

УДК 551.4.035(235.47)

© 2011 г. А.М. КОРОТКИЙ

ЭВОЛЮЦИЯ РЕЛЬЕФА СИХОТЭ-АЛИНЯ В КАЙНОЗОЕ

Введение

Проблема поверхностей выравнивания и сопряженных с ними кор выветривания в горных областях Дальнего Востока и их корреляция с динамическим состоянием рельефа, хотя и остается дискуссионной, но в последние десятилетия она перестала привлекать значительное внимание широких кругов геоморфологов. Связано это с сокращением геологосъемочных работ с представлением разномасштабных геоморфологических карт. Жаркие дискуссии о происхождении поверхностей выравнивания в горных странах, имевшие место в середине XX в., к настоящему времени затихли. Но по-прежнему существуют две точки зрения, последователи которых старательно не слышат своих оппонентов. Согласно одной из них, выровненные поверхности в вершинном поясе гор и ступенчатое строение рельефа объясняются попеременным чередованием различных по интенсивности эпох планации и поднятия горных стран [1–4 и др.]. Другая группа исследователей соотносила образование выровненных поверхностей с различными надбазисными процессами [5, 6 и др.]. Для выяснения условий образования выровненных поверхностей в горных странах важную информацию дает изучение гипергенных образований, прежде всего кор выветривания.

Выяснение особенностей эволюции горного рельефа в кайнозое связано с решением некоторых геоморфологических и палеогеографических задач. Первая из них связана с поисками прямых следов, соответствующих определенному этапу развития рельефа. Вторая – с изучением особенностей конформных и транзитных отложений, сохранившихся в вершинном поясе гор, и их корреляцией с динамическим состоянием рельефа. Третья включает анализ коррелятных отложений, структура которых определяется спецификой водосборных бассейнов с различной морфологией горного рельефа [3].

Признаки древних выровненных поверхностей. Наиболее значимые признаки древних поверхностей выравнивания – площадные коры выветривания, распространенные в разных морфотипах рельефа на юге Дальнего Востока [1, 7–9]. За пределами межгорных впадин площадные коры выветривания встречаются в краевых частях внутригорных впадин или на их высоком денудационном обрамлении [3]. Эти образования на широтном отрезке Южного Сихотэ-Алиня связаны с древним уровнем выравнивания – педипленом вокруг Сергеевской впадины. В Северном Сихотэ-Алине с одновысотным и выровненным рельефом водораздельных пространств коры выветривания встречены на абс. высотах 800–1400 м на разных типах горных пород (рис. 1).

Своеобразные условия для развития и сохранности кор выветривания создались на участках, где базальтовые потоки изолировали от общего базиса денудации на миллионы лет выступы рельефа. В этих условиях законсервирован комплекс отложений, коррелятных добазальтовому рельефу (рис. 2, 3). Такие участки древнего рельефа известны в осевой части Сихотэ-Алиня на абс. высотах более 1000–1400 м [3].



Рис. 1. Плоскогорное среднегорье на левобережье р. Самарги (фото Т.К. Кутуб-Заде и А.М. Короткого)
 А – общий вид вершины с корой выветривания на гранитах, Б – уплотненный рельеф на водоразделе рек Самарги и Ботчи

Возраст реликтовых кор выветривания сопоставляется с возрастом кроющих отложений. Этим способом устанавливается относительный возраст коры выветривания, так как ее перекрытию осадками или вулканитами иногда предшествует значительная денудация элювия. Разрыв во времени между образованием и захоронением кор может быть значительным. Например, в Сергеевской впадине коры выветривания перекрыты осадками анучинской свиты (олигоцен), а сапролиты в ее обрамлении – базальтами шуфанской свиты (поздний миоцен).

Возраст кор выветривания Среднего и Северного Сихотэ-Алиня установлен там, где они перекрыты аллювиальными и озерными осадками или базальтами. Так, в верхнем течении р. Дагды (бассейн р. Кабаньей) озерные отложения (на абс. выс. около 1300 м) содержат комплекс растительных остатков *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Metasequoia*, *Comptonia*, *Carya*, *Platycarya*, *Pterocarya*, *Castanopsis*, *Taxodium*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, *Juglans*, *Carpinus*, *Fagus*, *Castanea*, *Zelkova*, *Celtis*, *Quercus*, *Engelhardtia*, *Rhus*. По мнению Р.С. Климовой, этот комплекс имеет палеогеновый (вероятно, олигоценный) возраст.

О дочетвертичном возрасте кор выветривания свидетельствуют находки латеритоподобных почв и кварцевых песков (на абс. высоте 1300 м) за пределами платоба-

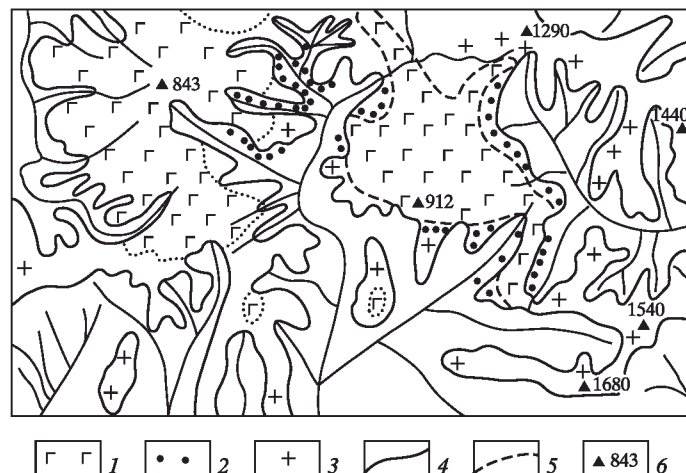


Рис. 2. Схема распределения уплощенного рельефа на водоразделах в обрамлении Сергеевской впадины (бассейн р. Партизанская)

1 – базальты; 2 – третичные осадочные породы; 3 – описанные разрезы кор выветривания; контуры: 4 – площадей уплощенного рельефа, 5 – полей базальтов; 6 – абс. отметки рельефа, м

зальтов и на их поверхностях. Встреченные на водоразделе рек Венюковки и Кабаньей (абс. выс. 930 м) аллювиальные пески отличаются зрелостью тяжелой фракции и содержат, по заключению В.С. Пушкаря и Е.И. Царько, миоценовые виды диатомей (*Melosira praeislendica* Jouse, *M. praeislendica* var. *curvata* Jouse, *M. praedistane* Jouse, *M. praedistane* var. *curvata* Moiss., *M. praegranelata* Jouse, *M. praegranelata* var. *curvata* Jouse, *M. jouseana* Moiss., *Fragilaria miocenica* var. *chankensis* Moiss.).

Палинокомплексы из этих отложений и озерных осадков в верхнем течении р. Кабаньей (на абс. высоте около 1300 м), содержат пыльцу *Picea* sect. *Eupicea*, *P. sect. Omorica*, *Tsuga* (6 видов), незначительно сем. *Taxodiaceae* (*Taxodium*, *Cryptomeria*, *Sequoia*). Пыльца широколиственных растений представлена *Juglans*, *Carpinus*, *Fagus*, *Castanea*, *Zelkova*, *Celtis*, *Quercus*, *Engelhardtia*, *Rhus*, *Pterocarya*, кроме того, встречается пыльца *Glyptostrobus*. Эти палинокомплексы, по мнению О.И. Высочинной, соответствуют среднему миоцену.

Климатические условия образования элювия. Формирование кор выветривания происходило в условиях усиливающейся контрастности рельефа, но теплого и влажного климата, и, вероятно, достигло своей максимальной интенсивности в раннем–среднем миоцене. Этому отвечают разрезы кор выветривания (мощностью до 20–30 м) на водоразделах под покровами верхнемиоценовых базальтов. Косвенно на формирование конформных отложений вплоть до нижнего плейстоцена указывает присутствие в пределах “гольцовых” пьедесталов красноцветных кор выветривания и озерно-болотных накоплений с реликтовой четвертичной пылью и вымершими диатомеями.

Типы кор выветривания. Элювиальные образования подразделяются на синхронно развивающиеся площадные и линейные [10], а по соотношению с современным рельефом – на “остаточные” (реликтовые) и формирующиеся (конформные). Они распространены в пределах разных геоморфологических генотипов и фаций юга Дальнего Востока [3]. Реликтовые коры выветривания дисконформны по отношению к современному горному рельефу и, следовательно, отражают ранние этапы становления Сихотэ-Алинского и Восточно-Маньчжурского сводов. В вершинном поясе гор коры выветривания нередко представлены зонами дезинтеграции.

Мощность площадных кор выветривания зависит от особенностей рельефа уплощенных водоразделов. Она сокращается вблизи останцов, но увеличивается в седловинах, где площадные коры переходят в линейные. Частичное разрушение кор вы-



Рис. 3. Распространение уплощенного рельефа на гранитах (бас. р. Кабанья)

1 – базальты; 2 – граниты; 3 – андезиты и их туфы; 4 – пологосклонный рельеф на водоразделах, сложенных гранитами и андезитами; 5 – “откопанные” из-под базальтов уплощенные поверхности; речные долины: 6 – крутые склоны, 7 – днища; 8 – контуры гранитного массива, не перекрытого базальтами; 9 – высотные отметки; 10 – оползни

ветривания в прибрежной зоне связано с абразией берега во время трансгрессий и с эрозионным размывом при понижении уровня моря [11], однако здесь наблюдается и погребение кор под осадками [12, 13].

Площадное распространение кор выветривания. Реликтовые образования имеют довольно четкую приуроченность к определенным геоморфологическим ситуациям.

1. По обрамлению Раздольненско-Ханкайско-Уссурийской депрессии и Японского моря коры распространены в зоне развития педиментов (рис. 4). В зоне низкогогорья и среднегорья они имеют менее широкое распространение. Наиболее часто коры выветривания встречаются в краевых частях и днищах поднятых внутригорных впадин. Особенно хорошо они сохранились на участках излияния базальтов. Аккумулятивное днище древней Сергеевской впадины находится на абс. высоте до 800 м, а коры выветривания на хребтах широтного отрезка Южного Сихотэ-Алиня встречены на отн. высоте над днищем впадины до 400–500 м, что соответствует зоне мелкогорья. В среднегорье Среднего и Северного Сихотэ-Алиня с исключительной одновысотностью и выровненностью вершинного пояса коры выветривания разнообразного веществен-



Рис. 4. Геологический разрез коры выветривания на гранитах со следами смещения (абс. выс. 400 м) в прибрежной зоне Японского моря (фото А.М. Короткого)

ного состава и значительной мощности (свыше 10–15 м – данные бурения Северной партии ПГУ) распространены на абс. высотах 800–1400 м. Гольцовые массивы в этом районе имеют облик столовых гор с денудационными пьедесталами и крутыми склонами. На их поверхности под чехлом покровных суглинков и щебней в “эрозионных окнах” вскрыты площадные, преимущественно каолин-гидролюдистые коры выветривания. Пологие водоразделы на последних этапах развития района были ограничены системой прогрессивно-выпуклых склонов, свидетельствующих об интенсивной эрозии глубоко врезанных (до 600–700 м) речных долин (рис. 1Б).

2. Красноцветные коры выветривания (мощностью до 10 м) и почвы латеритного облика возникли в умеренно теплом, с переменным увлажнением климате позднего плиоцена. Эти коры сохранились на базальтах, что связано с геоморфологической молодостью уровня, особенностями литологии и гидрогеологического режима [9, 13, 14].

3. Площадные коры и линейные зоны сапролитов в эвгимнических впадинах [6], дисконформных по отношению к современному рельефу, встречаются в седловинах, в днищах водосборных воронок и на водоразделах высотой от 900 до 1300–1400 м над у. м.

4. На участках, где базальтовые потоки изолировали от общего базиса денудации на миллионы лет крупные выступы рельефа, произошла консервация останцово-денудационного рельефа с корами выветривания. Такие участки древнего рельефа на абс. высотах более 1000 м известны в осевой части Сихотэ-Алиня (рис. 2, 3).

5. Докайнозойские коры выветривания приурочены к зонам мезозойского осадконакопления. В ходе становления Сихотэ-Алинского свода эти коры были частично откопаны из-под меловых пород на водоразделе рек Арсеньевки и Уссури [15]. Вероятно, такова и кора выветривания на Кокшаровском массиве ультраосновных пород [16].

6. Коры выветривания, связанные с вторичными кварцитами, известны на водоразделах рек Партизанской и Уссури, Черной и Милоградовки и на уплощенных водоразделах Среднего и Северного Сихотэ-Алиня, где наблюдались случаи перехода линейных зон в площадные коры выветривания.

7. Часть ареалов кор выветривания в вершинном поясе Сихотэ-Алиня приурочена к пластогенам. Сочетание пластогенов и расчлененного рельефа прослежено на участках распространения мезозойских осадочных пород и игнимбритов в бассейнах рр. Лазовки, Суходола, Шкотовки, Уссури, Самарги.

8. Пространственное положение кор выветривания в разных геоморфологических зонах Сихотэ-Алиня контролируется системой крупных разломов. Обширный плиоценовый педимент с корами выветривания в бассейнах рек Киевки и Уссури совпадает с зоной Центрального разлома. На его пересечении с Южно-Приморским швом отмечается поперечная Лазовско-Черноручинская зона сниженного рельефа с каолиновыми корами выветривания. Подобные зоны, испытывающие отставание при сводовом воздымании Сихотэ-Алиня, разделяют Ливадийский массив и блок г. Воробей, а также картируются к северу от горного узла гор Снежной и Облачной.

Соотношение линейных и площадных кор выветривания. Зона корообразования в зависимости от геоморфологической позиции может быть представлена: 1) площадной корой с линейными аппендиксами, 2) частично разрушенной корой выветривания – т. н. “корнями” – сапролитами и линейными образованиями, 3) линейными зонами с разной степенью преобразования горных пород.

В горных районах нередко наблюдаются линейные зоны выветривания, для которых трудно найти сопоставимые с ними площадные образования. Допускается, что они могут возникать в условиях расчлененного горного рельефа и без связи с площадными корами [6]. Такой вариант следует рассматривать как один из путей развития гипергенеза, но он трудно реализуем в условиях горного рельефа, где скорость разрушения крутых склонов превосходит скорость химического выветривания пород.

Образование линейных зон измененных пород объясняется гидротермальными процессами и развитием эпигенеза вдоль зон трещиноватости в зонах разгрузки подземных вод. Не исключено, что линейный эпигенез может развиваться и в атектонических условиях: если принять во внимание активную роль грунтовых вод как агента гипергенеза, этот процесс может развиваться в любом понижении рельефа и в приповерхностных зонах трещиноватости горных пород. Гипергенные изменения коренных пород прослеживаются в цоколе высоких речных террас Сихотэ-Алиня, где мощность зоны и степень “зрелости” изменений находятся в прямой зависимости от возраста террас [3].

Условия образования кор выветривания. На юге Дальнего Востока образование кор выветривания происходило в интервале от мезозоя и до позднего кайнозоя, а его максимальная интенсивность связывалась с периодами теплого и влажного климата [8, 9, 13, 17]. В депрессионных зонах и их обрамлении образование площадных кор значительной мощности охватывало весь период существования депрессии как отрицательной морфоструктуры. Так, в Уссури-Ханкайской депрессии погребенные коры выветривания встречены практически под всеми толщами осадков (от мела и до плиоцена), а в экспонированном состоянии – на всей площади ее денудационного обрамления. Таким образом, во впадинах и по их периферии корообразование происходило в течение десятков миллионов лет. Поэтому под осадочный чехол здесь “уходили” однообразные по вещественному составу элювиальные образования. Лишь в позднем плиоцене–эоплейстоцене на смену белоцветным корам выветривания середины кайнозоя пришли красноцветы, представленные латеритоподобными образованиями.

Большинство исследователей мощные эпохи корообразования связывают со структурно-геоморфологическим фактором и благоприятным климатом. На меньшую контрастность рельефа Сихотэ-Алиня указывает значительная мощность элювиальных образований, связанных с элементами уплощенного рельефа.

Условия сохранности кор выветривания. Многие исследователи связывают условия сохранности кор выветривания, прежде всего, с длительным существованием древних уплощенных поверхностей рельефа. Выводы о современном возрасте основных выровненных поверхностей базируются, прежде всего, на представлениях о больших скоростях денудации в вершинном поясе гор. Так как при анализе кор выветривания в горных странах исследуются площадные и линейные образования, то для выявления условий их сохранности недостаточно изучать только дневную поверхность рельефа. Более информативно объемное понимание геоморфологической

формы с включением в нее зоны гипергенеза, имеющей определенную глубину. В этом случае срез дневной поверхности реликтовых образований не будет являться фактом их полного разрушения. Образование поверхностей выравнивания, происходившее на определенных этапах развития Сихотэ-Алинской морфоструктуры, сопровождалось возникновением кор выветривания мощностью свыше 20 м. Последующее поднятие этих зон в позднем плиocene–эоплейстоцене приводило к эрозионному расчленению рельефа и частичному разрушению поверхности выравнивания, к реликтам которой относятся остатки зоны гипергенеза.

Распространение древних кор выветривания в горных областях юга Дальнего Востока показывает, что оптимальные условия для их сохранности наблюдаются: 1) в переходных и шарнирных зонах, 2) на межбассейновых водоразделах, отделенных от зон активной склоновой денудации поясом отсутствия эрозии, 3) в пределах водоразделов, оторванных от главного базиса денудации в процессе тектонического воздымания и слабо затронутых эрозией, 4) на водоразделах, изолированных от главного базиса денудации полями основных вулканитов, 5) на участках горного рельефа, являющегося местным базисом денудации для вышележащего рельефа.

Процесс разрушения реликтовых кор выветривания отличается пространственно-временной неравномерностью.

1. Наиболее быстро разрушаются коры выветривания и сопряженные с ними отложения в зонах активного развития регрессивной эрозии.

2. Маломощный элювий уничтожается на отдельных останцовых массивах при резкой смене ландшафтно-климатических условий.

3. Скорость выветривания разнородных литологических комплексов неодинакова. На гранитах высокая водопроницаемость малотоксикотропных грунтов благоприятствует возникновению мощной зоны гипергенеза [3]. Породы с меньшей порозностью в гипергенной зоне способствуют развитию плоскостной денудации и быстрому смыву продуктов выветривания. Образование железистой корки (кирасы) в латеритоподобном элювии предохраняет от размыва бронированный ею участок [14, 19].

Существует предположение, что похолодание климата в плейстоцене способствовало усилению денудации в вершинном поясе гор и уничтожению реликтовых образований. Образование плосковершинного рельефа в средневысотных горах объясняется в этом случае развитием криогенных процессов. Молодость криопленов [5] доказывается широким их развитием в вершинном поясе, но при этом не объясняется наличие химического элювия.

4. Изучение гипергенных и осадочных образований в вершинном поясе Сихотэ-Алиня позволяет прийти к выводу о неоднократном выравнивании рельефа. Наиболее древняя из поверхностей выравнивания, предположительно позднепалеогеновая, установлена на территории среднегорья Сихотэ-Алиня в интервале абс. высот 1100–1400 м. Для нее был характерен останцово-педиментный рельеф. Типичный пример – обрамление Сергеевской впадины. Второй уровень выровненной поверхности изучен в интервале абс. высот 700–900 м, где, наряду с каолиновыми корами выветривания, встречены аллювиальные и озерные отложения значительной мощности (до 30 м). Хорошая сохранность этой поверхности, обрамленной мелкогорным рельефом, связана с распространением в этой зоне покровов базальтов. Глубина относительного вреза современных долин составляет 400–500 м. Третий уровень выровненного рельефа находится в обрамлении внутригорных впадин, крупных речных долин и морских побережий. Его высота над современными базисами эрозии составляет 200–350 м. Первоначальная природа уровня – террасы, на базе которых в течение 10–12 млн. лет происходило выравнивание рельефа.

Выявление особенностей эволюции рельефа гор на основе анализа коррелятивных отложений связано с решением некоторых геоморфологических и палеографических задач, а именно: 1) поиском прямых следов определенных этапов развития рельефа, 2) изучением конформных и транзитных отложений в вершинном поясе гор

и их корреляцией с динамическим состоянием рельефа, 3) анализом коррелятных отложений, отвечающих разной степени расчленения горного рельефа [3]. Наиболее древняя из поверхностей выравнивания, предположительно олигоценового возраста, установлена в среднегорье Сихотэ-Алиня в интервале высот 1100–1400 м. Выравниванию рельефа подвергся горный рельеф на месте Сихотэ-Алинского свода и Восточно-Маньчжурского нагорья, чему в геологических разрезах впадин отвечают тонкообломочные олигоценовые отложения. О существовании резко расчлененного горного рельефа в эоцене свидетельствуют грубообломочные отложения во впадинах [14].

Коррелятные отложения прибрежной зоны Сихотэ-Алиня. Для выявления морфологии горного рельефа изучалась структура валунно-галечных отложений в кайнозойских впадинах прибрежной зоны Сихотэ-Алиня. Древние галечники большой мощности известны в южной части побережья зал. Петра Великого (Шкотовская депрессия, бухта Рудная, зал. Восток, м. Поворотный). Их накоплению предшествовала аккумуляция угленосной толщи (майхинская свита).

Валунно-галечниковые отложения грабена зал. Восток мощностью до 136 м предположительно имеют эоценовый возраст. Для его определения Т.И. Демидовой было изучено 6 спорово-пыльцевых проб. Образцы из линзы плотных алевритовых песков в 5 м выше у. м. содержали пыльцу голосеменных (*Podocarpus*, *Cedrus*, *Tsuga*), субтропических (*Palmae*, *Magnolia*, *Cinnamomum*) и умереннотеплолюбивых растений (*Quercus*, *Castanea*, *Engelhardtia*, *Corylopsis*, *Comptonia*, *Platanus*, *Tilia*). Пробы из плотных темно-зеленых алевритов в кровле разреза содержали комплекс, типичный для тургайской флоры (*Quercus*, *Tilia*, *Juglans*, *Carya*, *Fagus*), но с примесью представителей субтропической флоры (*Cedrus*, *Taxodium*, *Metasequoia*, *Laurus*, *Loranthus*).

Изучение вещественного состава аллювия свидетельствует об ином, чем в голоцене, расположении береговой линии Японского моря в миоцене–плиоцене. В составе аллювия в большом количестве встречаются валуны гранитов, которые приносились в зону аккумуляции с территории, расположенной в бассейне р. Волчанки. Некоторый материал для количественной оценки положения побережья дает изучение наклона древней аккумулятивной равнины, который у м. Теляковского достигает 0.0015–0.002 м/м, а в бухте Восток – 0.002–0.004 м/м. Уклоны современных аллювиальных равнин на побережье Японского моря составляют 0.0002–0.0004 м/м. Уклоны современных долин, которые сравнимы с уклонами древних аккумулятивных равнин, в настоящее время наблюдаются в бассейне р. Партизанской на удалении 40–50 км от береговой линии. Расчеты выполнены на основе анализа коррелятных отложений, структура которых определяется спецификой водосборных бассейнов с различной морфологией горного рельефа [20].

Следовательно, устья рек, дренировавших Сихотэ-Алинь, располагались на удалении 40–50 км от современной береговой линии. Сравнительный анализ древнего и современного руслового аллювия позволяет восстановить высотные отметки кайнозойской аллювиальной равнины. В наиболее крупных речных долинах Южного Приморья зона с уклонами русла, равными 0.002–0.004 м/м, располагается на абс. высотах около 200 м. Поэтому можно считать, что высота кайнозойской аккумулятивной равнины в пределах современного побережья Японского моря, видимо, превышала 250 м.

Контуры древней речной сети в прибрежной зоне Сихотэ-Алиня отличались от современных. Толща палеогеновых валунников и галечников в заливе Восток является аллювием реки, бассейн которой охватывал современные водосборы Волчанки, Литовки и ряда более мелких рек. Это доказывается ориентировкой речных долин и большим сходством вещественного состава русловых отложений этих рек с древними галечниками залива Восток. Во время накопления древних галечников и валунников прибрежной зоны существовал горный, резко расчлененный рельеф со значительными глубинами эрозионного вреза и крутыми продольными профилями речных долин. Абс. высоты отрогов Сихотэ-Алиня в верховьях палео-Литовки составляли не менее 1700–1900 м. Относительные высоты хребтов, судя по структуре руслового аллювия,

уменьшались в южном направлении до 500–600 м. В реках зоны мелко- и низкогогорья происходило накопление валунов и галек большей крупности, чем в современных долинах [14].

Интенсивность процессов химического выветривания коренных пород в пределах контуров впадины зал. Восток на первом этапе аккумуляции была меньшей, чем к моменту завершения формирования аккумулятивной равнины. На это указывает как разнообразный вещественный состав обломочного материала (с присутствием быстро разрушающихся алевролитов, порфиритов и кварцевых диоритов), так и характер контакта эоценовых отложений с подстилающими породами. Последний представляет собой поверхность размыва, сложенную аргиллитами и алевролитами, по облику совершенно свежими. В верхней части разреза древние конгломераты перекрывают уже более выветрелые породы того же состава и коры выветривания. Значительное выполаживание склонов в верхней части палеодолины указывает на то, что к концу эпохи осадконакопления на сопряженных с аккумулятивной равниной денудационных поверхностях происходило выравнивание с формированием коры выветривания, разрезы которой вскрываются под красноцветами в пределах плиоценовых педиментов.

Плиоценовые педименты окаймляют побережье залива Петра Великого и отдельными фрагментами встречаются в речных долинах к северу от м. Поворотного [21]. Возможно, что конечная стадия аккумуляции аллювиальных осадков совпадала с интенсивным этапом выравнивания рельефа прибрежной зоны, с чем связаны сильная глинистость галечников и присутствие красноцветных глин.

Кайнозойские отложения Турьерогской впадины. Особенности структуры грубообломочных отложений являются информативной базой для реконструкции древнего горного рельефа Восточно-Маньчжурского свода. Турьерогская впадина является западным окончанием Ханкайской депрессии. Вероятный возраст выполняющих ее аллювиальных галечников и песков – поздний миоцен–ранний плиоцен, а в основании вскрываются нижнемиоценовые озерные алевролиты [14, 22]. Ширина зоны аккумуляции в современных контурах превышает 18 км, а длина – 25 км. Составным звеном рельефа впадины является древняя аккумулятивно-денудационная поверхность юго-западнее пос. Турга.

Ее поверхность перекрыта покровными красноцветами мощностью от 1.5 до 5.0 м, из которых получен спорово-пыльцевой комплекс, соответствующий палинозоне *Picea-Abies-Pinus-Betula*. В составе комплекса наблюдается доминирование пыльцы хвойных (*Picea* sect. *Eupicea* – 39.9%, *P.* sect. *Omorica* – 15.7%, *Abies* – 11.8%), в числе экзотических (*Pinus* sect. *Eupitys* – 13.9%, *P.* sect. *Strobus* – 4.0%) и современных сосен (*Pinus* s/g *Haploxylon* – 5.0%, *P. koraiensis* – 1.4%, *P. pumila* – 0.7%). Такой тип спектра соответствует елово-пихтовым и сосново-еловым лесам и похолоданию климата. Интенсивное ожелезнение осадков, возможно, объясняется колебаниями уровня грунтовых вод. Подобная структура спорово-пыльцевых комплексов с учетом обратной остаточной намагниченности осадков позволяет предположить, что формирование верхней части разреза соответствует эоплейстоцену. Этому предположению не противоречит термолюминесцентная датировка 1.2 ± 0.016 млн. лет (ТЛ ИНГ 3872), полученная Н.Н. Ковалюхом.

Озерно-аллювиальная равнина, возникшая в миоцене, видимо, частично была расчленена. Плиоценовая долина, врезанная на 40–50 м в миоценовые отложения, описана П.П. Романюхой [14] в западной части впадины. Глубина эрозионного вреза уменьшается в восточном направлении, где на контакте отложений усть-суйфунской и суйфунской свит наблюдались эрозионные врезы амплитудой 5–10 м.

Возникшие в то время эрозионные долины затем выполнялись галечниково-мелковалунными отложениями суйфунской свиты. Спорово-пыльцевой спектр из верхней части отложений древней долины соответствует палинозоне *Quercus-Ulmus-Pinus-Betula*, образован пылью древесных, кустарниковых (42%) и травянистых растений (36%). Этот комплекс получен из отложений, по данным Е.И. Вириной [22], с обрат-

ной остаточной намагниченностью (предположительно геомагнитная эпоха Матуяма). Для этого спектра характерно присутствие пыльцы палеотипных растений (*Tsuga*, *Pinus* sect. *Eupitys*, *P.* sect. *Cembra*). Этот тип спектра соответствует теплым климатическим условиям.

Этой стадии развития аккумулятивной равнины во впадине отвечают наиболее грубые отложения. Видимо, врезание сопровождалось увеличением уклонов русел (до 0.0025 м/м) и высокой степенью концентрации водотоков. Поэтому в нижней части разреза преобладающими являются русловые отложения. Во время накопления отложений суйфунской свиты во впадине происходило разрастание аккумулятивной равнины: пески и галечники этого возраста залегают на отложениях усть-суйфунской свиты и на более древних породах. Расширение зоны аккумуляции в депрессии сопровождалось выполаживанием продольных профилей (до 0.0015 м/м) и усилением фуркации потоков. Поэтому мощность отдельных пойменно-русловых ритмов уменьшается с 4–6 (в низу разреза) до 2–3 м. Этой стадии формирования равнины отвечают часто переслаивающиеся галечники, туфогенные пески и синевато-серые алевроиты. Осадки сформировались в крупных озерах-старицах, о чем, по данным З.В. Алешинской [18], свидетельствует смешанная структура диатомовых комплексов, состоящих из бентических и планктонных форм.

Аккумулятивная равнина Турьерогской впадины по генезису преимущественно аллювиальная и представляет собой дельту горной реки (VI–VII порядка) длиной около 60–80 км, впадавшей с юго-запада в пра-Ханку. Современные реки, дренирующие впадину, являются водотоками III–IV порядка. Различие в строении гидросети плиоцена и плейстоцена вызвано перестройкой в постплиоценовое время. В настоящее время большая часть бассейна палеореки принадлежит к водосбору Мулинхе.

К югу и западу от Турьерогской депрессии в верхнем и среднем течении плиоценовой реки, как это установлено нами на основании изучения галечников суйфунской свиты, существовала горная страна с относительным превышением водораздела над уровнем аккумуляции около 900–1000 м. Превышение современного водораздела над уровнем Ханки составляет 800 м. Плиоценовые реки (или река), впадавшие в Ханку с юго-запада, имели, несомненно, более крутой продольный профиль, чем современные водотоки. В приустьевой зоне этих рек (в области устойчивой аккумуляции) уклоны русла составляли 0.001–0.0025 м/м, в то время как уклоны русла наиболее крупной современной реки этого района (р. Комиссаровка) составляют 0.0004–0.0006.

К концу аккумуляции осадков суйфунской свиты наблюдается расширение зоны осадконакопления, в краевых частях депрессии усиливается интенсивность процессов химического выветривания, формируется зона педиментов, за счет чего увеличивается зона транзита обломочного материала. Этими процессами объясняется изменение вещественного состава плиоценового аллювия вверх по разрезу. В нижней части разреза плиоценовых отложений у пос. Ново-Качалинска отмечается большое количество пород, распространенных на участках, непосредственно прилежащих к зоне устойчивого осадконакопления в Турьерогской впадине (граниты, туфогенные породы). В большом количестве (24–36%) встречаются обломки кварцевых порфиров, липаритов, порфиритов, развитых в средней и верхней частях водосборных бассейнов палеорек, выносивших обломочный материал в депрессию. Вверх по разрезу содержание абразивно-устойчивых пород увеличивается до 98%. Обломки пород из зоны, оконтуривающей аккумулятивную равнину, совершенно отсутствуют. Одновременно с увеличением доли обломков абразивно-устойчивых пород (кремней и кварца) наблюдается улучшение окатанности комплекса в целом. Это, видимо, связано с замедлением скорости смещения обломков по мере выполаживания уклонов русла. Скорости потока в конце аккумуляции галечников суйфунской свиты, рассчитанные по крупности наиболее грубого материала русловой фации, составляют 1.5–2.0 м/сек. Одновременно возросла и длина транзита обломков, что привело к увеличению окатанности галек кварца и кремния с 45–50% (в подошве толщи) до 60–70% (в кровле).

Позднеплиоценовая эпоха развития горного рельефа Приморья. Эпоха аккумуляции галечников суйфунской свиты и излияния покровных базальтов шуфанской свиты завершилась крупным эрозионным врезом, который отвечает стадии регионального поднятия Сихотэ-Алиня, Восточно-Маньчжурских гор, межгорных и внутригорных впадин с образованием высоких террас и педиментов. Усиление процессов эрозии во внутригорных районах совпадает с окончанием излияния базальтов шуфанской свиты и предшествует аккумуляции в долинах приморских рек. Амплитуда послебазальтового эрозионного вреза отсчитывается либо от кровли плиоценового педимента, либо от поверхности базальтовых покровов [22].

Амплитуда эрозионного вреза достигает больших значений в пределах окраин Ханкайской депрессии, составляя в ее восточной части 150–180 м и на западном побережье Ханки – 100–120 м. При расчете амплитуд вреза учитывались следующие моменты: кровля плиоценовых галечников здесь расположена на абс. отметках 100–140 м, а подошва четвертичных аллювиальных отложений в наиболее крупных долинах этого района – на высотах 20–40 м.

В пределах Суйфунской депрессии амплитуда эрозионного вреза уменьшается в направлении к наиболее интенсивно прогибающимся участкам. Если в бассейне р. Борисовка величина вреза равна 150–200 м, то в нижнем течении р. Суйфун она составляет 110–120 м. У северного окончания Амурского залива амплитуда послебазальтового вреза достигает 90–100 м, а в его южной части – принимается равной 85–90 м.

Анализ особенностей строения региональных речных террас и уровней Сихотэ-Алиня позволяет сделать выводы о направленности тектоно-геоморфологического развития территории в позднем кайнозое. Высотные характеристики террас и уровней, структура отложений, отнесенных к миоцену–плиоцену, однозначно свидетельствуют о различной интенсивности тектонического поднятия Сихотэ-Алиня и его краевых частей. Глубина вреза в среднем течении р. Киевки с позднего миоцена составляет 200–250 м, в прибрежной зоне – 120–130 м, что позволяет оценить общую амплитуду поднятия в среднем течении магистральных рек как превышающую 300 м [22]. В пределах Северного Сихотэ-Алиня амплитуда эрозионного вреза от побережья Японского моря увеличивается в направлении среднегорья с 80–100 м до 350–400 м [22].

Выводы

1. Анализ геоморфологического положения разновозрастных реликтовых кор выветривания и особенностей геологических разрезов во впадинах Юга Дальнего Востока доказывает сложную динамику становления рельефа.

2. В кайнозое в Сихотэ-Алине, судя по типу кор выветривания и их приуроченности к определенным тектоно-геоморфологическим элементам, выделяются два крупных временных этапа, в течение которых наблюдалось чередование процессов поднятия гор и их выравнивания.

Первый этап (Pg–N₁²) является периодом тектонической контрастности, когда в морфоструктурном плане Сихотэ-Алиня сочленились внутригорные впадины и зоны эвгимнического типа с горными поднятиями. В обрамлении впадин при опускании происходило возникновение значительного по площади останцово-педиментного и мелкогорного рельефа с корами выветривания. Довольно сложная история становления структурного плана и формирования рельефа подтверждаются сложно построенными разрезами осадочно-вулканогенных толщ во впадинах. Теплый умеренный климат в олигоцене–среднем миоцене явился одной из причин формирования кор выветривания не только в обрамлении впадин и эвгимнических зон, но и на склонах горных поднятий, испытывавших выравнивание.

Второй этап становления рельефа Сихотэ-Алиня (N₁³–Q) является эпохой общей генерализации структурно-тектонического плана этой горной страны. Этот процесс, начиная со среднего миоцена, сопровождался ростом гор и вовлечением в поднятие внутригорных впадин и эвгимнических зон. В результате коры выветривания

предыдущего этапа развития рельефа Сихотэ-Алиня перешли в реликтовое состояние и стали дисконформными по отношению к рельефу среднегорного яруса. Возникновение сегментарных плит [6] сопровождалось последовательной миграцией зон мощного корообразования в краевые зоны Сихотэ-Алиня, переходные по своему структурному положению от областей устойчивого воздымания к крупной межгорной Уссури-Ханкайской впадине и Япономорской котловине [13, 14].

3. В позднем плиоцене, после завершения фазы базальтового вулканизма, произошло ослабление тектонического воздымания Сихотэ-Алинского свода, которое привело к аккумуляции в Уссури-Ханкайской депрессии и во впадинах Япономорского побережья. В приморских впадинах аккумуляция продолжалась вплоть до конца эоплейстоцена [23]. Одновременно с аккумуляцией по обрамлению зон опускания активизировалось денудационное выравнивание, приведшее к образованию плиоценового педимента [21]. В краевой зоне западного склона Сихотэ-Алиня он имеет широкое площадное распространение, образуя водоразделы рек, впадающих в оз. Ханка, и прослеживается вдоль крупных речных долин с затягиванием по ним в зону низко- и частично среднегорного рельефа. В прибрежной зоне Южного Приморья плиоценовые педименты с корами выветривания связаны с речной сетью. Колебания климата в позднем кайнозое явились причиной изменения типа выветривания и мощности зоны гипергенеза.

4. Четвертичный этап четко подразделяется на два подэтапа. Для начальной фазы (конец эоплейстоцена–нижний плейстоцен) характерно усиление расчленения рельефа горных территорий, переходной зоны и депрессий. Во второй половине плейстоцена по мере усиления похолодания климата снова активизировалась интенсивная аккумуляция во впадинах и магистральных долинах с формированием на склонах зачаточного элювия и покровных отложений.

5. Важная особенность денудационных поверхностей и сопряженных с ними кор выветривания – несовпадение их границ с тектоническим ограничением впадин. Одним из примеров является обрамление Тохтинского грабена [11], т.к. в результате отступления склонов расширялось не только днище грабена, но и долины водотоков. Контуры педимента по западному борту впадины имеют сложный абрис с затягиванием вверх по долинам. По восточному обрамлению грабена, где отсутствуют крупные водотоки, выравнивание привело к параллельному отступанию тектонического уступа на 0.8–1.0 км на восток от сброса, ограничивающего грабен. Для педиментов в Тохтинском грабене характерно постепенное повышение рельефа (от 100 до 140–180 м) за счет подъема покрола денудационной равнины.

6. Особые споры вызывает интерпретация “остаточных” кор выветривания в областях развития вулкаников, где происходит наложение процессов, обусловленных поверхностным выветриванием пород и образованием зон гидротермальной “пропарки” [10, 11, 25, 26]). Остается неясным, всегда ли вторичные процессы приводят к образованию всего комплекса глинистых минералов, наблюдающегося в зоне измененных пород, или наличие исходных вулканических пород благоприятствует процессу экзогенного корообразования. В связи с этим интерпретация кор выветривания в пределах Сихотэ-Алиня требует особого подхода, особенно в зоне вулканического пояса, где образовались мощные линейные и площадные зоны вторичного изменения пород [27].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганешин Г.С. Геоморфология Приморья // Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1957. Т. 4. 135 с.
2. Денисов Е.П. Новейшая тектоника и позднекайнозойский вулканизм Южного Приморья и прилегающих областей. Владивосток: Дальневосточн. кн. изд-во, 1965. 82 с.
3. Короткий А.М. Палеогеоморфологический анализ рельефа и осадков горных стран (на примере Дальнего Востока). М.: Наука, 1983. 246 с.
4. Короткий А.М. Поверхности выравнивания Сихотэ-Алиня – миф или реальность // Земная поверхность, ярусный рельеф и скорость рельефообразования / М-лы Иркутского геоморф.

- семинара. Чтения памяти Н.А. Флоренсова (Иркутск, 9–14 сент. 2007 г.). Иркутск: ИЗК СО РАН, 2007. С. 40–42.
5. Худяков Г.И., Никонова Р.И. Проблемы поверхностей выравнивания горных стран. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. 311 с.
 6. Худяков Г.И. Геоморфотектоника юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1977. 256 с.
 7. Коренбаум В.С., Ромадин И.А., Колбин М.Ф. Распространение кор выветривания в Приамурье и связь с ними полезных ископаемых // Информ. сб. Приморского геол. управления. Владивосток: Приморск. геол. управление, 1963. № 4. С. 35–41.
 8. Тацилкин В.А. Коры выветривания Приморья: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М.: ИГЕМ, 1969. 25 с.
 9. Денисов Е.П. Отражение физико-географических условий в гипергенных корах базальтовых плато и равнин // Исслед. взаимодействий факторов рельефообразования. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 114–121.
 10. Петров В.П. Основы учения о древних корах выветривания. М.: Недра, 1967. 344 с.
 11. Олейников А.В., Короткий А.М., Караулова Л.П., Высочин В.И. К характеристике рельефа и осадков позднекайнозойских впадин Северного Сихотэ-Алиня // Региональная морфотектоника, геоморфология и четвертичная геология Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 114–121.
 12. Шахгельдян И.Г. Инженерно-геологическая характеристика мелководной части шельфа залива Петра Великого (Японское море) для целей крупного портового строительства: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГРИ, 1973. 30 с.
 13. Короткий А.М. Геоморфологическая позиция кор выветривания в современном рельефе Сихотэ-Алиня // Геоморфоструктура Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 91–101.
 14. Юг Дальнего Востока / Г.И. Худяков, Е.П. Денисов, А.М. Короткий и др. М.: Наука, 1972. 423 с.
 15. Соловьев В.О. Стратиграфия четвертичных отложений бассейна реки Даубихе // Информ. сб. Приморск. геол. управления. Владивосток: Приморск. геол. управление, 1963. № 4. С. 29–35.
 16. Залищак Б.Л. Кокшаровский массив ультраосновных и щелочных пород. М.: Наука, 1969. 116 с.
 17. Мигута А.К. Древняя кора выветривания гродековских гранитов в Южном Приморье // Кора выветривания. М.: Недра, 1963. Вып. 5. С. 31–36.
 18. Палеогеография и стратиграфия плейстоцена Приханкайской депрессии / Муратова М.В., Воскресенская Т.Н., Алешинская З.В. и др. М.: Изд-во МГУ, 1981. 160 с.
 19. Острова вьетнамского шельфа: рельеф, осадки, история развития / А.М. Короткий, Н.Г. Разжигаева, Л.А. Ганзей, В.Г. Волков. М.: Наука, 1993. 134 с.
 20. Короткий А.М. Корреляция современного рельефа и осадков для целей палеогеоморфологии. Владивосток: ДВФ СО АН СССР, 1970. 168 с.
 21. Никонова Р.И. Поверхности выравнивания в рельефе Южного Приморья. М.: Наука, 1966. 95 с.
 22. Короткий А.М. Террасовые ряды речных долин Сихотэ-Алиня (условия формирования, возраст и корреляция) // Геоморфология. 2004. № 1. С. 64–78.
 23. Короткий А.М., Коробов В.В., Скрыльчик Г.П. Обвалы и оползни юга Российского Дальнего Востока // Геоморфология. 2009. № 2. С. 50–60.
 24. Короткий А.М. Эоплейстоценовые отложения речных террас Южного Приморья // Тихоокеан. геология. 2004. № 3. С. 60–75.
 25. Милло Ж. Геология глин. Л.: Недра, 1968. 360 с.
 26. Разумова В.Н. Роль гидротермальных образований в формировании древних кор выветривания // Докл. АН СССР. Сер. геол. 1972. № 3. С. 691–698.
 27. Петраченко Р.И. Вторичные кварциты, пропилиты и оруденение в мезойских и кайнозойских эффузивах Приморья. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 160 с.

ТИГ ДВО РАН, Владивосток

Поступила в редакцию
22.06.2010

CENOZOIC EVOLUTION OF THE SIKHOTE-ALIN RELIEF

A.M. KOROTKY

Summary

To ascertain the Cenozoic evolution features of mountain relief we searched the traces of certain development stages, studied the deposits remained in summit mountain zone, and analyzed the correlative deposits, which structure corresponds to different relief morphology. Aerial crusts of weathering in different relief types are characteristics of ancient planation surfaces; they are unconformable to present day mountain relief and reflect the early stages of the Sikhote-Alin and East-Manchurian arch development. Crusts of weathering were being developed in conditions of warm and wet climate and growing relief, they have reached their maximal occurrence in the Early-Average Miocene. Oligocene age of crust of weathering in the summit belt of Sikhote-Alin at absolute height over 1300 m was determined on the base of the studying the plant debris, diatoms, spores and pollen in alluvial and lake deposits. Accumulation of coarse alluvium in hollows corresponds to epochs of rising.

Geomorphologic position of relict crusts of weathering and character of geological sections in depressions of the Southern Far East prove the complex dynamics of relief formation. During the first stage (Pg–N₁²) some weakening of the Sikhote-Alin tectonic contrast took place; its morphostructure combined intermountain depressions, zones of eugenic type, and mountain rises. The second stage (N₁²–Q) was the epoch of generalization of the structural-tectonic plan of this highland. This process was accompanied by the growth of highlands and by transformation of previous stage crusts of weathering into relict form.

УДК 551.435.122(–924/–925)

© 2011 г. А.В. ПАНИН, А.Ю. СИДОРЧУК, А.В. ЧЕРНОВ

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЙМ РАВНИННЫХ РЕК СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ¹

Введение

Исследованию пойм (или пойменно-русловых комплексов по А.В. Чернову [1]) современных рек посвящена большая литература [2–6], классификации пойм созданы, обычно, на основе морфодинамического типа, формирующего пойму русла реки [7–10]. Существенно меньшее внимание было уделено истории формирования пойменно-го рельефа [5, 11–15], хотя и отмечена необходимость такого исследования, например при анализе сукцессий пойменных лесов [16]. Палеогидрологические работы, которые во многом основываются на изучении морфологических характеристик староречий, показали, что поймы рек перигляциального пояса северного полушария Земли представляют собой гетерогенные образования, где часто лишь малая доля площади сформирована в результате эрозионно-аккумулятивной деятельности русла современного морфологического типа. Еще в пионерных работах G.H. Duri [17] и И.А. Волкова [11] на поймах и низких террасах рек выявлено широкое распространение староречий с большими размерами, чем у современных русел этих рек. Н.И. Маккавеев [18] показал, что на поймах меандрирующих рек выделяются как староречья большего размера, чем современные, так и более мелкие старицы. Реконструкция основных этапов формирования пойм рек, восстановление морфологии палеорусел, их возраста и роли в образовании пойменного рельефа создает основу для качественного и количественного анализа эволюции долинных ландшафтов и для оценки изменения во времени водоносности рек. Такие реконструкции могут быть использованы для прогнозирования подобных изменений в будущем в условиях глобального изменения климата и увеличения антропогенной нагрузки на ландшафт.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-05-00955) и гранта Президента РФ для поддержки ведущих научных школ (НШ-3284.2010.5).