

## МОРФОТЕКТОНИКА ЮГО-ЗАПАДНОГО ФРОНТАЛЬНОГО СКЛОНА ВЫСОКИХ ГИМАЛАЕВ

*Г. Ф. Уфимцев*

*Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск*

Новейшая гималайская орогения представляет собой сложное сочетание покровно-надвиговой тектоники и складчатых деформаций, которые, видимо, сопровождаются гравитационными смещениями, а также особым процессом в виде выдвигания на юго-запад пологонаклонных моноклинальных пластин, благодаря которому внутри аллохтона Главного Центрального надвига возникла система высокогорных куэстоподобных горстов-гималов, ограниченных с юго-запада крутыми фронтальными стенками высотой до 3 км и более. При большой морфологической значимости этот процесс выдвигания на юго-запад и вверх массивов-гималов происходит благодаря перемещениям по стратиграфическим и межформационным разделам и поэтому не нарушает существенно сложившейся геологической структуры. Но он способствует сокращению горизонтальных размеров верхнелитосферных пластин в условиях поперечного сжатия и передачи больших объемов вещества в сферу деятельности экзогенных процессов.

**Ключевые слова:** *новейшая гималайская орогения, перемещения слоистых пластин, высокогорные массивы-гималы, Высокие Гималаи.*

### ВВЕДЕНИЕ

Активные континентальные окраины Тихоокеанского региона по своей морфотектонической структуре представляют собой многообразие, которое можно объединить в последовательность, иллюстрирующую ход процессов на границе “океан – континент” при росте или объединении материковых массивов. Начальным элементом последовательности могут быть приняты образования на океанической литосфере, типа Марианской островодужной системы. Далее в ряд входят образования с литосферой переходного типа, в тылу которых располагаются глубоководные котловины окраинных морей (Курильское островодужное поднятие), островные дуги, прислоненные к молодым орогенам (Восточная Камчатка). Следующий элемент последовательности – активные континентальные окраины андийского типа, имеющие континентальную литосферу и уже практически входящие в молодые подвижные пояса. Но они еще граничат с глубоководными желобами, а аналогами внешних островодужных поднятий являются узкие шельфы и береговые низкогорные поднятия.

Финальный элемент этого ряда представляют собой Гималаи, расположенные на границе сомкнувшихся Евразийского и Индостанского континентальных массивов. Но, тем не менее, морфотек-

тоническая аналогия Гималаев островодужным системам Тихого океана усматривается довольно наглядно. Здесь есть предгорный аккреционный клин – это складчато-надвиговая система Сивалика. Низкие Гималаи – это аналог внешних островодужных поднятий или структурных террас, а Высокие Гималаи занимают позицию, аналогичную внутренним островодужным поднятиям. Система малых впадин, средне- и низкогорных ступеней между Низкими и Высокими Гималаями занимает ту же позицию, что и Срединно-Курильский прогиб в Курильском островодужном поднятии.

Геологическое и морфотектоническое изучение элементов этой последовательности дает возможность оценить основные особенности преобразования островодужных систем в молодые подвижные пояса, и при этом конечный элемент ряда – Гималаи – оказывается важнейшим научным полигоном в силу следующих обстоятельств. Во-первых, они полностью расположены на континенте, и все особенности их геолого-геоморфологического устройства доступны для непосредственного наблюдения. Во-вторых, в Гималаях нет вулканической “покрышки”. И, в-третьих, здесь мы можем на земной поверхности наблюдать многие масштабные процессы, которые обуславливают формирование хаотических комп-

лексов, либо геоморфологических катастроф, например, вызванных землетрясением 1970 г. в Перу, когда с фронтального уступа Анд сорвалась гигантская ледово-каменная масса и в виде земляной лавины прошла по долинам, достигнув прибрежной равнины. Морфотектоническая позиция этого феномена имеет черты сходства с особенностями молодой тектоники верхних частей литосферы на фронтальном юго-западном склоне Высоких Гималаев Непала. Настоящая статья преследует цель охарактеризовать эти особенности.

Гималаи являются высочайшим на Земле горным сооружением и обладают рядом и морфологических, и геодинамических (генетических) особенностей, выделяющих их из ряда горных областей. Главная из этих особенностей заключается в том, что Гималаи начисто лишены водораздельной роли: Инд и система Цангпо-Брахмапутры огибают эти горы на их окончаниях, а такие реки, как Сатледж, Кали-Гандак, Трисули и Арун, пересекают их вблизи высочайших горных вершин [2, 5]. Это имеет два морфотектонических следствия. Первое – Гималаи располагаются не на поднятии, а на крутом скате цокольной поверхности, касательной минимальным отметкам, где перепад высот от Южного Тибета и до окраины Индо-Гангской равнины порой достигает 5000 м и приурочен в основном к полосе Высоких Гималаев. Такая высота ската цокольной поверхности сопоставима с перепадами глубин на континентальных склонах и заставляет полагать здесь наличие сильного краевого гравитационного эффекта (здесь надо учитывать еще и положение значительных масс над цокольной поверхностью), геодинамическое значение которого еще предстоит определить.

Вторая особенность этого горного сооружения заключается в том, что оно лишено монолитности. Высочайшие горные массивы-гималы, составляющие Высокие Гималаи, например, не образуют непрерывной цепи и разобщены глубокими поперечными проходами, по большей части освоенными долинами крупных водотоков. Хотя при взгляде с юга или юго-запада Высокие Гималаи представляются в виде непрерывной белоснежной стены. Чем обусловлен этот сильный и в значительной мере ложный морфологический эффект? Это является основной темой настоящей статьи, посвященной морфотектоническим особенностям фронтального юго-западного фаса Высоких Гималаев.

#### **МОРФОТЕКТОНИКА ГИМАЛАЕВ**

Новейшая тектоническая структура Гималаев обладает продольной и поперечной делимостью [3,

5] и характеризуется значительной связанностью с геологической структурой, описанной, в первую очередь, в работах [1, 8–11, 13, 15, 17–19]. На юго-западе Гималаи опираются на низкие равнины Индо-Гангского краевого прогиба, а на северо-востоке через структурный шов Цангпо-Инда граничат с Тибетом на высотах 4000 м и более – уже это обстоятельство говорит об отсутствии здесь продольной билатеральной симметрии. Зато в особенностях тектонического рельефа хорошо выражена поперечная зеркальная симметрия – северо-западная часть Гималаев зеркально подобна их юго-восточной части, и это является одним из важнейших структурных следствий геодинамического взаимодействия Тибета и Внутренней Азии в целом, с одной стороны, и Индо-станского субконтинента, с другой [4, 12].

Поперечная неотектоническая делимость Гималаев определяется однонаправленной сменой вкрест их простирающихся следующих ансамблей структурных форм. В краевой части Индо-Гангского краевого прогиба развита система холмогорных или низкогорных линейных поднятий Сивалика в толще неоген-четвертичных отложений – антиклинальных складок или куэстоподобных горстов, косо выдвинутых на юг по фрагментам Фронтального надвига. Над ними возвышается в среднем 2000-метровой высоты тектонический уступ, оформленный по зоне Главного Пограничного надвига, и система глыбовых поднятий Низких Гималаев, таких как хребет Махабхарат южнее Долины Катманду. Часто это выжатые вверх в виде тектонических клиньев ядра синклиналей или эрозионных останцов донеотектонической ветви Главного Центрального надвига, во многих местах практически нацело перекрывающих аллохтон Главного Пограничного надвига [9, 10].

Далее на северо-восток располагается среднегорная срединная ступень либо с продольными долинами-грабенами, либо с небольшими впадинами, днища которых либо сложены неоген-четвертичной молассой (Долина Катманду), либо денудационно углублены и расширены (“эрозионный грабен” Индравати восточнее Катманду). Эта срединная ступень часто обозначается под названием мидленда [14], а на северо-восток от нее протягивается зона Высоких Гималаев в виде систем высокогорных массивов-гималов, опирающихся на пьедестальную ступень – именно этот неотектонический комплекс будет описываться ниже.

Тыловая или, вернее сказать, нагорная зона Гималаев называется Трансгималаями или Гималаями Тетиса [1]. Это система либо куэстоподобных горстов, обращенных уступами на юго-запад, либо

сложно устроенных ступенчатых или купольных поднятий над испытывающими автономные “всплывания” массивами молодых гранитов или гранитно-матаморфических ядер – эти последние приближены к структурному шву Цангпо-Инда. Поднятия разделены широкими и со сложной конфигурацией границ высокогорными равнинными ступенями, которые правильнее было бы называть не впадинами, а малыми междугорьями. Их значительная распространенность делает тектонический рельеф Трансгималаев близким таковому в Тибете [3, 6].

Продольная делимость неотектонической структуры Гималаев определяется существованием секций, составленных из одинаковых наборов структурных элементов, продолжающих друг друга по простиранию, но разделенных крупными поперечными линейными элементами, выраженными понижениями тектонического рельефа. Лучшие их примеры – это поперечные проходы Мустанга–Кали-Гандака между Дхаулагири и Аннапурной и Арунский между системой Эверест–Макалу и Канченджангой [3]. Существование и структурное значение поперечных линейных элементов разного ранга и разной протяженности вообще является одной из важнейших проблем в познании геологической и новейшей тектонической структур Гималаев, и решить ее на базе существующих геологических материалов и представлений практически невозможно. Здесь необходимо использование специализированного тектонического анализа рельефа.

Важная проблема в изучении гималайской орогении заключается в положении выхода на земную поверхность Главного Центрального надвига. Сопоставление геологических материалов [1, 7–10, 18] с моделями тектонического рельефа Тибет-Гималаев, в целом [6], и Непальских Гималаев, в частности [3], показало, что геологическое и морфотектоническое ограничения аллохтона Главного Центрального надвига часто не совпадают между собой и что между ними существует своеобразное структурное несогласие. Кроме того, выход на поверхность неотектонической составляющей Главного Центрального надвига находится в удалении от фронтальных юго-западных стенок высокогорных массивов-гималов. Третий вопрос или проблема состоит в том, что эти выступы – гималы – сильно разобщены друг от друга и их фронтальные стенки не образуют сплошного уступа. Рассмотрению этих проблем новейшей гималайской орогении и посвящены следующие разделы настоящей работы.

#### **ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ФАС ВЫСОКИХ ГИМАЛАЕВ**

Центральная полоса Гималайского горного сооружения преимущественно составлена двумя мор-

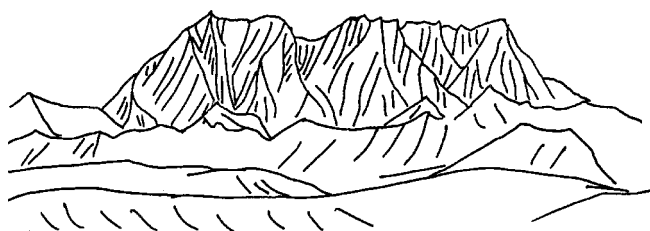
фотектоническими элементами: 1) высокогорными выступами-гималами, которые имеют вид достаточно компактных горных массивов, несмотря на глубокое эрозионно-ледниковое расчленение, и 2) обширными тектоническими ступенями с высотами тектонического рельефа более 3000 м, на которых и располагаются выступы-гималы и которые более распространены на юго-западном склоне Высоких Гималаев под фронтальными уступами гималов. Мы называем совокупность этих форм пьедестальной ступенью Высоких Гималаев (рис. 1). Морфотектоническими элементами второго порядка здесь являются: во-первых, уступы, соответствующие выходам на поверхность сместителей Главного Центрального надвига; во-вторых, поперечные линейные элементы, по преимуществу занятые речными долинами; в-третьих, юго-западные фронтальные стенки гималов. Соотношения этих элементов морфотектоники Высоких Гималаев ниже приводятся в виде характеристик опорных районов.

Система Канжероба Гимала располагается северозападнее массива Дхаулагири и отличается двумя особенностями. Первая из них заключается в большой ширине пьедестальной ступени, распадающейся на два высотных уровня (3000–4500 м и 5000 м и более), так что верхний по своей высоте приближается к высокогорным массивам, составляющим собственно Канжероба Гимал (5500 м и более). Эти последние отделены друг от друга глубокими проходами на уровне пьедестальной ступени и имеют крутые трапецевидной формы юго-западные фронтальные стенки (рис. 2). На совмещенных поперечных профилях Канжероба Гимала (рис. 3) хорошо видно, что он составлен системой куэстоподобных выступов с пологими северо-восточными скатами, так что весь этот структурный ансамбль как бы морфологически подобен односторонней пиле. Отдельные выступы-гималы имеют небольшие размеры, редко превышающие в длину 15 км, они монолитны и одновременно отделены друг от друга глубокими поперечными проходами, зато вкрест простирания образуют единые структурно-морфологические группы (рис. 3).

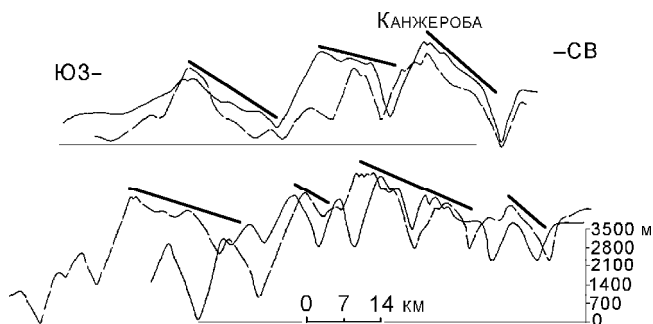
Расположенный юго-восточнее массив Дхаулагири имеет крутой, треугольной формы, фронтальный уступ, буквально нависающий над пьедестальной ступенью. Весь массив сложен пологонаклонно падающими на северо-восток палеозойскими отложениями Тетиса, а сама форма его конформна их залеганию. Другие массивы системы Дхаулагири Гимала повторяют эту конформность и представляют собой куэстоподобные формы, обращенные крутыми уступами на юго-запад (рис. 4). Они выстраиваются



**Рис. 1.** Манаслу и Ганеш Гимал (вдали справа). На переднем плане – пьедестальная ступень. Вид с юга, из Горкха.



**Рис. 2.** Южная фронтальная стенка Жагдулы (5764 м) в системе Канжероба Гимала. Вид с юго-востока. Рисунок с фотографии.

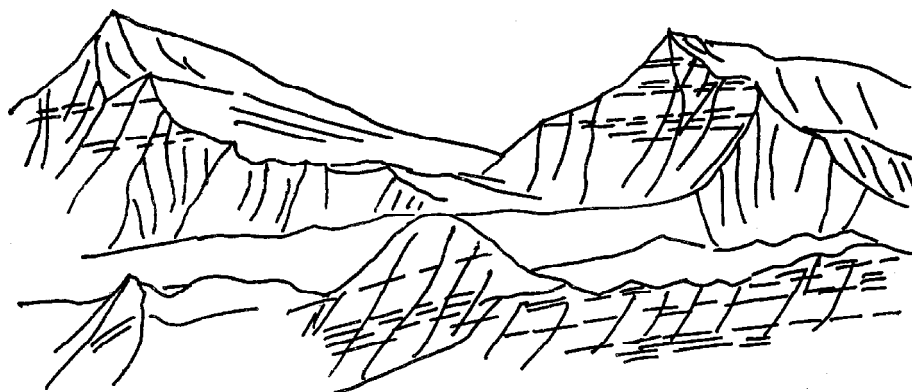


**Рис. 3.** Поперечные совмещенные профили Канжероба Гимала. Жирными линиями показаны отдельные куэстоподобные массивы.

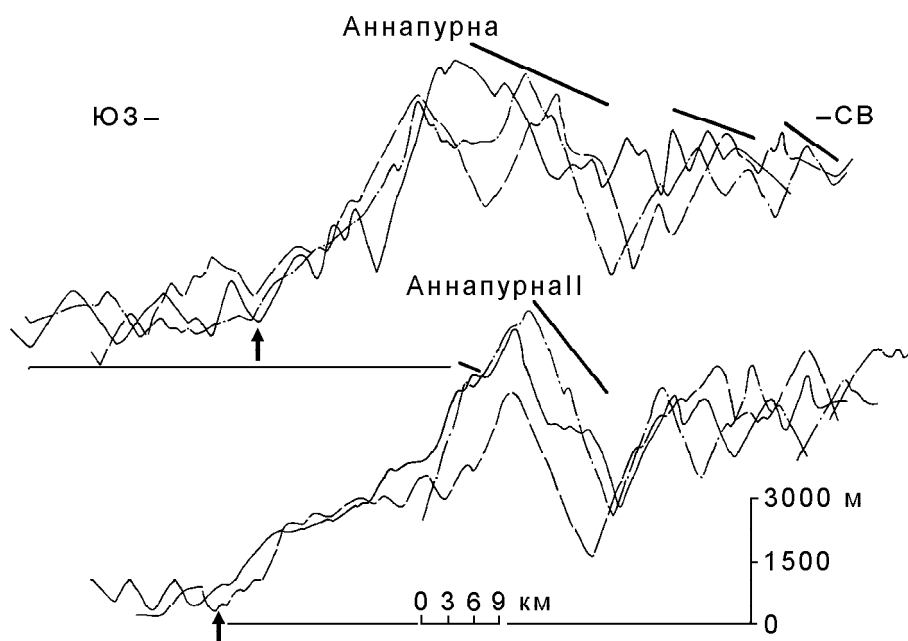
в продольные ряды, что и при их разобщенности создает впечатление единого фронта гор.

У расположенного восточнее Аннапурна Гимала, как и у Дхаулагири, ширина пьедестальной ступени незначительна и не превышает 18–20 км (рис. 5). Характерная ее особенность – пологий наклон на юго-запад, как бы дополняющий крутую фронтальную стенку, суммарная высота которой может достигать 5 км и более. В районе Аннапурны, как и Дхаулагири, пьедестальная ступень сложена докембрийскими образованиями, а собственно гималы – палеозойскими отложениями Тетиса [9]. Геологическая и неотектоническая позиции выходов на поверхность Главного Центрального надвига в общем совпадают. Однако карта текто-

нического рельефа позволяет существенно дополнить представление о структуре этого образования (рис. 6). Пьедестальная ступень здесь разделена на узкие ступени, разделенные выпуклыми в плане и в профиле (лобообразными) скатами, группирующимися в цепи северо-западного простирания. Они обозначают выход на поверхность пологопадающих на северо-восток сместителей, так что неотектоническая структура Главного Пограничного надвига определенно обладает чешуйчатостью и осложнением поперечными линеаменами типа трансформных линеаментов-сдвигов – обычная картина лобовой части сложноустроенного аллохтона (рис. 6). Количество сместителей в секциях, разделенных поперечными линеаменами,



**Рис. 4.** Южные стенки куэсто-подобных вершин Путха Хинчули (7246 м) и Чурен Гимала (7371 м) в западной части массива Дхаулагири Гимала. Вид с юга. Рисунок с фотографии.



**Рис. 5.** Совмещенные поперечные профили массива Аннапурны. Стрелкой показан выход на поверхность фронтального сместителя Главного Центрального надвига.

может достигать трех, а структурный рисунок тектонического рельефа определенно указывает на трансформацию надвигания в сдвиговые перемещения по поперечным разломам. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что крупные фронтальные (юго-западные) стенки высокогорных массивов в Аннапурна Гимале располагаются, во-первых, за лобовой частью аллохтона Главного Центрального надвига и, во-вторых, образуют независимые от него системы с некоторым азимутальным несогласием. Поперечные линеаменты здесь уже не имеют того значения, как в лобовой части аллохтона. Хотя при этом надо отметить, что фронтальные стенки гималов редко образуют связанные системы, их расположение в какой-то мере хаотическое.

В тектоническом рельефе Аннапурна Гимала присутствуют два независимых ансамбля форм: 1) пьедестальная ступень с выходами сместителей Главного Центрального надвига и поперечными трансформными линеаментами и 2) свойственная

внутренней части аллохтона система куэстоподобных выступов – гималов, которые имеют крутые фронтальные, обращенные на юго-запад стенки, которые в основаниях довольно обычно подрезаны речными и ледниковыми долинами. Это последнее обстоятельство имеет большое значение в новейшей геодинамике приповерхностных частей литосферы – тектонически дезинтегрированные объемы ее вещества поступают в долины и быстро транспортируются за пределы горного сооружения. Южная стенка Аннапурны I, например, имеет трехкилометровую высоту при протяженности в 6 км и опирается на поверхность глетчера. Она нависает также над контактом между докембрийскими и палеозойскими отложениями, причем резкая выраженность этого контакта в рельефе указывает, что к нему приурочен межформационный срыв, полого падающий на юго-восток. Моноклиальная пластина отложений Тетиса, осложненная на тыловом склоне гимала антиклиналями и синклиналями [19] (складки волочения?),



Рис. 6. Тектонический рельеф массива Аннапурны и его интерпретация.

1 – молодые надвиги; 2 – поперечные линейменты; 3 – фронтальные линейменты. Буквами обозначены срединная ступень или мидленд (md), пьедестальная ступень (ps) и высокогорные массивы (h), римскими цифрами – Аннапурна I (I), Аннапурна II (II) и Нилгири (III). Изолинии проведены через 100 м.

выдвигается здесь в юго-западном направлении, и эта ситуация повторяется в пределах других выступов-гималов, располагающихся севернее долины р. Марсианди. Создается впечатление, что здесь внутри аллохтона Главного Центрального надвига палеозойские и мезозойские отложения перемещены по кровле докембрийских образований и, в свою очередь, тектонически расслоены по стратиграфическим контактам и перемещаются на юго-запад, испытывая складчатые деформации в тыловых частях в целом моноклинальных тектонических пластин. Это обеспечивает сокращение поперечных размеров верхних частей аллохтона Главного Центрального надвига, а “лишние” объемы его дезинтегрируются на фронтальных стенках гималов и передаются в сферу деятельности экзогенных процессов. О том, какие объемы рыхлого материала перемещаются по долинам, хорошо свидетельствуют гигантские по размерам боковые морены отступивших ледников на левобережье р. Марсианди под пиками Пизанг и Чхулу.

Одной из особенностей Аннапурна Гимала является то, что он имеет провес вершинной поверхности по поперечным линеаментам, между которыми располагается узкий гребень г. Мачапучхор (6997 м), который приобретает здесь значение своеобразного шовного блока. Не обусловлена ли эта ситуация изменением направлений перемещений слоистых пластин, создающих куэстоподобные выступы?

Ориентировка юго-западных фронтальных стенок гималов также говорит в пользу справедливости такого предположения. Обычная несопряженность (несвязанность) фронтальных стенок отдельных выступов-гималов может говорить также об автономном характере послойных перемещений.

Перейдем теперь к описанию расположенных восточнее систем Манаслу и Ганеш Гималов (рис. 7). Здесь мы также в тектоническом рельефе видим два ансамбля неотектонических форм: 1) пьедестальную ступень с выходами на поверхность до 3-х сместителей Главного Центрального надвига и 2) систему высокогорных массивов с фронтальными, обращенными на юго-запад стенками. Между этими ансамблями видно ясно выраженное азимутальное несогласие. И, кроме того, они не имеют между собой структурной связанности. Одной из особенностей морфотектоники данной части Высоких Гималаев является то, что выступы Манаслу Гимала не обладают практически куэстоподобностью (рис. 1, 7, 8), которая вновь появляется у Ганеш Гимала. Это обусловлено тем, что выступ Манаслу в значительной мере сложен пластовой интрузией миоценовых двуслюдяных турмалиновых гранитов [9] и пологий срыв и смещение на юго-запад верхней части аллохтона Главного Центрального

надвига здесь происходит по подошве (межформационному контакту) этой интрузии.

Следуя далее на восток, наблюдатель, смотря из Долины Катманду на север в сторону Лантанг Гимала, видит систему куэстоподобных слоистых пластин, наложенных друг на друга, и общее выдвигание их в юго-западном направлении и ощущает это, говоря образно, просто физически (рис. 9). Здесь слоистые, выдвигающиеся на юг пластины сложены докембрийскими метаморфическими образованиями с согласными интрузиями миоценовых гранитов [9]. Располагающийся севернее массив восьмитысячника Шиша Пангма (рис. 10) составляет как бы второй эшелон куэстоподобных высокогорных выступов, которые на северо-востоке граничат с высокими междугорными ступенями Трансгималаев.

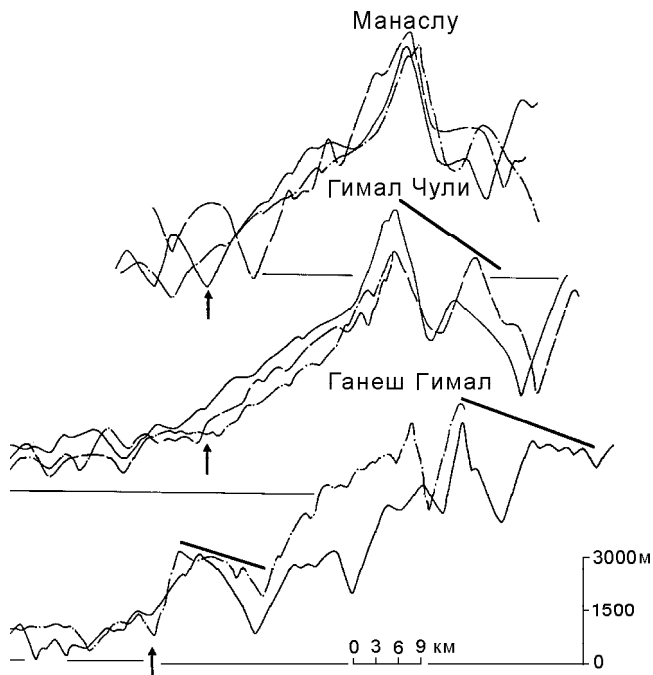
Пьедестальная ступень Лантанг Гимала имеет значительную (до 30 км и более) ширину и в целом полого поднимается с юга в сторону подошвы высокогорного массива. Выход на поверхность неотектонической ветви Главного Центрального надвига здесь располагается севернее массива Шивапури, вдоль долины р. Гади Кхолы. Это его положение, определенное по особенностям тектонического рельефа, резко отлично от ситуации, показанной на геологических картах [9], где аллохтон этого надвига практически полностью перекрывает таковой Главного Пограничного надвига. Следовательно, мы должны полагать, что здесь передовая (южная) часть аллохтона Главного Центрального надвига находится в “омертвелом” состоянии, о чем свидетельствует и наличие в нем гигантских эрозионных окон в бассейнах Трисули и Сан Коси. Другое возможное объяснение этой ситуации: на геологических картах, в первую очередь, показаны результаты послойных перемещений внутри аллохтонов, а действительные сместители главных гималайских надвигов имеют иное положение, которое хорошо проявляется в тектоническом рельефе. И, как следствие, мы должны себе задать следующий вопрос: не являются ли наблюдаемые геологические и морфотектонические следствия гималайской орогении результатом двух сопутствующих процессов: 1) тектонического расслоения земной коры с периодическим подъемом листрических надвигов от субгоризонтальных глубинных срывов; 2) перемещения слоистых пластин внутри аллохтонов и их последующие складчатые деформации? Причем в последнем процессе может оказаться существенной роль гравитационных перемещений над высочайшим скатом цокольной поверхности на крыле Тибет-Гималайской секции молодого подвижного пояса.

В восточной части Высоких Гималаев Непала ситуации, описанные выше, сохраняются. Но здесь,



Рис. 7. Тектонический рельеф района Манаслу (I) и Ганеш Гимала (II). Условные обозначения см. на рис. 6. Изолинии проведены через 125 м.

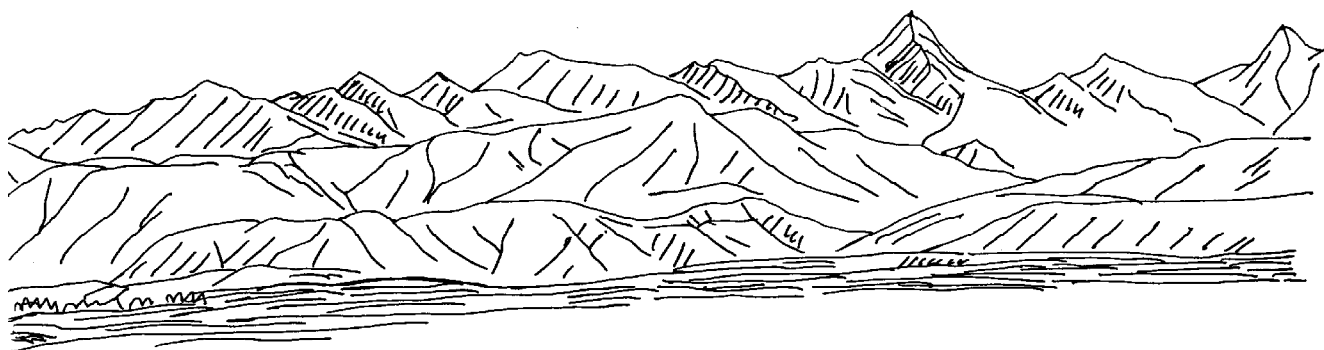




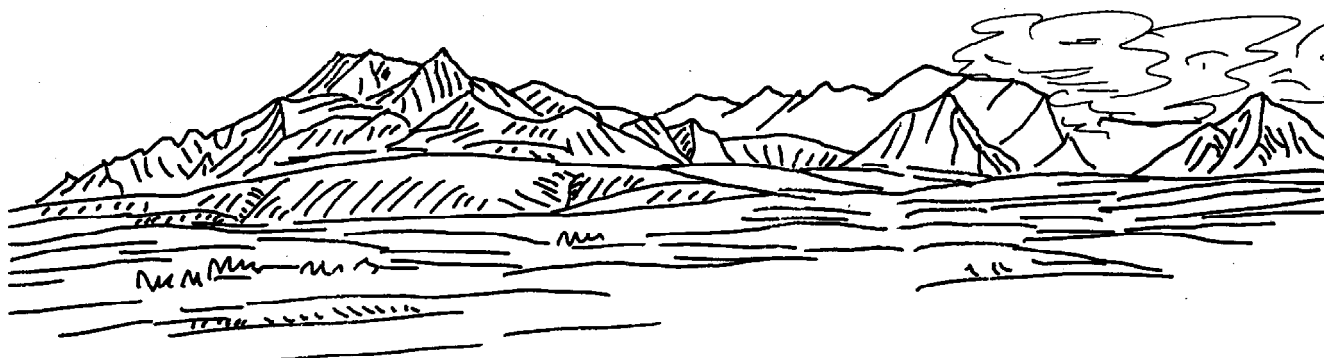
**Рис. 8.** Поперечные совмещенные профили Манаслу, Гимала Чули и Ганеш Гимала. Стрелками показан выход на поверхность фронтального сместителя Главного Центрального надвига.

во-первых, увеличивается ширина их пьедестальной ступени, которая на междуречье Аруна и Тамура распространяется на север вплоть до Трансгималаев, образуя широкий проход между группой Эвереста и Макалу на западе и Каченджангой на востоке. С этим проходом ассоциируют эрозионные окна аллохтона Главного Центрального надвига [16], а морфология тектонического рельефа указывает на их приуроченность к крупным поперечным линейам, на севере проникающим в Южный Тибет и формирующим там своеобразные малые рифты [3, 6] как результат поперечного раздавливания и продольного течения в этой части молодого подвижного пояса. В районе Эвереста выдвинутые на юг моноклиналильные пластины образуют несколько цепей высокогорных массивов, высочайшая из которых (Эверест-Лхоцзе, Чо Ойю и Макалу), как и в районе Манаслу, перемещается на юг по межформационному контакту между докембрием и пластовой интрузией миоценовых гранитов.

Морфотектоническая ситуация, описанная выше для высоких Гималаев Непала, повторяется и в других частях этого горного сооружения, например, в Гарвальских Гималаях, где куэстоподобные массивы типа Нанда Деви выдвинуты на юго-запад и как бы



**Рис. 9.** Куэстоподобные массивы, составляющие Лантанг Гимал. Вид на север из юго-восточной части Долины Катманду.



**Рис. 10.** Шиша Пангма (или Госайнтхан, 8013 м) и междугорная равнинная ступень в Трансгималаях под ним. Вид с севера. По фотографии.

нависают над пьедестальной ступенью (рис. 11). А высоко поднятые массивы Нанга Парбат на северо-западе и Намча Барва на юго-востоке являются замковыми на окончаниях горной цепи.

#### НОВЕЙШАЯ СТРУКТУРА И ГЕОДИНАМИКА ВЫСОКИХ ГИМАЛАЕВ

Главная особенность новейшей структуры Высоких Гималаев заключается в их двучленном строении: 1) сложно устроенная пьедестальная ступень с выходами на поверхность нескольких сместителей неотектонической ветви Главного Центрального надвига, составляющая лобовую часть его аллохтона; 2) системы куэстоподобных высокогорных выступов-гималов, представляющих собой выдвинутые на юг и юго-запад, по преимуществу моноклинальные пластины, обрывающиеся в этих же направлениях крутыми уступами (стенками), не образующими по большей части связных ансамблей (линеаментов). Разобщенность выступов-гималов друг от друга и расположение их внутри аллохтона Главного Центрального надвига свидетельствуют о бескорневом характере этих форм. Можно с большими основаниями полагать, что процессы их формирования целиком локализованы во внутренней части аллохтона, который, судя по всему, дополнительно тектонически расслоен с использованием тектоническими срывами пологопадающих стратиграфических границ или межформационных контактов. Можно говорить также о том, что новейшая геодинамика здесь характеризуется сокращением поперечных размеров верхней части аллохтона за счет выдвигания на юг и последующего экзогенного разрушения моноклинальных пластин таким образом, что геологическая структура Высоких Гималаев практически остается неизменной при сокращении объемов приповерхностных частей литосферы.

В этом геодинамическом явлении особое значение приобретают экзогенные процессы, в сферу действия которых с фронтальных стенок гималов поступают громадные объемы рыхлого материала. В отчетах гималайских альпинистских экспедиций упоми-

нается о постоянных камнепадах на поверхности выведенных ледников, так что подход к базовым лагерям становится не менее опасным, чем сами восхождения. Практически закрытые обломочным материалом поверхности ледников Кхумбу и Наджумба, их гигантские береговые морены хорошо показывают, какие объемы рыхлого материала поступают в длинные системы со стороны массивов Эвереста-Лхоцзе и Чо Ойю. И потому мы можем говорить о том, что новейшая геодинамика Высоких Гималаев характеризуется, во-первых, сложным сочетанием тектонических перемещений и экзогенного перемещения и выноса за пределы горного сооружения дезинтегрированного каменного материала и, во-вторых, массовыми послынными перемещениями внутри аллохтона Главного Центрального надвига, определяющими и неотектоническую, и морфологическую контрастность горного сооружения.

Этот последний процесс смещений слоистых пластин в приповерхностных частях литосферы с сопутствующим экзогенным разрушением их фронтальных частей, столь хорошо проявленный в пределах Высоких Гималаев, видимо, вообще широко распространен в пределах крыльев молодых подвижных поясов и, в первую очередь, Средиземноморского молодого подвижного пояса. Это обычный элемент молодой геодинамики складчатых (Юра, Сивалик) или покровно-надвиговых (Карпаты, Апеннины, сами Гималаи) орогенов, в особенности при большом значении в их структуре формаций пассивных континентальных окраин (миогеосинклинальные комплексы), к тому же с горизонтами эвапоритов [4]. Эта геодинамическая ситуация, как минимум, двуэлементна. Во-первых, происходит смещение по субгоризонтальным срывам крупных аллохтонных пластин, и к этому явлению, видимо, относятся покровы гималайских надвигов, особенно Главного Центрального, в их геологических объемах [9]. Во-вторых, уже в приповерхностных частях этих аллохтонов формируются либо бескорневые складки, либо происходит перемещение по стратиграфическим контактам слоистых моноклинальных пластин с выдвиге-

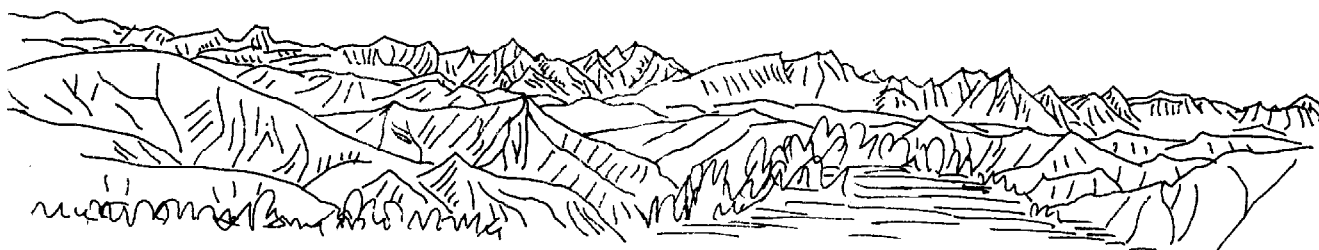


Рис. 11. Гарвальские Гималаи и их пьедестальная ступень. Вид с юго-запада. Рисунок с фотографии.

нием их в свободное боковое полупространство и сопутствующей дезинтеграцией. На юго-западном фесе Высоких Гималаев эта ситуация проявлена в наиболее наглядной форме.

К этому следует добавить, что процесс смещения моноклиальных пластин в приповерхностных частях литосферы Высоких Гималаев происходит в условиях глубокого эрозионного расчленения. И потому перемещающиеся моноклиальные пластины не могут сгруппироваться в единый аллохтон, что хорошо отражает морфология тектонического рельефа (рис. 6, 7). В какой мере в новейшей геодинамике Высоких Гималаев, располагающихся на высочайшем на Земле скате цокольной поверхности, представлена гравитационная тектоника – на решение этого вопроса следует акцентировать внимание исследователей этого горного сооружения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 05-05-64173).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гансер А. Геология Гималаев. М.: Мир, 1967. 252 с.
2. Уфимцев Г.Ф. Особенности гималайской орогении // Геология и разведка. 2002. № 4. С. 3–12.
3. Уфимцев Г.Ф. Тектонический рельеф Непальских Гималаев // Геоморфология. 2002. № 4. С. 37 – 53.
4. Уфимцев Г.Ф. Морфотектоника Евразии. Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та. 2002. 494 с.
5. Уфимцев Г.Ф. Цокольная поверхность Тибет-Гималаев // Изв. Русского геогр. о-ва. 2003. Т. 135, вып. 6. С. 65–73.
6. Уфимцев Г.Ф. Тектонический рельеф Тибет-Гималаев // Литосфера. 2004. № 2. С. 3–15.
7. Bashyal R., Delcaillau D., Herail G., Mascle G. Thrusting and Orogenesis: the Himalayan Front in Central Nepal // Journal of Nepal Geol. Society. 1989. V. 6. P. 1–9.
8. DeCelles P.G., Gehrels G. E., Quade J., Ojha T. P., Kapp P. A., Upreti B.N. Neogene foreland basin deposits, erosional unroofing, and the kinematic history of the Himalayan fold-thrust belt, western Nepal. // Geological Society of America Bulletin. 1998. V. 110. N 1. P. 2–21.
9. Geological Map of Nepal. Scale 1:1 000 000. Kathmandu, 1994.
10. Geologic-Tectonical Map of the Hymalaya compiled from literature and own observations by G. Fuchs, 1980. Scale 1:2 000 000. Vienna: Geologische Bundesanstalt.
11. Hodges K.V. Tectonics of the Himalayas: and southern Tibet from two perspectives // Bull. Geol. Soc. America. 2000. 112. N 3. P. 324–350.
12. Kalvoda J., Leonov Yu. G., Nikonov A. A. Main features of the neotectonic evolution of the Pamirs – Thyan-Shan and the Karakoram – Himalayas mountain ranges. – Acta Montana, 1987. N 77. P. 65–84.
13. Khan Tahir Kheli R. A. Geology of the Himalaya, Karakoram and Hindukush in Pakistan // Geol. Bull. University of Peshawar (special issue). V. 15, 1982. 51 p.
14. Kizaki K. Recent Tectonics in Nepal Himalayas: A. Syntesis // Journal of Nepal Geol. Society, 1995. V. 11. Special issue. P. 131–140.
15. Mitchell A.H., Bhandary A.N., Jnawali B.M., Madhikermi D.P., Amatya K.M., Adhikari R.R., Sharma R.R., Tamvakar S.M. Himalayan Nappes in and adjacent to Central Nepal // Journal of Nepal Geol. Society. 1982. V. 2. P. 16 – 23.
16. Remi J.- M. New results on the Geology of Eastern Nepal, Himalaya // Himalayan Geology. V 9, part 1. Dehra Dun: Wadia Inst. of Himalayan Geology, 1979. P. 151 – 157.
17. Saklani P.S. Deformation and Tectonism of Mukhem Area, Lesser Himalaya // Tectonic Geology of the Himalaya. New Dehli: Today and Tomorrow's Printers & Publishers, 1978. P. 15–42.
18. Sharma Ch.K. Geology of Nepal Himalaya and Adjacent Countries. Kathmandu: Sangeeta Sharma, Bishal Nagar, 1990. 479 p.
19. Valdiya K.S. Aspects of Tectonics. Focus on South-Central Asia. New Dehli: Tata –McLraw – Hill Publ. Co. Ltd., 1984. 319 p.

Поступила в редакцию 8 апреля 2005 г.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

*G.F. Ufimtsev*

#### **Morphotectonics of the south-western frontal slope of the high Himalayas**

The contemporary Himalayan orogeny is a complex combination of thrust-and-nappe tectonics and fold deformations, which are apparently accompanied with gravitational shifts, and also with a specific process of the south-westward motion of the gently sloping monoclinial plates; due to this process a system of high-mountain cuesta-like horsts-Himals formed within the allochthon of the Main Central Thrust, which are bounded from the south-west by steep frontal walls  $\geq 3$  km high. Given its great significance, the process of the south-westward extension and upward protrusion of the massifs-Himals occurs due to movements along the stratigraphic and interformational boundaries, and thus it does not disturb the essentially formed geologic structure. However, it favors the reduction of horizontal dimensions of the upper lithospheric slabs in the conditions of lateral contraction and the transfer of great masses of matter into the sphere of activity of exogenic processes.

**Key words:** contemporary Himalayan orogeny, movements of stratiform plates, high-mountain massifs-Himals, high Himalayas.