоморский регион и, в частности, Северное Приохотье [11–13] и Нижнее Приамурье [21], где они проявлены, пожалуй, в наиболее яркой форме.

Рифтовая система Нижнего Приамурья и эволюционный ряд морфотектонических элементов, обозначающий в тектоническом рельефе всю последовательность преобразований континентальной литосферы в условиях утонения в тылу активной переходной зоны от континента к океану, характеризовался нами ранее [17, 21]. В настоящей работе мы стремимся детализировать эти представления, внести в них существенные дополнения по преимуществу структурного характера, оценить взаимосвязанность, эволюционный ряд или последовательность явлений задугового рифтогенеза от котловин окраинных морей через шельфы и аваншельфы к прибрежным пониженным территориям. Район Охотского моря, Татарского пролива и Нижнего Приамурья в этом отношении представляет собой идеальный научный полигон.

ТЕКТОНИЧЕСКИЙ РЕЛЬЕФ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Рис. 1 представляет собой модель тектонического рельефа, при построении которой благодаря преобразованиям топографических карт определенными морфометрическими приемами убираются (условно “засыпаются”) несущественные эрозионные формы рельефа [17]. Для Нижнего Приамурья морфометрический анализ выполнялся на картах 1:1 000 000 и

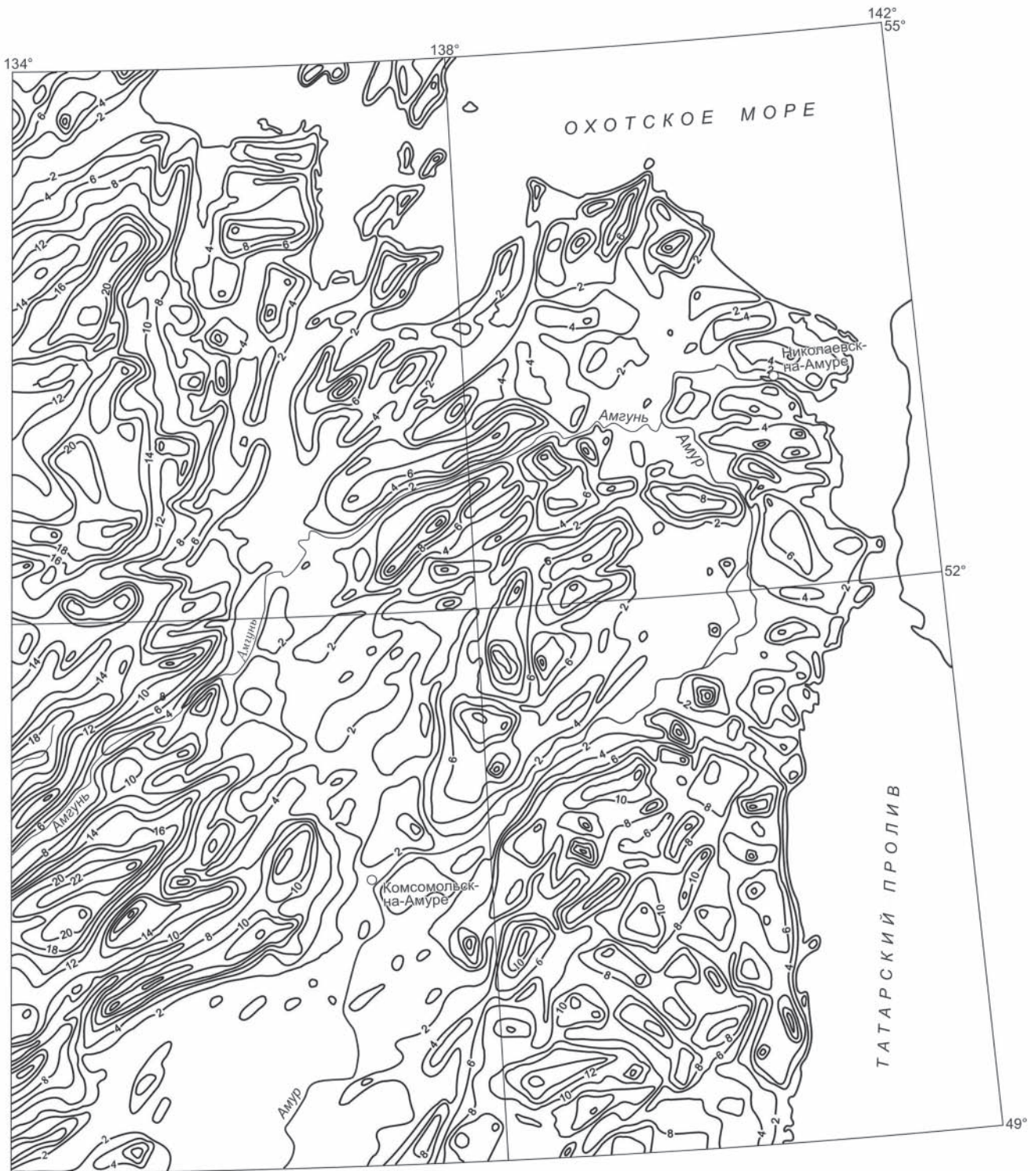


Рис. 1. Тектонический рельеф Нижнего Приамурья. Изолинии проведены через 200 м и оцифрованы в сотнях метров.

более крупного масштабов, с последующей генерализацией и разрядкой горизонталей до общего сечения через 200 м. Анализ батиметрических материалов на акватории Охотского моря и Татарского пролива выполнялся особо, поскольку данные о глубинах на навигационных картах представлены в цифровой форме.

Тектонический рельеф дает полное представление о морфологии и структурных особенностях основных неотектонических форм региона (рис. 1, 2). В Нижнем Приамурье выделяются зоны общих погружений и большие поднятия, зоны дифференцированных неотектонических перемещений – системы линейного коробления верхних частей литосферы и больших впадин в сопровождении блоковых полей и глыбовых поднятий, которые и составляют окраинно-материковую рифтовую зону. К общим погружениям относятся юго-западная часть Охотоморского шельфа, Среднеамурская впадина и линейный субмеридиональный прогиб Татарского пролива. Общие поднятия представляют собой как большие своды (Ямалинский), так и глыбовые поднятия (Сихотэ-Алинское).

Районы распространения форм линейного коробления, а это чередование вытянутых хребтов-сводов и сравнительно узких межгорных впадин, охватывают территорию северо-западнее Среднеамурской впадины (Баджальская зона) и систему хребтов Амур-Амгунского междуречья и севернее, которая по размерам невелика и представляет собой структурную группировку на уровне подзоны (субзоны). Она вложена в окраинно-материковую рифтовую зону и разделяет субмеридиональные Тугур-Чукчагир-Эворонскую и Нижнеамурскую системы больших впадин. К такого же рода образованиям, по-видимому, относится и субмеридиональная впадина Амурского лимана. Все эти погружения сопровождаются блоковыми полями – системами разновысотных тектонических ступеней и горстов. Среди последних особое значение имеют узкие (первые километры) и протяженные (десятки километров) низкогорные поднятия, разделяющие низкие аккумулятивные равнины и имеющие шовную природу. Наиболее наглядным примером такого рода образований является прерывистая полоса узких низкогорных горстов на левобережье Амура у устья р. Лимури; ее общая протяженность превышает 100 км. Долина Амура между Среднеамурской и Удыль-Кизинской впадинами разделяет Сихотэ-Алинское поднятие и Нижнеамгунскую подзону поднятий и впадин и, видимо, тоже имеет характер шовного грабена. Некоторые низкие ступени в пределах систем больших впа-

дин имеют характер междувпадинных перемычек. В Тугур-Чукчагир-Эворонской впадине такого рода образования распространены в ее южной части и имеют по преимуществу диагонально-поперечную по отношению к общему простиранию ориентировку. В Нижнеамурской впадине значение междувпадинной перемычки имеет изолированно расположенный свод хр. Пуэр, который к тому же имеет “аномальное” северо-западное простирание. Это обусловлено его положением внутри полосы поперечных линеаментов северо-западного простирания. На схеме тектонического рельефа (рис. 1) хорошо виден двойственный характер этого поднятия. С одной стороны, он подобен хребтам-сводам Омельдинскому, Омальскому и другим, составляющим Нижнеамгунскую зону линейного коробления. С другой – свод хр. Пуэр с его общим северо-западным простиранием входит в ансамбль тектонических ступеней и глыбовых поднятий, сопровождающих субмеридиональную Нижнеамурскую систему впадин и в особенности ее северную половину (Чля-Орельскую впадину), где линеаменты северо-западного простирания имеют решающее значение в неотектонической структуре.

Вообще говоря, в Нижнем Приамурье преобладают в неотектонической структуре протяженные разломы северо-восточного простирания двух близазимутальных систем. Большинство из них в тектоническом рельефе представляют собой уступы переменной высоты и хорошо видны в таковом своем качестве на схеме тектонического рельефа (рис. 1). Именно ввиду этого они не показаны на схеме морфотектоники (рис. 2), что сделало бы ее громоздкой и менее читаемой. Но на этой схеме специально выделены поперечные линеаменты северо-западного простирания, которые по большей части представляют композиционные образования, которые по простиранию изменяют свое морфологическое выражение: то это уступы, то сопряженные системы седловин и долин (блокораздельные проходы), сопряженные окончания неотектонических форм и прочее. Наиболее протяженные поперечные (северо-западного простирания) линеаменты группируются в системы, среди которых наиболее важное значение имеют следующие. Первая из них ограничивает юго-западные периклиналы сводов Баджальского и Джаки-Унахта-Якбыяна и затем северо-восточное окончание глыбового поднятия горного массива Вандан в Среднеамурской впадине (рис. 2). Вторая полоса поперечных линеаментов начинается на берегу Татарского пролива, пересекает Сихотэ-Алинь, где в ее пределах многие частные глыбовые поднятия и тектонические ступени приобретают северо-западную ориентиров-

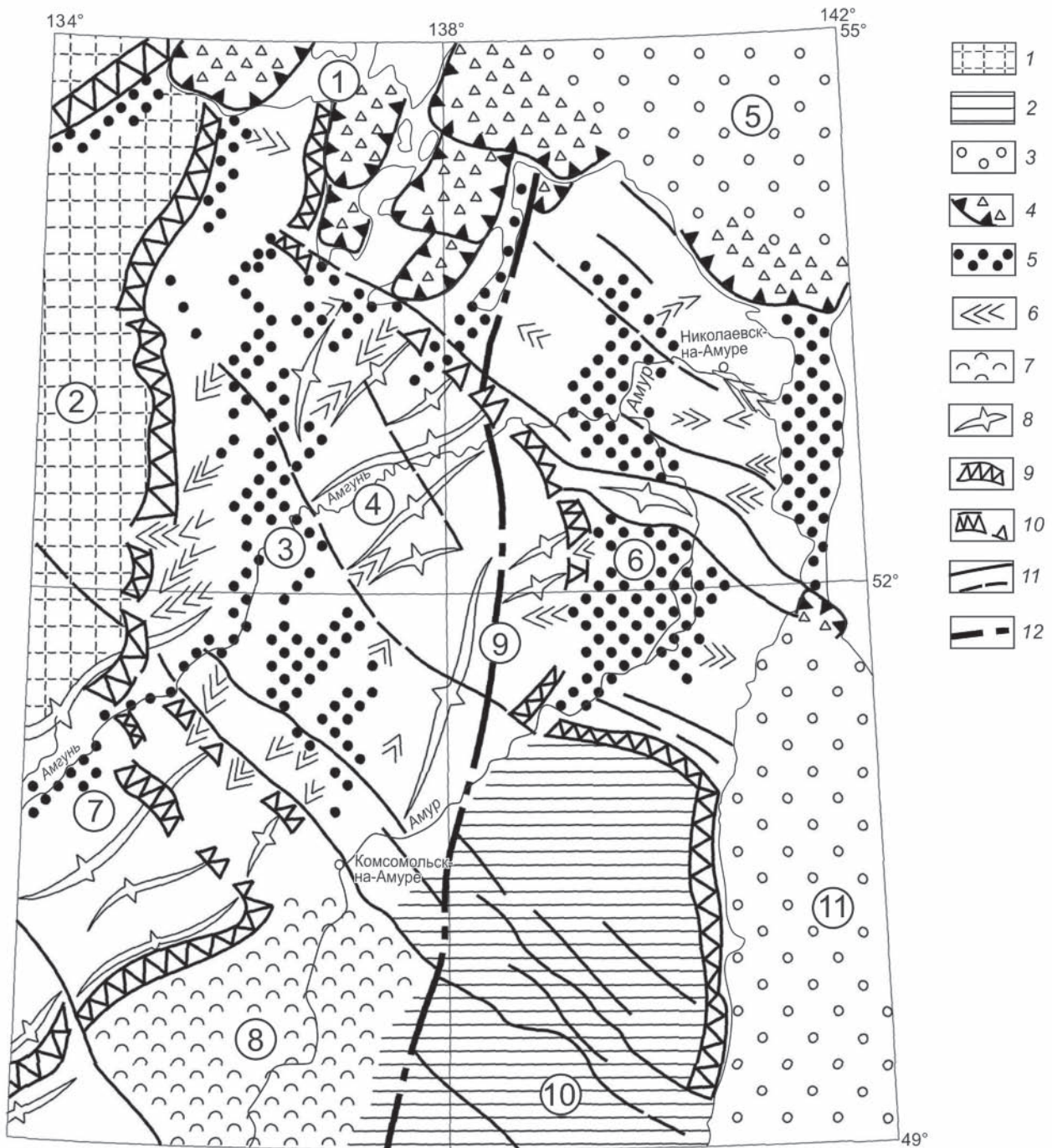


Рис. 2. Основные черты морфотектоники Нижнего Приамурья.

1 – большие сводовые поднятия; 2 – глыбовые поднятия; 3 – шельфовые бассейны; 4 – краевые погруженные блоки; 5 – большие впадины (рифтовые долины); 6 – угловатые погружения у бортов впадин (входящие углы); 7 – общие погружения междугорий; 8 – хребты-своды; 9–10 – большие уступы, в том числе композиционные (10); 11–12 – главные поперечные линейаменты (11) и продольные сдвиги (12). Цифрами в кружках обозначены: прибрежная часть шельфа в Шантарском районе (1), Ямалинский свод (2), Тугур-Чукчагир-Эворонская впадина (3), Нижнеамурская подзона линейного коробления (4), Охотоморский шельф (5), Нижнеамурская впадина (6), Баджалская зона линейного коробления (7), Среднеамурская впадина (8), Центрально-Сихотэ-Алинский разлом (9), Сихотэ-Алинское поднятие (10), прогиб Татарского пролива (11).

ку. Далее эта линеamentная система определяет северо-восточные замыкания Среднеамурской впадины и Баджальской зоны линейного коробления: периклиналы составляющих ее хребтов-сводов здесь выстроены в одну линию.

Еще один поперечный разлом оформляет северо-восточное окончание Сихотэ-Алинского поднятия и далее на северо-запад прослеживается до Чукчагирского озера, где он, возможно, разветвляется: одна из его составляющих прослеживается до долины р. Бурей, а другая – к району слияния р.р. Тугур и Нимелен.

В структурном отношении значение поперечных разломов в основном определяется тем, что они контролируют либо окончания, либо разграничения основных неотектонических форм и, в первую очередь, структурных зон и подзон.

Важное значение в неотектонической структуре Нижнего Приамурья имеют также сдвиговые системы: Итун-Иланская ветвь Танлу северо-восточного простирания и субмеридиональный Центральнo-Сихотэ-Алинский разлом. Последний на западном крыле Сихотэ-Алинского поднятия выражен по преимуществу системой сопряженных долин-грабенoв, далее пересекает косо долину Амура и, будучи выражен в виде узких понижений тектонического рельефа, достигает берега Охотского моря в заливе Николая.

Особенное значение и в морфологии тектонического рельефа, и в неотектонической структуре региона имеют большие уступы двух разновидностей: это либо действительно монолитные тектонические уступы, разделяющие разновысотные большие ступени рельефа, либо композиционные образования, составные элементы которых следуют общему простиранию с большими разрывами. К числу первых относятся береговые уступы Джугджура и Сихотэ-Алиня, по сути дела, являющиеся геоморфологическим выражением окраинно-материковых вулканических поясов и глубинных разломов [17] и по своему характеру и структурному значению относящиеся к категории великих береговых уступов (эскарпментов) [27]. Береговой уступ Сихотэ-Алиня имеет общую протяженность более 1000 км и практически на всем протяжении он стеноподобен, будучи разделен на протяженные секции только устьевыми частями крупных долин. Лишь в районе Советской Гавани и Ванино береговой уступ выполаживается и прерывается, поскольку здесь располагается крупный вулканический массив, сложенный неогеновыми эффузивами. Севернее пос. Сизиман береговой уступ под почти пря-

мым углом отклоняется в сторону суши, несколько теряя высоту, и оформляет северное окончание Сихотэ-Алинского глыбового поднятия (рис. 1, 2).

На суше подобным великим береговым эскарпам является субмеридиональный уступ на восточном крыле Ямалинского сводового поднятия, протягивающийся от берега Удской губы на севере и до долины Амгуни на юге. Ямалинский великий уступ представляет собой геоморфологическое выражение одной из крупнейших на Дальнем Востоке гравитационной ступени, обозначающей резкое изменение структуры литосферы при общем ее утонении на восток [6, 7], в сторону окраинных морей. В нашем случае большие тектонические уступы можно считать элементами “края устойчивого континента”, до которого определено (выраженно структурно) достигает влияние геодинамики переходной зоны от континента к океану.

Большие уступы другой разновидности представляют собой композиционные формы, и составляющие их склоны или скаты разобщены широкими долинами или даже межгорными впадинами. Это линии однообразных перегибов основных форм тектонического рельефа, которые приурочены главным образом к поперечным разломам. Описанный выше большой уступ на восточном крыле Ямалинского свода на юге разветвляется. Составляющие его элементы приобретают юго-восточное простирание и контролируют положение на одной линии периклиналей хребтов-сводов Баджальской зоны линейного коробления либо продольных скатов тектонического рельефа в приближении к периклиналям, которые сопряжены с резкими изменениями ширины самих сводов (рис. 1, 2). Такого же рода композиционный большой уступ располагается и на восточном ограничении Нижнеамурской субзоны линейного коробления, где на одной линии северо-западного простирания располагаются периклиналы всех сводовых изгибов.

Примечательным является то обстоятельство, что большие уступы имеют угловатые перегибы по простиранию с чередованием участков субмеридионального и северо-западного направления. При этом большие уступы обращены на восток, и в их подножьях располагаются либо системы больших грабенoв, либо линейные шельфовые прогибы, каким является район Татарского пролива. В этом нельзя не видеть того, что большие уступы так или иначе связаны (или сопряжены) с явлениями рифтогенеза и вообще растяжения и утонения литосферы на краю континентального массива. В какой-то мере они представляют собой элементы морфотектоники пле-

чей-противоподнятий рифтогенных ансамблей неотектонических форм и, в первую очередь, больших впадин. Не случайно, например, то обстоятельство, что восточная часть Ямалинского свода приподнята над Тугур-Чукчагир-Эворонской впадиной. Крыло сводового поднятия здесь сужено, и сам Ямалинский свод обретает элементы гигантского наклоненного на запад блока. Особенно это заметно на севере, в приближении к Удской губе, где тектонический рельеф Тайканского хребта полностью подчинен этому перекоосу. На юге же две ветви большого уступа оформляют ступенчатые понижения периклиналей сводов Баджальской зоны к рифтовой долине. Аналогичную ситуацию мы видим и на западном обрамлении Нижнеамурской впадины. А Сихотэ-Алинское глыбовое поднятие вообще представляет собой плечо-противоподнятие сложной системы задугового рифтогенеза в виде сопряженного ансамбля Япономорской глубоководной котловины и прогиба Татарского пролива [17, 23].

Структурные позиции больших уступов, их морфологические особенности, наряду с геофизической информацией о строении литосферы, свидетельствуют о том, что на юге Дальнего Востока край “устойчивого” континента имеет сложную конфигурацию. Большие уступы по простиранию кулисообразно сменяют друг друга, и благодаря этому от шельфовых бассейнов и глубоководных котловин окраинных морей во внутренние части материкового массива “вторгаются” обширные системы общих погружений. В Приамурье такого рода входящий угол зон общего и дифференцированного погружения составляет протяженная система: шельф юго-запада Охотского моря – рифтовая система Нижнего Приамурья – Среднеамурская впадина – синеклиза Сунляо – Бохайский залив. Такого же рода входящие углы или сквозные системы впадинообразования можно выделить практически на всей восточной окраине Евразийского материкового массива, где край “устойчивого” континента отодвинут на запад. Между впадинами и зонами общего погружения на суше и в окраинных морях располагаются геоблоки типа Сихотэ-Алинского поднятия со свойственной им континентальной литосферой, в целом составленной геологическими телами с дефицитом плотностей.

ЗОНЫ ЛИНЕЙНОГО КОРОБЛЕНИЯ

Зоны линейного коробления – чередования цепей малых сводов и межгорных впадин – широко распространены в Евразии, и лучшим примером служит Тянь-Шань [23, 26, 28]. В нашем случае это Баджальская зона линейного коробления, включающая

хребты: Буреинский, Мяо-Чан, Джаки-Унахта-Якбыян, Куканский и другие, и Нижнеамгунская подзона линейного коробления, включающая среднегорные поднятия на междуречье Амура и Амгуни и группу хребтов между Тугур-Чукчагир-Эворонской и Нижнеамурской впадинами (Омальский, Омельдинский, Пуэр и другие). Последняя зона вложена в окраинно-материковую рифтовую систему, что само по себе интересно в тектоническом отношении. Обычно зоны линейного коробления, наряду с хребтами-сводами, включают и протяженные межгорные впадины с мощным (многие сотни метров и первые километры) вулканогенно-осадочным выполнением. При этом в “развитых” системах линейного коробления хребты-своды расширяются за счет впадин, которые выводятся из сферы осадконакопления. Таким образом, во временной геодинамике зон линейного коробления различаются два этапа: первоначальный – преобладание впадинообразования (фактически рифтогенез) – и последующий – рост хребтов-сводов. А в Нижнем Приамурье мы видим вложенность Нижнеамгунской субзоны линейного коробления в окраинно-материковую рифтовую систему и расположение рядом Баджальской зоны линейного коробления. Каковы же их структурные особенности в сравнении с «развитыми» системами линейного коробления и тектонического скупивания верхних частей литосферы, расположенными во внутренних частях континента?

Хребты Баджальской зоны характеризуются довольно хорошо выраженными сводовыми изгибами с относительной высотой не более 2000 м и осложняющими их тектоническими уступами двух видов. Во-первых, это краевые тектонические уступы, ограничивающие сводовые изгибы, и в нашем случае они более выражены на их юго-восточных крыльях. Это обстоятельство может считаться свидетельством того, что поперечное горизонтальное сжатие верхних частей литосферы, определяющее ее линейное коробление и умеренное тектоническое скупивание, вызвано смещением геоблоков на юг или юго-восток.

Тектонические уступы другой разновидности осложняют сводовые изгибы и обычно обращены к их осевым частям. Они образуют на крыльях поднятий своеобразную обратную ступенчатость тектонического рельефа, указывая тем самым на наличие антитетических сбросов, благодаря которым происходит относительное оседание замковых частей выпуклых изгибов, увеличивающее их радиусы кривизны при воздыманиях в сравнении с критическими значениями [28]. Это обычная структурная особенность сводовых поднятий в системах линейного коробления верхних частей литосферы.

В сравнении с алтайскими или тьяншанскими хребтами-сводами таковые в Нижнем Приамурье обладают двумя особенностями. Первая: нижнеамурские своды практически не имеют в своих замковых частях компенсационных относительных грабенов. Даже напротив. Вдоль осевых частей сводовые изгибы осложнены горстами с относительной высотой до 500 м и более. Характерный пример этого явления дают нам поперечные профили хребтов Джаки-Унахта-Якбыяна и Буреинского [17], у которых высоты осевых горстов сопоставимы или даже превышают таковые сводовых изгибов. При этом уступы антитетических сбросов на крыльях сводов обращены в сторону осевых горстов, так что обычно последние как бы “вырастают” из замковых относительных понижений тектонического рельефа. Это обстоятельство обусловлено тем, что горсты, осложняющие сводовые изгибы, представляют собой результат автономных воздыманий геологических тел, сложенных породами с дефицитом плотностей [5] – поздне-мезозойскими гранитоидами, субвулканическими образованиями и прочее. “Всплывающие” легкие интрузивные массивы, сам процесс их последующих и, по сути дела, протрузивных перемещений оказывают существенное влияние на морфологические и структурные особенности поднятий хребтов. Эта особенность морфотектоники линейного коробления верхних частей литосферы в наиболее ясной форме проявляется в пределах молодых или омоложенных (в условиях мезозойской складчатости, в нашем случае) орогенов. В пределах возрожденных гор внутриконтинентальных областей она не столь заметна, хотя в центральных частях хребтов-сводов и здесь залегают либо гранитные массивы (Тянь-Шань), либо гранито-гнейсовые купола (Забайкалье), но здесь они уже подверглись существенному денудационному срезу.

Вторая отличительная особенность зон линейного коробления Нижнего Приамурья заключается в том, что в их пределах межгорные впадины не испытали существенных последующих преобразований и в их днищах преобладают низкие аккумулятивные равнины. В возрожденных орогенах типа Тянь-Шаня краевые части впадин обычно инверсионно подняты и представляют собой либо предгорные пологонаклонные пьедесталы с форбергами, либо куэстоподобные гряды, наращивающие сводовые изгибы в ширину. Этого мы не наблюдаем в Нижнем Приамурье. Лишь в Верхнеамгунской впадине ее днище полого повышается в подошве Баджальского хребта, но без каких-либо существенных эрозионных врезов в ее поверхность. Роста сводовых изгибов за

счет окружающих впадин, равно как и периклинальных форбергов, мы здесь не наблюдаем.

Все эти обстоятельства свидетельствуют о том, что в структурно-морфологическом отношении системы линейного коробления и умеренного тектонического скучивания приповерхностных частей литосферы находятся на территории Нижнего Приамурья на более молодой стадии развития, нежели родственные им образования в возрожденных орогенических поясах Внутренней Азии. В отношении Нижнеамгунской подзоны хребтов-сводов, вложенной в окраинно-материковую рифтовую систему, встает вопрос, не является ли она остаточным образованием? В настоящее время по этому вопросу можно высказывать лишь рабочие гипотезы.

ОКРАИННО-МАТЕРИКОВАЯ РИФТОВАЯ СИСТЕМА

Три субмеридиональные системы больших впадин и сопровождающие их глыбовые поднятия и ступени (рис. 1) ограничиваются с запада описанными выше большими уступами и представляют собой морфотектоническое выражение зоны утонения литосферы, примыкающей к переходной зоне от континента к океану. Окраинно-материковая рифтовая зона (система) обладает рядом морфологических и структурных особенностей, отличающихся от внутриконтинентальных рифтов, например, Байкальского [19].

Первая и основная особенность рифтовых долин Нижнего Приамурья заключается в том, что они не имеют четких ограничений в форме протяженных сбросовых уступов (рис. 1, 2), – упомянутые выше большие уступы на краю “устойчивого континента” ограничивают с запада всю окраинно-материковую рифтовую зону, включая и поднятия, сопровождающие рифтовые долины. В каждой из этих последних наблюдаются особенности пространственных отношений составляющих их отдельных впадин и сопровождающих поднятий. В Тугур-Чукчагир-Эворонской рифтовой долине отдельные впадины северовосточного простирания кулисообразно сменяют друг друга по простиранию. То же самое свойственно и междувпадинным перемычкам в виде низких, относительно поднятых ступеней. Они имеют северовосточное простирание и обычно входят в виде угловатых, косо ориентированных выступов со стороны гор в рифтовую долину. Кулисообразное размещение структурных элементов рифтовой долины позволяет полагать, что в подошве края устойчивого континента происходят субмеридиональные сдвиговые перемещения геоблоков.

Такая же косая ориентировка структурных элементов свойственна и Нижнеамурской рифтовой до-

лине, состоящей из двух больших впадин (секций) – Чля-Орельской и Удыль-Кизинской, разделенных крупным поднятием хребта Пуэр. Особенность этой рифтовой долины заключается в следующем: поскольку структурные элементы на западных бортах Нижнеамурской впадины имеют северо-восточное, а на восточных – северо-западное простирания, то рифтовая долина в целом представляет собой своеобразный “структурный излом”, определение природы которого требует специального рассмотрения. Но влияние сдвиговых перемещений геоблоков и здесь наиболее вероятно, тем более, что параллельно этой рифтовой долине и западнее ее располагается северное продолжение крупнейшего Центрально-Сихотэ-Алинского сдвига [3].

Третья субмеридиональная рифтовая долина Амурского лимана имеет небольшие размеры и одностороннее (с запада) горное сопровождение, а по простиранию ограничивается краевыми погруженными блоками краевой части Охотоморского шельфа и прогиба Татарского пролива.

Все рифтовые долины Нижнего Приамурья имеют сложные очертания и извилистые, с угловатыми изломами границы, контролируемые по преимуществу разломами диагональной ориентировки. Поэтому тектонические уступы на бортах долин непротяженны и редко достигают высоты более 300–400 м. Борты рифтов представляют собой, наравне с междувадинными перемычками, низкогорные или холмогорные ступени с развитием придолинного яруса рельефа в виде широких педиментов и локальных педипленов. Все это свидетельствует о преимущественно остаточном характере этих структурных форм, за счет комплексного денудационно-тектонического разрушения которых происходит расширение рифтовых долин. Отдельные поднятия и ступени на бортах рифтов разделяются узкими клинообразными понижениями (рис.1), представляющими собой свидетельства экспансии рифтовых долин в их горное обрамление. В структурном отношении эти клинообразные понижения в общем аналогичны подобным же формам в Байкальском рифте, названным В.В. Ламакиным местным образным термином “защербы”. В нашем случае подобные формы особенно наглядны в тектоническом рельефе борта Тугур-Чукчагир-Эворонского рифта.

Погружения входящих углов и остаточных педиментированных ступеней имеют одно геоморфологическое следствие – к ним приложены или в них вложены крупные озерные котловины [16, 24, 25]. Более того, береговые линии озер повторяют все особенности субэарального рельефа низких ступеней –

следствие активной их ингрессии – и остаются выровненными на сторонах, обращенных к низким аллювиально-озерным равнинам. Чукчагирское озеро, вложенное полностью в низкогорную педиментированную междувадинную перемычку [16], является лучшим примером такого рода ситуаций, вообще обычных в Нижнем Приамурье.

Если сравнивать явления экспансии рифтовых долин на их горное обрамление – ведущий процесс в механизме континентального рифтогенеза или остаточного-блокового механизма горообразования, – то мы должны признать, что в условиях окраинно-материкового утонения и преобразования литосферы этот процесс отличается существенно большей интенсивностью, нежели во внутриконтинентальной Байкальской рифтовой зоне. Кроме того, в пределах последней экспансия рифтов на их горное обрамление преимущественно локализована в зонах сбросовых уступов и носит линейный характер. Лишь там, где отсутствуют протяженные и высокие сбросовые уступы, например, на восточном побережье Среднего Байкала, происходят площадные структурно-морфологические преобразования [22]. В Нижнем Приамурье, если судить по морфологии тектонического рельефа (рис. 1), процесс экспансии рифтовых долин и впадин имеет ареальный характер и охватывает практически весь регион на восток и юго-восток от больших уступов края устойчивого континента, и, видимо, особенно интенсивно он осуществляется в прибрежной части шельфовой области.

МОРФОТЕКТНИКА ПРИБРЕЖНОГО ШЕЛЬФА

Окраинно-материковые рифтовые системы Дальнего Востока – Северного Приохотья [11, 12] и Нижнего Приамурья [21] – интересны во многих отношениях, из которых два заслуживают особого внимания. Во-первых, это ареальные образования, в которых рифтовые долины не имеют щелевого, по [9, 10], характера и четких ограничений в виде сбросовых уступов. Во-вторых, в сторону шельфовых бассейнов рифтовые зоны образуют своеобразные переходные подзоны в виде систем краевых погруженных блоков, обладающих размерами от десятков и до первых тысяч км² – эти образования нами были выделены и впервые описаны в Северном Приохотье [15]. В Нижнем Приамурье эти неотектонические формы также широко распространены и в совокупности с остаточными ступенями и глыбовыми поднятиями образуют на прибрежном шельфе переходные подзоны от окраинно-материковой рифтовой системы к шельфовому бассейну (рис. 2). Краевые погруженные блоки представляют собой угловатые выделы, ограниченные с трех сторон чаще береговыми

линеаментами или перегибами дна, а с четвертой – открывающиеся в сторону больших глубин шельфовой равнины. Примерами их могут служить краевые погруженные блоки Удской губы, заливов Академии и Сахалинского, образующие выступы шельфовой равнины в сторону суши характерной конфигурации. Чаще всего краевые погруженные блоки наложены на прибрежные межгорные впадины с обрушением их бортов, так что эти блоки всегда значительно шире впадин. Обычно они образуют каскадные системы блоков, последовательно расширяющихся в сторону шельфа с увеличением глубин. Образно говоря, благодаря краевым погруженным блокам шельф Охотского моря буквально «вгрызается» в сушу (рис. 2). Характерные примеры этого явления мы можем видеть южнее Шантарских островов, где небольшой краевой погруженный блок вершины Ульбанского залива сменяется на более крупный по размерам, который, в свою очередь, сменяется обширным погруженным блоком залива Академии, а далее на северо-восток еще более крупным погруженным блоком между островом Бол. Шантар и мысом Александры, который, в свою очередь, открывається в шельфовый бассейн Охотского моря.

Такие же системы погруженных блоков с последовательным увеличением их размеров можно выделить в Тугурском заливе и в Удской губе. В прибрежном (внутреннем) шельфе Охотского моря мы видим, по сути дела, дальнейший процесс расширения (или экспансии) общих погружений на окраине континента, в конечном случае приводящий к становлению огромного шельфового бассейна. Не случайно поэтому, что под осадочным чехлом Охотоморского шельфа обнаружены погребенные системы поднятий и впадин (промежуточный структурный этаж) [1, 2, 11], аналогами которых являются окраинно-материковые рифты Нижнего Приамурья.

Крупный линейный прогиб Татарского пролива в морфотектоническом отношении также представляет собой систему погруженных блоков, которые в южном направлении последовательно увеличиваются в размерах и становятся более глубокими вплоть до перехода на уровень аваншельфа примерно на широте чуть южнее 49° с.ш. Причем этот перегиб дна прогиба Татарского пролива как бы сопровождается крупными неогеновыми вулканическими массивами – Ламанонским на Сахалине и Совгаванским на береговом склоне Сихотэ-Алиня.

ЭВОЛЮЦИОННЫЙ РЯД ОКРАИННО-МАТЕРИКОВОГО РИФТОГЕНЕЗА

Основные (структуроформирующие) элементы окраинно-материковой рифтовой системы Нижнего

Приамурья образуют эволюционный ряд форм, являющийся, по сути дела, морфотектоническим свидетелем растяжения и утонения литосферы в пределах окраинного моря и прилегающих частей суши. Прежде чем охарактеризовать (или построить) этот ряд, следует напомнить еще раз об одной особенности рифтогенеза на окраине континента, так или иначе связанной с общей геодинамикой переходной зоны от континента к океану. Рифтогенез здесь имеет ареальный характер в отличие от такового линейного (щелевого) во внутренних частях континента. Это определяется, видимо, тем, что главным элементом глубинного строения внутриконтинентальных рифтов являются выступы аномальной мантии в форме гигантских даек, поднимающихся из астеносферы вплоть до раздела Мохо, как это мы наблюдаем в Байкальской рифтовой зоне. В окраинно-материковых рифтах, видимо, преобладает процесс утонения литосферы у края устойчивого континента, что, в конечном счете, приводит к смене типа земной коры от континентальной к субматериковой на шельфах и далее субокеанической в глубоководных котловинах окраинных морей. Этот процесс имеет различные следствия, и в том числе – существование эволюционного ряда морфотектоники на окраине суши и шельфах.

Начальными элементами этого ряда являются угловатые выступы-вхождения понижений тектонического рельефа, сопровождающие межгорные впадины Нижнего Приамурья (рис. 2). Они довольно многочисленны, а в подошве высокого уступа края устойчивого континента образуют протяженную систему. Морфологически – это либо угловатые вхождения низких равнин в низкогорные ступени, либо пониженные и денудированные (педиментированные) ступени, в пределы которых осуществляются озерные ингрессии. В конечном счете, эти образования определяют сложную конфигурацию рифтовых долин Нижнего Приамурья, межгорные впадины которых являются вторым элементом рассматриваемого эволюционного ряда окраинно-материкового рифтогенеза. Последующую стадию увеличения растяжения литосферы и общих погружений обозначают краевые погруженные блоки прибрежного шельфа, а разделяющие их остаточные абрадированные ступени и поднятия по площади значительно сокращаются. Наконец, подзона краевых погруженных блоков сменяется шельфовым бассейном [11], под осадками которого другие (и более ранние) элементы эволюционного ряда уже находятся в погребенном состоянии.

Этот эволюционный ряд морфотектоники окраинно-материкового рифтогенеза продолжается в

сторону Охотоморского аваншельфа (впадина Дерюгина) и далее к Южно-Охотской глубоководной котловине, причем на бортах этих впадин системы краевых погруженных блоков тоже являются обычными структурными элементами [14].

Таким образом, в Нижнем Приамурье на континентальной окраине расположены крупные впадины-бассейны на разных стадиях развития и последующих структурных преобразований. Это определяет сложность границы края устойчивого континента, где, в сущности, становится малозаметным влияние геодинамики переходной зоны от континента к океану. Край устойчивого континента хорошо обозначен большими уступами на восточных и юго-восточных ограничениях Джугджура и Ямалинского свода, Баджальской зоны линейного коробления и восточном крыле свода Большого Хингана. В состав его входят в форме обширной ступени и инверсионные поднятия Зея-Буреинской впадины. А вот Сихотэ-Алинь и горные поднятия на юго-востоке Дунбея отделены от устойчивого континента обширными общими опусканиями и располагаются внутри полосы утонения литосферы. Их можно рассматривать в виде особых геоблоков – “осколков” устойчивого континента. В какой-то мере эта ситуация хорошо отображается в морфологии цокольной поверхности рельефа.

РЕЛЬЕФ ЦОКОЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Цокольная, или базисная, поверхность рельефа является касательной по отношению к минимальным его отметкам (урезы уровня воды в крупных озерах и отметки тальвегов долин магистральных рек), и понятие о ней, равно как и методики построения ее моделей, сходны с используемым в структурной геологии понятием о зеркале складчатости. В обоих случаях рельеф как зеркала складчатости, так и цокольной поверхности несет информацию о региональных (на уровне зон, подзон, структурных ансамблей) тектонических деформациях. Представленный на рис. 3 рельеф цокольной поверхности рассматривается именно в таком качестве.

Каковы главные особенности рельефа цокольной поверхности Нижнего Приамурья? Во-первых, западная часть территории и Сихотэ-Алинь представляют собой общие поднятия с их разделением на частные изометричные выступы. Во-вторых, Нижнеамурской зоне рифтогенеза и Среднеамурской впадине свойственны низкие высоты цокольной поверхности, осложненные невысоким частным поднятием южной части Нижнеамурской субзоны линейного коробления. Внешняя простота рельефа цокольной поверхности заключает в себе весьма интересную в

структурном отношении информацию о морфотектонике и молодой геодинамике обширной территории на юге Дальнего Востока.

В рельефе цокольной поверхности довольно хорошо обозначается край устойчивого континента, которому свойственно двойное обширное поднятие. Северная его половина, соответствующая Ямалинскому большому сводовому поднятию, обладает явным перекосом с крутым наклоном на восток (отражение уступа края устойчивого континента) и пологим – на запад. Такая форма цокольного поднятия Ямалинского свода свидетельствует о том, что на его общий выпуклый изгиб наложен тектонический перекокс, вызванный, очевидно, двойственной его природой: это и общее устойчивое сводовое воздымание с центральным орографическим узлом, и, с другой стороны, Ям-Алинь обретает признаки плеча-противоподнятия окраинно-материковой рифтовой системы.

Цокольное поднятие, расположенное южнее, соответствует Баджальской зоне линейного коробления, и структурная позиция на нем отдельных хребтов-сводов тоже обладает определенной двойственностью. С одной стороны, хребты-своды располагаются на общем цокольном поднятии, как это мы наблюдаем, например, в Западном Тянь-Шане [26], и на юге этой зоны простирания сводов поперечны по отношению к скатам цокольной поверхности. С другой стороны, на северо-востоке Баджальской зоны наблюдаются простирания сводов-хребтов, согласующиеся с пологим уклоном цокольной поверхности, что, вообще говоря, редко бывает во внутриконтинентальных возрожденных орогенах. Поэтому по особенностям рисунка магистральных рек можно предполагать, что такие соотношения между рельефом цоколя гор и простираниями поднятий были свойственны начальной стадии развития возрожденных орогенов, когда впадинообразование преобладало над воздыманиями хребтов.

Цокольное воздымание Сихотэ-Алиня имеет небольшую (до 500 м) высоту и распадается по его простиранию на частные поднятия, что обусловлено, по видимому, двумя обстоятельствами. Первое – это наличие протяженных поперечных разломов (рис. 2), делящих глыбовое поднятие на секции [17]. Второе – в отличие от больших сводов, глубинное строение которых отличается насыщенностью геологическими телами, сложенными породами с дефицитом плотностей, у Сихотэ-Алинского глыбового поднятия, судя по геофизическим данным, нижнее ограничение легкого геоблока располагается на уровне границы Мохо [17]. Поэтому и оно, и аналогичные ему глыбовые поднятия вдоль окраинно-материковых Охотско-

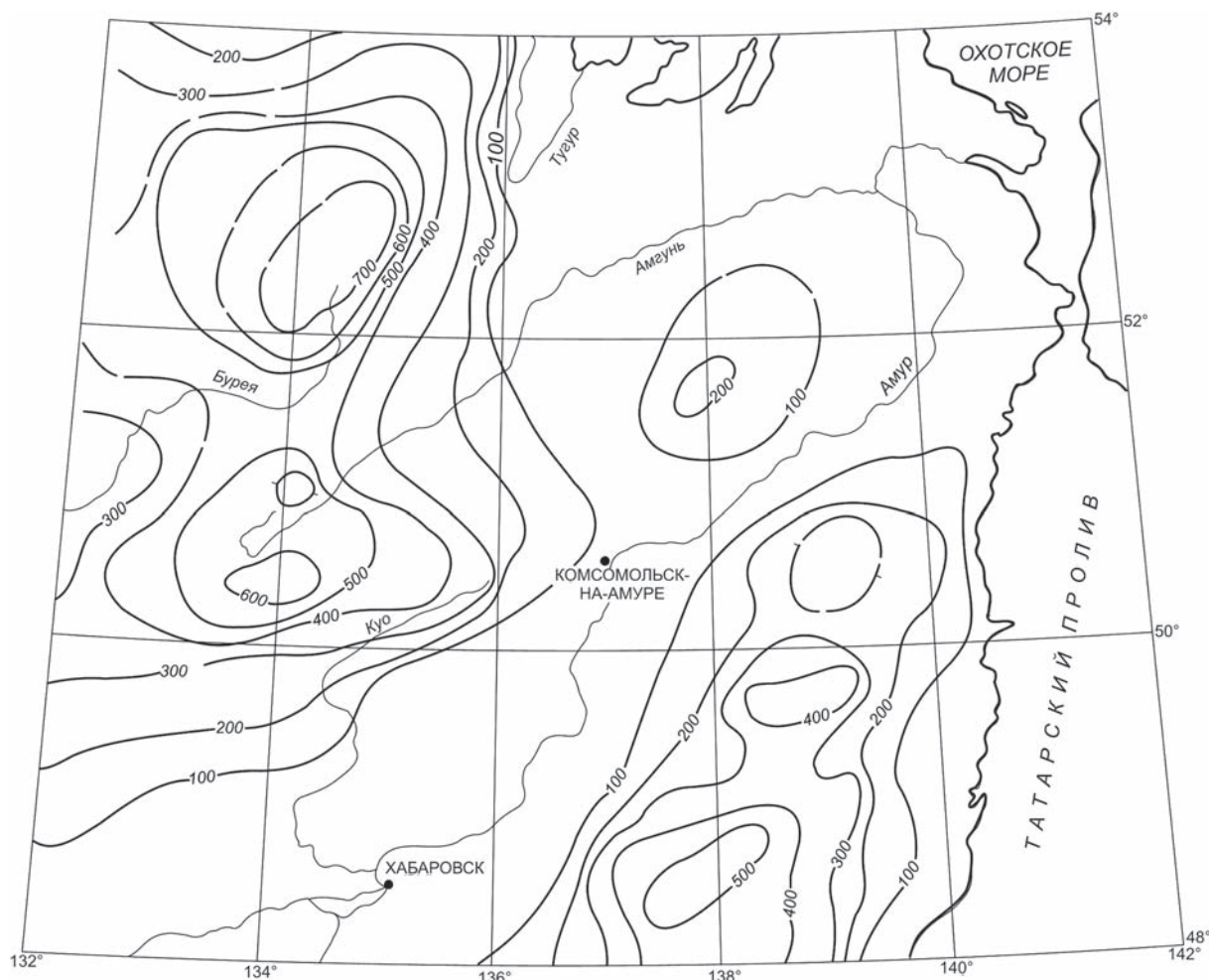


Рис. 3. Базисная поверхность Нижнего Приамурья. Изолинии проведены через 100 м.

Чукотского и Восточно-Сихотэ-Алинского вулканических поясов более “ломкие” и распадаются по простирацию на секции, существенно различающиеся между собой в морфотектоническом отношении.

Крупные поднятия цокольной поверхности разделяются обширной областью ее низких высот в низовьях Амура и Амгуни и в Среднеамурской впадине. Здесь наблюдается лишь небольшое и невысокое (до 200 м) изометричное поднятие в Амгунь-Амурском междуречье, соответствующее Нижнеамгунской подзоне линейного коробления, где сами сводовые изгибы на хребтах невелики, а высотная дифференциация их рельефа преимущественно обеспечивается автономными воздыманиями массивов молодых гранитоидов в осевых частях поднятий. В основном же эта низкая ступень цокольной поверхности – арена впадинообразования. Возможно, что указанное выше локальное поднятие обусловлено тектоническими перекасами в тылу располагающегося здесь

композиционного большого уступа на юго-западном ограничении Нижнеамурской рифтовой долины.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ НОВЕЙШЕЙ ГЕОДИНАМИКИ

Главной особенностью новейшей геодинамики юга Дальнего Востока является, пожалуй, процесс утонения литосферы на окраине континента и в переходной зоне к океану. Этот процесс выражается, в первую очередь, в разнообразных явлениях рифтогенеза и квазирифтогенеза (формировании крупных бассейнов осадконакопления) при сопутствующей высотной (и батиметрической) дифференциации окраины континента и переходной зоны, где выделяются ступени краевой части суши (рифтогенез, формирование междугорий – осадочных бассейнов), ступени шельфов и аваншельфов и глубоководных котловин окраинных морей. Этот эволюционный ряд ступеней рельефа представляет собой морфотектоническую составляющую процесса утонения континен-

тальной литосферы и ее преобразования в субматериковую, последующий разрыв в результате задугового рифтогенеза и появление в глубоководных котловинах окраинных морей земной коры субокеанического подтипа. Начало этого процесса свойственно окраинным частям суши, где формируются своеобразные окраинно-материковые рифтогены и ограничивающие их большие уступы края устойчивого континента. В отличие от линейных (щелевых) рифтов внутриконтинентальных областей, таковые на окраинах материка, скорее, следует обозначать как ареальные образования со сложной конфигурацией границ и распределением остаточных глыбовых поднятий и ступеней вокруг больших впадин. Это обусловлено тем, что в глубинной структуре первых главными элементами являются поднятия (выступы) аномальной мантии, а вторые формируются над участками общего утонения литосферы вдоль краев устойчивого континента. Горизонтальные перемещения геоблоков в таких условиях могут обуславливать и формирование структурных ансамблей линейного коробления и умеренного тектонического скупивания верхних частей литосферы, и их вложение в окраинно-материковые рифтовые системы, как это мы видим в Нижнем Приамурье.

Дополнительным процессом, влияющим на морфологию и структурные особенности неотектонических форм любого происхождения на юге Дальнего Востока, является автономное воздымание геологических тел, сложенных породами с дефицитом плотности – в первую очередь, это массивы мезозойских гранитоидов. В сложном процессе новейшей тектоники они, по сути дела, находятся в стадии протрузивного развития.

Одна из особенностей ареального окраинно-материкового рифтогенеза на юге Дальнего Востока, впрочем, повторяющаяся и в других частях востока Азии, например, на западных окраинах Великой Китайской равнины, – это интенсивные погружения остаточных (педиментированных) ступеней тектонического рельефа и формирование в их понижениях крупных озер, связанных с магистральными реками. В условиях недостатка потока наносов молодые погружения здесь компенсируются не осадконакоплением, а заполнением понижений водными массами [4], в том числе поступающими из магистральных рек при паводках. Ингрессирующие в понижения субаэрального рельефа озера и поглощают сток из магистральных рек, и регулируют его. Это обстоятельство имеет достаточно серьезные экологические следствия.

В этом отношении весьма нагляден пример (или урок) ноябрьской 2005 г. “бензоловой катастрофы” в

бассейне Амура. Если бы она произошла во время летнего паводка, то значительная доля вредного выброса поступила бы, что называется, на долгое хранение в нижеамурские озера со всеми вытекающими из этого экологическими следствиями.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (08-05-00105) и в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН “Окружающая среда в условиях изменяющегося климата: экстремальные природные явления и катастрофы” (09-1-П16-10).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнибиденко Г.С. О рифтовой системе дна Охотского моря // Докл. АН СССР, 1976. Т. 229, № 1. С. 163–165.
2. Гнибиденко Г.С. Тектоника дна окраинных морей Дальнего Востока. М.: Наука, 1979. 163 с.
3. Иванов Б.А. Центральный Сихотэ-Алинский разлом. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1972. 115 с.
4. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Юг Дальнего Востока. М.: Наука, 1972. 423 с.
5. Косыгин Ю.А., Малышев Ю.Ф., Парфенов Л.М., Романовский Н.П. Плотностные инверсии в земной коре юга Дальнего Востока // Докл. АН СССР, 1977. Т. 232, № 2. С. 420–423.
6. Малышев Ю.Ф., Парфенов Л.М., Рейнлиб Э.Л., Романовский Н.П. Гравитационные аномалии Дальнего Востока // Районирование геофизических полей и глубинное строение Дальнего Востока. Владивосток, 1977. С. 18–29.
7. Малышев Ю.Ф. Глубинное строение, геодинамика и сейсмичность области сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского подвижных поясов // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 2. С. 18–27.
8. Малышев Ю.Ф. Типы земной коры Восточной Азии и их геологическая интерпретация // Тихоокеан. геология. 2001. Т. 20, № 6. С. 3–16.
9. Милановский Е.Е. Основные типы рифтовых зон материков // Вестн. МГУ. Геология. 1970. № 2. С. 13–35.
10. Милановский Е.Е. Рифтовые зоны континентов. М.: Недра, 1976. 279 с.
11. Осадочные бассейны Востока России. Геология и нефтегазоносность Охотско-Шантарского осадочного бассейна. Т. 1. / Ред. Г.Л. Кириллова. Владивосток: ДВО РАН, 2002. 148 с.; Геология, геодинамика и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Татарского пролива. Т. 2. / Ред. Г.Л. Кириллова. Владивосток: ДВО РАН, 2004. 220 с.
12. Песков Е.Г., Мигович И.М. Окраинно-континентальная рифтовая система на северо-востоке Азии // Геология и геофизика. 1980. № 2. С. 11–18.
13. Песков Е.Г. Сводообразование и рифтогенез на северо-востоке Азии // Геотектоника. 1984. № 2. С. 76–85.
14. Проблемы эндогенного рельефообразования (серия “История развития Сибири и Дальнего Востока”). М.: Наука, 1976. 252 с.
15. Уфимцев Г.Ф., Онухов Ф.С. Неотектоника прибрежной зоны дна Охотского моря у полуострова Кони // Колыма. 1974. № 9. С. 41–43.

16. Уфимцев Г.Ф., Иванов А.В. Морфоструктура озерных котловин Нижнего Приамурья // Геоморфология. 1984. № 1. С. 91–97.
17. Уфимцев Г.Ф. Тектонический анализ рельефа (на примере Востока СССР). Новосибирск: Наука, 1984. 183 с.
18. Уфимцев Г.Ф. О структуре Байкальской рифтовой зоны // Геотектоника. 1987. № 1. С. 93–106.
19. Уфимцев Г.Ф. Морфотектоника Байкальской рифтовой зоны. Новосибирск: Наука, 1992. 216 с.
20. Уфимцев Г.Ф., Фогт А. Морфотектоника Верхнерейнского грабена // Геоморфология. 1997. № 2. С. 116–126.
21. Уфимцев Г.Ф. Морфотектоника новейших рифтовых систем Евразии // Тихоокеан. геология. 1997. Т. 16, № 3. С. 13–28.
22. Уфимцев Г.Ф., Сквитина Т.М. Новейшая структура восточного побережья Среднего Байкала // Отч. геология. 2001. № 2. С. 26–29.
23. Уфимцев Г.Ф. Морфотектоника Евразии. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2002. 494 с.
24. Уфимцев Г.Ф., Щетников А.А., Алексеенко С.Н. Озера Нижнего Амура. Статья 1. География и типы озер // Геоморфология. 2005. № 1. С. 82–97.
25. Уфимцев Г.Ф., Щетников А.А., Алексеенко С.Н. Озера Нижнего Амура. Статья 2. Геоморфология и морфотектоника озерных котловин // Геоморфология. 2005. № 1. С. 97–106.
26. Уфимцев Г.Ф., Корженков А.М., Мамыров Э.М., Поволоцкая И.Э. Тектонический рельеф западного Тянь-Шаня // Изв. вузов. 2007. № 1-2 (Бишкек). С. 246–260.
27. Уфимцев Г.Ф. Горы Земли (климатические типы и феномены новейшего орогенеза). М.: Науч. мир, 2008. 352 с.
28. Уфимцев Г.Ф. Сводово-глыбовый или гобийский новейший орогенез // Литосфера. 2008. № 3. С. 14–25.
29. Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 258 с.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

G.F. Ufimtsev, S.N. Alekseenko, F.S. Onukhov

Morphotectonics of the Lower Priamurye

Morphotectonics of the Lower Priamurye is determined by marginal-continental areal rifting and its relation with general uplifting and moderate tectonic thickening on the rim of the “stable” continent. Marginal-continental rifts are part of the general evolutionary series of forms of the continent-to-ocean transition zone, and are the morphotectonic expression of the initial stage of thinning and transformation of continental lithosphere.

The rim of the stable continent in the southern Far East is of complex configuration arranged with large scarps – continuous or composite, coinciding spatially with large high-gradient gravity zones.

Key words: marginal-continental rift, thinning of lithosphere, large scarp, linear warping of lithosphere, transition zone, southern Far East.