

УДК 551.24:551.4

## ВОДРАЗДЕЛЬНЫЕ УЗЛЫ — КЛЮЧЕВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СТРОЕНИЯ И ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

© 2017 А.А. Гаврилов

*ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им В.И. Ильичева ДВО РАН,  
e-mail: gavrilov@poi.dvo.ru*

Ранее в качестве реперов и главных индикаторов морфологических и историко-генетических особенностей формирования горных сооружений в геоморфологии и неотектонике использовались уплощенные вершинные поверхности, которые не всегда обоснованно оценивались как реликты регионального пенеплена. В своих построениях автор в качестве ключевых объектов геолого-геоморфологических исследований горных территорий и областей денудации в целом предлагает рассматривать водораздельные узлы. В зависимости от контекста они могут определяться не только как точки на карте (узел-вершина), но и как специфические формы рельефа (узел-морфоструктура), формирование и развитие которых связано с центрами длительного и устойчивого роста положительных деформаций земной коры. Геоморфологическое строение узлов-морфоструктур, морфология, генезис и параметры связанных с ними дислокаций, а также состав и возраст конформных пород несут главную информацию о механизмах, факторах формирования и развития горообразующих поднятий. Применение этих данных позволяет осуществлять верификацию моделей регионального орогенеза.

*Ключевые слова: водораздельный узел, морфоструктура, центр горообразования, орогенез, очаговая геодинамика.*

### ВВЕДЕНИЕ

Вопросам строения, формирования и развития горных сооружений посвящено большое количество различных публикаций геологов, геофизиков и геоморфологов, однако вопросы методологии и методик морфотектонических исследований этих объектов остаются по-прежнему актуальными (Коржуев, 1974; Трифонов, 2016; Уфимцев, 1984, 2008; Худяков, 1977; и др.). Это обусловлено тем, что существуют различные подходы к интерпретации геологических и геофизических данных, расхождения взглядов на определение и выбор ведущих механизмов, временных рамок горообразования; предметом дискуссий являются и воззрения на предысторию орогенов, соотношение вертикальных и горизонтальных движений, роль глубинных факторов в геодинамике горных сооружений и т.д.

При многообразии воззрений на причины горообразования сосуществуют несколько тектонических моделей строения и развития орогенных поднятий, которые основаны на использовании представлений о геосинкли-

нально-складчатых, коллизионных, коллизионно-аккреционных (террейновых), плюмовых, неотектонических, магматических и некоторых других процессах (Геодинамика ..., 2006; Худяков, 1977; Уфимцев, 1984, 2008; Трифонов, 2016; Флоренсов, 1989; Ярмлюк, Коваленко, 1995 и др.). Помимо контракции, соскладчатого сводообразования (аркогенез), глыбовых движений, изостазии, для объяснения причин и механизмов горообразования привлекаются гипотезы подкорковых течений, разуплотнения и изменения объемов недр, тектонического скупивания, очаговой геодинамики и др. (Резанов, 1987). Широта спектра научных построений, их дискуссионность требуют критического анализа и верификации существующих моделей регионального горообразования на основе комплексного подхода к оценке всей суммы имеющихся материалов о строении и развитии орогенных сооружений. Особые перспективы автор связывает с развитием морфотектонических исследований орогенов, позволяющих осуществлять синтез разнородных геоморфологических, геологических,

геофизических данных и результатов дистанционного зондирования Земли из космоса (Гаврилов, 2014б).

### ВОПРОСЫ МЕТОДОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Что же внесла в решение проблем горообразования геоморфология? В качестве достижений традиционно рассматривается модель эрозионно-денудационных циклов развития горных сооружений В.М. Дэвиса (Дэвис, 1962), со схемой стадийного и системного подхода к оценке подвижного равновесия и явлений саморегуляции денудационных и аккумулятивных процессов морфогенеза. В книге В. Пенка (Пенк, 1961) в известную формулу морфогенеза, так называемую триаду (структура — процесс — стадия) В.М. Дэвиса, были добавлены тектонические движения, что позволило наметить геодинамическое направление исследований на стыке геоморфологии и тектоники (неотектоника, морфотектоника). Геоморфологические наблюдения послужили основой идее А. Гумбольта, Л. Буха, Д. Джильберта и В. Пенка о важнейшей роли в эндогенном рельефообразовании магматических образований и инъективных дислокаций, связанных с глубинными перемещениями вещества. Это нашло отражение в развитии современной концепции очаговых морфоструктур центрального типа (МЦТ) (Ежов и др., 1995; Металлогения орогенов, 1992; Соловьев, 1978 и др.), которые опосредуют связь поверхностных и глубинных сфер тектогенеза и вместе с зонами разломов обуславливают распределение в недрах потоков теплопереноса. Развитию представлений о решающей роли в формировании денудационного рельефа соотношений интенсивности перемещений эндогенных и экзогенных масс горных пород послужили работы Н.А. Флоренсова (Флоренсов, 1989) о литодинамических потоках, публикации О.В. Кашменской (Кашменская, 1980) и других специалистов о балансе вещества и энергии в геоморфологических системах. Широкое распространение получили воззрения о педиментном и пенепленном механизмах выравнивания рельефа областей поднятий. При этом двойственную роль сыграло использование выровненных поверхностей в вершинном поясе гор, не всегда корректно принимаемых за фрагменты и реликты пенепленов, в качестве реперов для оценки интенсивности и амплитуд восходящих движений. С одной стороны, относительно простая методическая установка на поиск таких поверхностей способствовала активизации геоморфологиче-

ских, неотектонических исследований горных областей, поясов и привела к созданию серии региональных обзорных неотектонических карт, выпуску монографий, многочисленных сборников статей. С другой — повальное увлечение выделением на разных высотных уровнях гор реликтов пенепленов, без должной, трудоемкой оценки сопутствующих геологических и геофизических данных, привело к излишней формализации и недостаточной обоснованности неотектонических построений.

Принципиальное значение имело появление терминов, устанавливающих детерминированные отношения между рельефом и геологическим субстратом. Это — «морфоструктура» (структурный элемент рельефа, возникший при ведущей роли эндогенных факторов) (Герасимов, 1946) и «геоморфоструктура» (тектоническая структура с конформной ей внешней поверхностью) (Худяков, 1977). Большое значение имеет и термин «конформность» (Бондарчук, 1961; Худяков, 1977), позволяющий выделять из множества экспонированных на поверхности Земли геологических дислокаций те, которые играют главную роль в создании морфоструктурного плана территории. Формирование этих представлений во многом способствовало прогрессу морфоструктурного, морфотектонического и неотектонического анализа горных стран (Коржув, 1974; Уфимцев, 1984; Худяков, 1977; Шульц, 1948 и др.).

Появление материалов дистанционного зондирования Земли из космоса повысило интерес к геоморфологической и космогеологической индикации элементов геологического строения территорий, в пределах которых устанавливаются относительно легко идентифицируемые и скрытые (латентные), или криптоморфные по Д.В. Лопатину (Лопатин, 2008), геологические объекты, имеющие, как правило, глубинное заложение и древний возраст. Интересные закономерности рельефообразования связаны с явлениями геоморфологической гомологии и конвергенции. В основе общих трендов развития, явлений самоорганизации и гармонии процессов морфогенеза лежат принцип минимизации затрат внутренней энергии геоморфологических объектов (систем) и принцип Кюри, который реализуется при адаптации их морфологии и симметрии к симметрии гравитационного поля планеты. Именно таким образом производится селекция морфологических характеристик, возникают гомология и конвергентное развитие форм рельефа, с одной стороны, и обеспечиваются максимальная устойчивость, продолжительность их существования и доминирующая роль в формировании морфологического ландшафта — с другой. Выделяется

несколько основных морфологических классов конвергентных геоморфологических объектов. Одни из них связаны со стремлением частиц вещества литосферы занять гипсометрические уровни с минимальной энергией в пределах эквипотенциальных поверхностей (различные генетически типы равнин, педименты, пенеплены, плато и др.). Другие представляют собой конусовидные и пирамидальные образования, центры тяжести которых приближены к их основанию, характеризуя типичный морфологический ландшафт областей денудации, в частности, горных поднятий. Третий широко распространенный класс конвергентных форм рельефа — линейные объекты, или линеаменты разного типа, которые сопряжены с зонами разломов и соответственно каналами переноса и разгрузки эндогенных и экзогенных потоков энергомассопереноса (Гаврилов, 2016).

Если при изучении процессов горообразования принять за основу существующие тектонические карты, структурные схемы и господствующие на данный исторический момент геологические модели, то содержание геоморфологических исследований в этом случае будет сведено к выявлению морфометрических, морфографических характеристик рельефа выделяемых дислокаций, например террейнов, оценке их денудационного среза, решению ряда других вспомогательных задач. О независимой роли геоморфологических методов в расшифровке особенностей геологического строения территории, в оценке геодинамики и механизмов структуро- и рельефообразования говорить не приходится. И наоборот, проведение комплексных исследований с приоритетным использованием данных о морфологии, строении рельефа и результатов дешифрирования космических снимков позволяет определять распространение и типизацию морфоструктурных элементов, выявлять неустановленные в ходе геолого-съёмочных и тематических работ коровые и глубинные элементы структурного плана орогенных областей и поясов, формулировать геоморфологические критерии верификации существующих региональных моделей горообразования (Гаврилов, 2014б).

Сравнительный анализ этих моделей представляет важную в теоретическом и практическом отношении задачу, которая, в первом приближении, может быть решена на основе использования унифицированных и формализуемых структурных и геометрических характеристик рельефа орогенов. Для этой цели предлагается использовать данные об инфраструктуре горных сооружений, полученные в ходе структурно-геоморфологического, морфоструктурного анализа, опирающихся на широкий ком-

плекс морфометрических, морфографических, структурно-геологических методов, результаты использования моделей цифрового рельефа и материалов дистанционного зондирования Земли из космоса. При этом на первом (геоморфологическом) этапе исследований необходимо осуществить выявление возможно полного ансамбля морфологических элементов рельефа и провести их геометрическую, морфометрическую типизацию (Ласточкин, 1987; Симонов, 1999). На втором — морфотектоническом — на основе комплекса геоморфологических и геолого-геофизических данных и принципа конформности следует выделить, охарактеризовать и идентифицировать структуры и геологические тела, играющие определяющую роль в процессах рельефообразования на разных стадиях развития территории (Гаврилов, 2014а, 2014б; Худяков, 1977; Юшманов, 1985 и др.).

Поскольку физическая сущность морфогенеза — геологический процесс, заключающийся в перемещении объемов минерального вещества эндогенными и экзогенными силами в геоморфологической среде, постольку явление орогенеза представляет собой в энергетическом плане работу по подъему масс горных пород на различные высотные уровни. Соответственно близкие уровни вершинных поверхностей гор различных районов отражают примерное равенство энергетического (горообразующего) потенциала недр. Очевидно, что процесс орогенеза структурирован, то есть связан с формированием и тектоническим движением специфических геологических дислокаций и сопряженных с ними орографических систем, развитие которых протекает на фоне интенсивных денудационных процессов, направленных на нивелировку рельефа. Уже на начальных этапах возникновения поднятий эрозионно-денудационные явления приводят к обособлению аномальных по структурным и вещественным характеристикам участков литосферы, обладающих на данный исторический момент максимальной потенциальной энергией и устойчивостью к разрушению. Именно они образуют основу будущих водораздельных узлов, сеть которых влияет на последующее заложение, пространственные соотношения водосборов и соответственно на рисунок долин водотоков, горных хребтов и распределение шлейфовых осадочного материала. Поэтому морфоструктуры водораздельных узлов представляют собой ключевые элементы всех областей денудации, отражая главные особенности их строения и развития на всех этапах геоморфологической эволюции той или иной территории. В рамках предлагаемого подхода, в соответствии с контекстом, целесообразно использовать термин «водораздельный узел» не только как

точку на карте, где сходятся (расходятся) три и более водораздельных линий (узел-вершина), но и как специфическую форму рельефа (узел-морфоструктура), в пределах которой расположены истоки двух и более водотоков. Крупные водораздельные узлы-морфоструктуры — геоиндикаторы энергогенерирующих систем литосферы, опосредующих процессы воздымания. В орогенных областях им соответствуют центры горообразования.

### НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ОРОГЕННЫХ ОБЛАСТЕЙ

В основе возникновения и эволюции горных поясов так же, как и других мобильных зон литосферы, лежат процессы образования или активизации существовавших ранее трансрегиональных и региональных систем глубинных разломов. Именно этими каркасными и сквозными структурами определяется линейность, протяженность, геодинамика, сейсмичность, аномальный тепловой поток орогенов, а также широкое развитие в их пределах явлений магматизма, метаморфизма, рудогенеза и других специфических геологических процессов. В зависимости от характера геодинамического режима и направленности доминирующих процессов тектогенеза (конструктивный или деструктивный) структурообразующая роль разломов меняется. При мощной литосфере в условиях ее дифференцированной проницаемости магматическая активность разломов приводит образованию цепей орогенных сводов и соподчиненных очаговых структур с метаморфитами и магматитами кислого и среднего состава (метаморфические, гранитные интрузивные купола, вулканические постройки и др.), создающих тектоническую основу горных систем материков. При деструктивных преобразованиях земной коры разломы обуславливают формирование на суше протяженных рифтогенных впадин, в пределах которых формируются и активно развиваются центры базитового магматизма. В котловинах окраинно-материковых морей и океанического дна, отличающихся отсутствием гранитно-метаморфического слоя и повышенной проницаемостью литосферы, очаговые системы с базитовым профилем магматизма достигают максимально широкого распространения. Вместе с контролирующими их разломами именно они образуют подводные хребты различной протяженности.

Таким образом, глубинные разломы и иньективные дислокации, магматические центры образуют сопряженно развивающиеся энергогенерирующие системы, которые определяют общий структурный каркас горных сооружений

суши и дна окраинных морей и океанов. Комбинация двух принципиально возможных способов передачи энергии в пространстве — объемного (поливекторного) и канального (моновекторного) — лежит в основе типичной для многих горных систем линейно-узловой, четковидной пространственной организации отдельных очаговых морфоструктур и связанных с ними водораздельных узлов, расположение которых подчиняется трансляционной симметрии. Это позволяет рассматривать очаговые структуры и разломы как универсальные элементы строения орогенных сооружений континентальной, островной суши и дна морей, океанов.

Хорошо известно, что гравитация — один из доминирующих и универсальных факторов в различных геологических процессах, включая явления горообразования. Подобные представления получили широкое подтверждение и научное обоснование еще в середине 18 века в работах И. Канта и П. Лапласа и в последующем получили развитие в трудах многих крупных тектонистов (Э. Бомон, Л. Бух, Э. Зюсс, Г. Штиле и др.) (Резанов, 1987).

Тенденции к формированию под действием силы тяжести выровненных поверхностей, приближенных к региональным уровням осадконакопления, оказывают определяющее влияние и на морфологию положительных форм областей денудации, которые опосредуют преобразование вертикально ориентированных векторов силы тяжести в тангенциальные и субгоризонтальные. Это приводит к тому, что даже гравитационно-устойчивые конусовидные или пирамидальные формы рельефа, центры тяжести которых приближены к основанию, в условиях относительного тектонического покоя со временем расплзаются и выполаживаются, что отчетливо проявлено на платформах. При отсутствии исторически сложившихся перекосов земной поверхности морфологические преобразования таких воздымающихся участков земной коры определяются равной вероятностью направлений движения нисходящих литодинамических потоков. В этих условиях доминирующим становится радиальный рисунок водотоков, деятельность которых по перемещению дезинтегрированных масс горных пород на уровне их последующей аккумуляции способствует возникновению устойчивых к разрушению конусообразных, пирамидальных денудационных форм и обособлению их вершин, или точек пространства, обладающих максимальными запасами потенциальной энергии. Если на начальных этапах формирования водораздельных узлов их геометрия может отражать морфологию тектонических дислокаций (блок, интрузив, складка и др.), иницирующих поднятие, то на относительно зрелой

стадии развития они становятся гомологичными (Гаврилов, 2016). Такие тенденции конвергентного морфогенеза обуславливают необходимость корректного использования морфографических и морфометрических признаков для выделения МЦТ, для индикации которых требуется привлекать дополнительно геолого-геофизическую информацию. Надо отметить, что доминирование пирамидальных форм с отчетливо выраженными боковыми ребрами характерно для относительно молодых, активно развивающихся горных систем. По мере «старения» поднятий их ребра сглаживаются и пирамиды трансформируются в куполообразные или конусообразные формы рельефа. Показательно, что морфология вулканогенных построек с момента образования полностью определяется симметрией гравитационного поля планеты, описываемой формулой конуса (Шафрановский, 1985).

Типичные для горных стран «волны» хребтов обособляются в результате активного эрозионно-денудационного расчленения сводовых, тектономагматических поднятий, сопоставляемых с центрами горообразования различных порядков или вследствие формирования связанных с разломами локальных цепей очаговых, блоковых морфоструктурных элементов разной степени сохранности (Гаврилов, 2014б). Поэтому возникновение систем водоразделов направлено на объединение и трансляции максимально гравитационно-устойчивых пирамидальных и конусообразных форм рельефа. Получается, что все развитие денудационных процессов в областях поднятий ведет к возникновению некоторого множества точек с аномальными гипсометрическими отметками, соотносимых с вершинами водораздельных узлов. Они образуют относительно устойчивую сеть длительно живущих энергогенерирующих центров орогенных систем, определяя тем самым создание ячеистой, или клеточной, структуры геоморфологической среды горных стран и областей денудации в целом. Подобные особенности структурирования пространства распространяются и на недра планеты, в пределах которых сеть разломов, или энергетических каналов, и центров эндогенной активности создает близкую по геометрии ячеистую (решетчатую, сетчатую) систему каркасных элементов (Гаврилов, 2014а, 2014б).

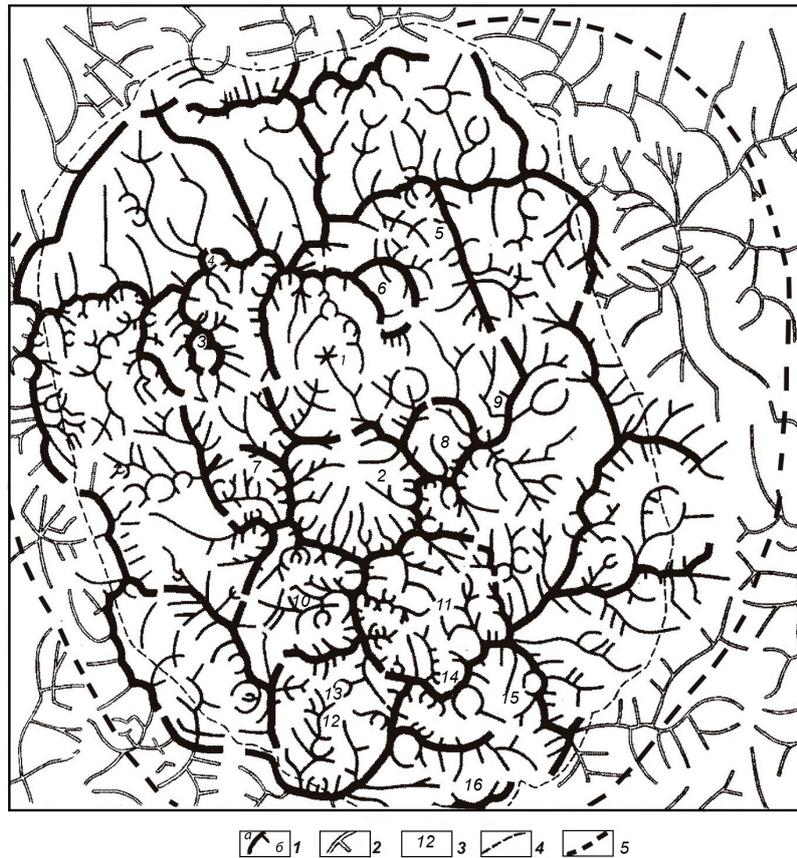
Пространственная организация и плотность водораздельных узлов-вершин тесно связана с вертикальной и горизонтальной расчлененностью рельефа. Как показывает изучение орогенных областей территории юга Дальнего Востока (ДВ) и прилегающих районов, для линейных и изометричных систем локальных и региональных горообразующих центров, соотносимых, как правило, с очаговыми морфоструктурами соответствующего

порядка, типична аномально высокая плотность локальных водораздельных узлов-вершин, размещение которых подчиняется радиально-концентрической пространственной организации.

Такой рисунок водораздельных линий и узлов иллюстрирует, например, инфраструктура Буголлинского позднемезозойского локального интрузивно-купольного поднятия, расположенного на южной окраине Алданского щита (рис. 1) и детально изученного В.В. Юшмановым (Юшманов, 1985). В его пределах берут начало такие реки, как Гонам, Тимптон, Гилуй и др. Размер поднятия составляет, по данным В.В. Юшманова, 45×65 км; по мнению автора, оно имеет не кардиоидную, а правильную кольцевую форму и радиус (R) 33–35 км. Максимальные высоты не превышают 2000 м и смещены на юг относительно геометрического центра этой очаговой морфоструктуры. На предлагаемой схеме (рис. 1) отчетливо выделяются внутренний и внешний концентры водораздельных линий и серия относительно небольших купольных форм рельефа, что позволяет отнести ее инфраструктуру к поляядерно-сателлитному типу (Гаврилов, 1993). По мере движения от периферии к ядру постройки возрастают вертикальная, горизонтальная расчлененность рельефа и плотность водораздельных узлов.

В зависимости от типа геологической инфраструктуры (ядерный, поляядерный, ядерно-сателлитный, сателлитный) горообразующих очаговых построек на картах вершинных поверхностей меняется расположение, господствующих высот и связанных с ними водораздельных узлов соответствующего ранга. При размещении главных вершин на периферии сводовых или тектономагматических поднятий (сателлитный тип инфраструктуры) рисунок хребтов и соответственно водораздельных линий может иметь более сложный характер. Отмечается наличие двух, трех и более субпараллельных или дуговых горных хребтов, соединяющихся в пределах точки виргации.

Примером может служить схема распределения водораздельных линий и узлов в локальной Бекчи-Улской интрузивно-купольной морфоструктуре (R = 20 км), расположенной в Нижнем Приамурье (рис. 2). В ее пределах находятся истоки таких рек, как Левый Ул, Правая и Левая Тывлина, Бекчи, Никонка (Хабаровский край..., 2004). На предлагаемой иллюстрации отчетливо выражены круговой рисунок главной водораздельной линии и сателлитный тип инфраструктуры, отражающий размещение низкопорядковых вулканических, вулканоплутонических куполов и связанных с ними небольших водораздельных узлов на периферии генеральной постройки. Наличие широкого



**Рис. 1.** Сеть водораздельных узлов Буголлинской интрузивно купольной морфоструктуры (Юшманов, 1985) с дополнениями и в интерпретации автора: 1–5 — структурно-морфографические элементы. 1–2 — осевые линии водоразделов: 1 — каркасные (*a* — основные, *b* — прочие), 2 — фоновые; 3 — центры основных высоко-ранговых горных систем концентрического строения и их нумерация; 4–5 — контуры Буголлинской морфоструктуры: 4 — по данным В.В. Юшманова (1985); 5 — по версии автора.



**Рис. 2.** Схема водораздельных узлов Бекчи-Улской интрузивно-купольной морфоструктуры: 1 — водораздельные линии; 2 — гидросеть; 3 — проекции сателлитных вулканоплутонических, плутонических куполов; 4 — крупные разломы; 5 — цифры в кружках — название разломов: 1 — Кулибинский, 2 — Левоулский.

спектра конформных ей магматических пород (эффузивы палеоценового возраста, гранитоиды палеоценового и эоценового возраста, гетерохронный дайковый комплекс) свидетельствует о длительном (десятки миллионов лет) развитии этой очаговой системы, которая образует локальный горообразующий центр и соответствующий водораздельный узел.

Упорядоченные множества интрузивно-купольных форм рельефа формируют орогенные своды, соотносимые с региональными горообразующими центрами Приамурья. Несмотря на то, что сети водораздельные узлов-вершин для каждого такого центра индивидуализированы, полученные данные говорят о наличии общих закономерностей их строения, выявление которых требует унифицированного описания и паспортизации объектов.

Перестройки морфоструктурного плана, смены геодинамического режима и интенсивная деятельность агентов экзогенной сферы морфогенеза Земли обуславливают тот факт, что все выраженные в рельефе положительные формы могут длительно сохраняться только в условиях их энергетической подпитки. Поэтому перманентная или продолжительная дискретная, пульсационная деятельность центров эндогенной активности недр — необходимое условие устойчивого и длительного развития водораздельных узлов-морфоструктур соответствующего ранга. В качестве структур вздымания могут выступать не только очаговые системы, но и складчатые, блоковые формы (горсты). Однако длительно существовать способны только такие орогенные поднятия, которые имеют глубинные корни и энергетическую подпитку. Это позволяет оценивать МЦТ, соотносимые с магматическими центрами и глубинными инъективными дислокациями (мантийные диапиры, плюмы) как наиболее устойчивые и универсальные элементы строения горных поднятий суши и океанического дна. В соответствии с развиваемой концепцией системообразующих энергетических центров и зон реализация лишь двух принципиально возможных — объемного (поливекторного) и узко направленного канального (моновекторного) — способов передачи энергии в пространстве лежит в основе доминирования двух основных типов геологических горообразующих систем. В первом случае — это массивные поднятия, связанные с глубинными и коровыми центрами активности недр. Во втором случае — это линейные рифтогенные хребты, формирование которых обусловлено максимальной концентрацией потоков тепломассопереноса (магма, флюиды, гидротермы и др.) в пределах относительно узких зон, каналов с превалиро-

ванием трещинных излияний лав. Переходной является линейно-узловая форма организации горообразующих систем, совмещающая черты двух основных типов энергонесущих структур и образованная цепями магматических сводов, тектономагматических поднятий, интрузивных, куполов, вулканов и других очаговых морфоструктур. Подобные горные сооружения отличаются характерными элементами трансляционной симметрии размещения основных поднятий и связанных с ними водораздельных узлов.

Орогенные пояса, сложенные складчатыми и складчато-блоковыми дислокациями в зонах коллизии литосферных плит, не имея глубинных «корней», относительно быстро разрушаются при инверсии тектонического режима и не образуют длительно развивающихся центров горообразования.

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГОРОБРАЗУЩИЕ ЦЕНТРЫ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ВОДРАЗДЕЛЬНЫЕ УЗЛЫ-МОРФОСТРУКТУРЫ

Основные горные сооружения территории Юга Дальнего Востока (ДВ) России представлены поясами и хребтами. Максимальные высоты рельефа региона и прилегающей территории Китая варьируют в относительно небольшом интервале (1600–2300 м), составляя в среднем около 2000 м. Главные орографические элементы рассматриваемой территории — Хингано-Охотский (северный сегмент Корейско-Охотской цепи горных поднятий) и Сихотэ-Алинский горные пояса, расположенные субпараллельно и разделенные Охото-Ханкайской системой впадин. В западной части региона расположена Амуро-Зейская плита, в пределах которой доминируют высокие аккумулятивные и денудационные равнины с холмисто-увалистым рельефом и высотами до 400 м. С севера плиту ограничивает дуговая система относительно узких (ширина 100 км, при длине около 200–300 км) хребтов общей системы поднятий Джагды-Тукурингра-Становик, протянувшихся с востока на запад на расстояние около 700 км. Субпараллельно им через Удско-Зейскую полосу межгорных впадин протянулся на 1500 км Становой горный пояс. Он обрамляет с юга Алданский щит и представляет собой массивное горное сооружение шириной 300–400 км (Геосистемы ..., 2008).

Проведенные исследования (Гаврилов, 1993, 2014б) показали, что принципиальные черты строения эндогенного рельефа юга ДВ определяются: 1 — принадлежностью к северо-восточному сегменту Восточно-Азиатского надплюмового мегасвода; 2 — близкими гипсометриче-

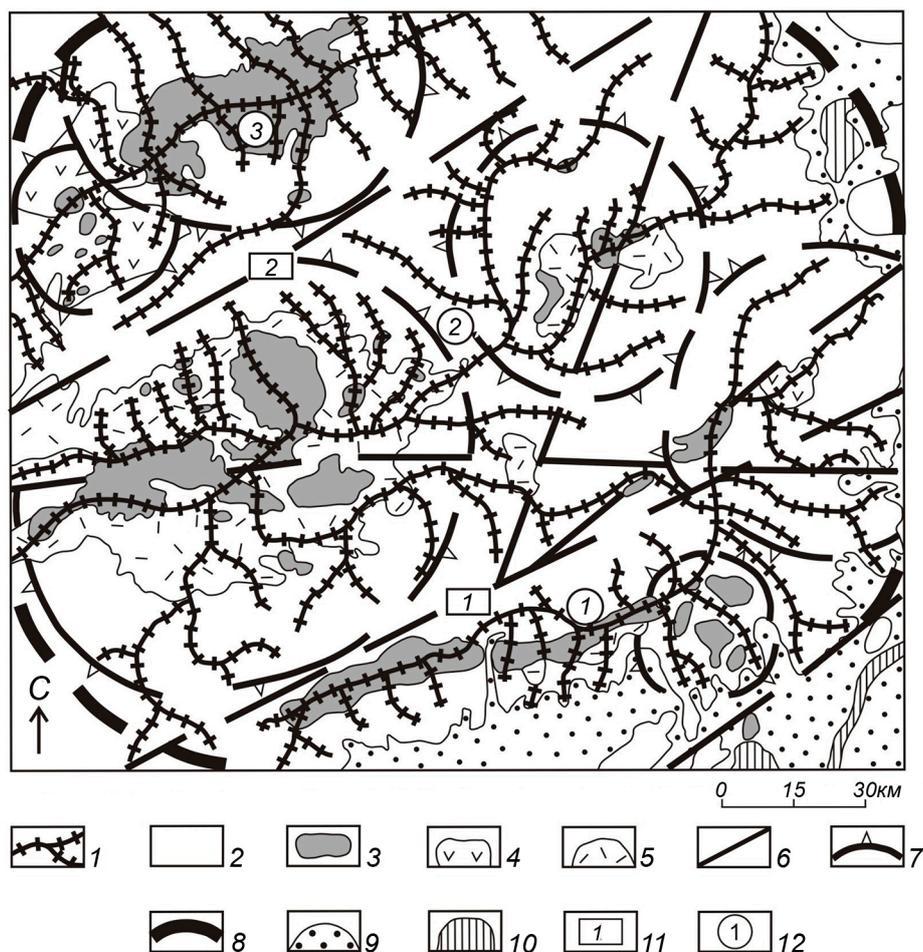
скими характеристиками горных сооружений; 3 — субпараллельным размещением основных орогенных поясов и сопряженных с ними систем межгорных впадин; 4 — линейно-узловым (с элементами трансляционной симметрии) строением орогенов, представляющих собой ряды сводовых поднятий центрального типа и связанных с ними крупных водораздельных узлов; 5 — наличием радиальной зональности распределения высот и орографических элементов относительно ядер сводов; 6 — существованием у сводов упорядоченной организации элементов внутреннего строения (тектономагматические поднятия, интрузивные купола и др.), которым соответствуют водораздельные узлы меньшего порядка; 7 — пересечение горных хребтов долинами крупных рек (Амур, Зея).

Установлено, что более 80% водораздельных узлов региона соотносятся с очаговыми морфоструктурами, представленными вулканическими, вулканоплутоническими и плутоническими куполами — элементами региональных сводово-блоковых поднятий ранне-позднемелового возраста. Например, в пределах Баджало-Буреинского мегасвода расположены истоки таких больших рек, как Амгунь, Буря, Урми и др. К Тумнинскому сводовому поднятию приурочены начала рек Тумнин, Уктур, Яй, Уй (Хабаровский ..., 2004). Баджальский и Буреинский хребты представляют собой цепи очаговых морфоструктур, ядрам которых соответствуют точки виргации и линейные системы крупных водораздельных узлов (рис. 3). Основные черты строения и развития Баджальского орогена связаны с формированием двухчленного ряда тектономагматических поднятий, сложенных массивами позднемеловых гранитоидов и толщами комагматичных эффузивов кислого состава. Принципиально сходные очаговые структуры образуют тектоническую основу и восточного сегмента Буреинского хребта, отделенного от Баджальского долиной р. Амгунь, которая заложилась в зоне регионального глубинного разлома. Центральные участки очаговых морфоструктур отличаются максимальным денудационным срезом, именно здесь концентрируются основные ареалы гранитоидов и экструзивные фации вулканитов.

Морфологические границы хребтов определяются долинами крупных рек, что дает основание рассматривать их как продукт денудационно-эрозионного расчленения орогенных сводовых поднятий. Для анализа особенностей эволюции горных систем целесообразно привлекать данные о размещении и пространственной организации водораздельных узлов-морфоструктур разного порядка и возраста. Например, долина р. Амгунь пересекает Баджальский свод. Максимальная

глубина ее вреза относительно прилегающих горных хребтов достигает значений 1600–1700 м. При высотах рельефа до 2200 м в среднем течении реки высотные отметки поднятий в ее истоках не превышают 1100–1200 м. Это свидетельствует о том, что первичный центр горообразования и сопряженный с ним водораздельный узел расположены западнее и не связаны с проявлением ранне-позднемеловых горообразующих процессов в восточной части Баджало-Буреинского мегасвода, где было сформировано сателлитное наложенное Баджальское поднятие. О древности центра вздымания говорят и геологические данные: река Аякит (исток Амгуни) начинается в ядерной части Буреинского срединного массива, где экспонированы блоки архейских пород кристаллического фундамента и массивы допалеозойских и палеозойских гранитоидов (Геологическая ..., 1991, 2004). Эти данные подтверждают длительность существования морфоструктурного перегиба в направлении северо-восток, обусловленного существованием палеозойского Буреинского орогенного поднятия, и древний возраст водосборного бассейна р. Амгунь. Современную геоморфологическую ситуацию можно объяснить лишь на основе представлений о сопряженности процессов подъема Баджальского свода и эрозионной деятельности р. Амгунь. Эрозионная деятельность других крупных рек — Кур, Горин и их притоков, обусловило формирование в пределах сводового поднятия других горных хребтов соответствующего порядка и наблюдаемую в настоящее время вертикальную и горизонтальную расчлененность рельефа территории (Гаврилов, 2014б).

В основополагающих работах по морфотектонике, истории формирования и развития эндогенного рельефа Юга ДВ (Уфимцев, 1984; Худяков, 1977), написанных на основе геосинклиальной концепции, в качестве главных элементов морфоструктурного плана выделялись эпигеосинклиальные и дейтероорогенные складчато-глыбовые, сводово-глыбовые и глыбовые орогенные сооружения. В частности, Хингано-Охотский ороген рассматривался как коллаж Буреинской эпиплатформенной, Мало-Хинганской эпимиегеосинклиальной и Куканско-Ям-Алинской эпиэвгеосинклиальной горных областей при ведущей горообразующей роли складчато-блоковых дислокаций. В то же время анализ соотношения ориентировки складчатости и доминантного простирания главных водораздельных линий орогенных поясов региона ( $20^\circ$ ), а также геологическое строение водораздельных узлов-морфоструктур разного порядка свидетельствуют о второстепенной роли пликтивных и блоковых дислокаций в процессах орогенеза.



**Рис. 3.** Водораздельные узлы, соотносимые с ядрами и элементами инфраструктуры (вулканоплутонические и интрузивно-купольные морфоструктуры) Баджалского сводового поднятия Хингано-Охотского орогена. Геологическая основа (Геологическая карта ..., 1991): 1 — линии водоразделов хребтов разного порядка; 2 — осадочные и вулканогенно-осадочные породы палеозоя и мезозоя нерасчлененные; 3–5 — магматиты поздне мелового возраста: 3 — гранитоиды, 4 — эффузивы андезитового состава, 5 — эффузивы риолитового состава; 6 — региональные разломы; 7–8 — геолого-геоморфологические границы очаговых морфоструктур разного ранга: 7 — интрузивных и вулканоплутонических куполов, 8 — Баджалского свода; 9 — чехол рыхлых отложений межгорных впадин; 10 — акватории; 11 — цифры в прямоугольниках — названия региональных разломов: 1 — Курский, 2 — Амгунский; 12 — цифры в кругах — названия хребтов: 1 — Джаки-Унахта-Якбыяна, 2 — Баджалский, 3 — восточный сегмент Буреинского хребта.

Ярким примером определяющего влияния очаговых глубинных процессов на формирование орогенных сооружений Юга ДВ может служить строение Верхнеселемджинского сводового поднятия ( $R_1 = 110$  км,  $R_2 = 80$  км), в ядре которого расположена крупная брахисинклинальная складка (рис. 4). Кольцевое размещение массивов поздне меловых гранитоидов и ареалов комагматичных эффузивов, радиально-концентрическая геологическая и геоморфологическая зональность, ядерно-сателлитный тип инфраструктуры свидетельствуют о решающей роли магматического фактора горообразования. На карте глубинного строения территории ДВ экономического района М. 1:10 000 000 (Карта ..., 1997) этому поднятию соответствует отрицательная аномалия поля силы тяжести в редукции

Буге. Связанный с поднятием крупный водораздельный узел отличается максимальными для региона высотами рельефа (г. Город-Макит — 2295 м). К нему приурочены истоки таких крупных рек, как Селемджа, Нимелен, Ассыни, Селиткан и др.

В отличие от неотектонических построений, в соответствии с которыми горообразованию предшествовала региональная пенепленизация, а вертикальные амплитуды поднятий за плиоцен-четвертичное время достигали 2500 м (Уфимцев, 2008), по мнению автора, масштабы новейшей активизации относительно невелики, укладываясь в диапазон первых сотен метров. Мощности и состав коррелятных отложений, соответствующих неотектоническому этапу и аккумулярованных в межгорных впадинах,



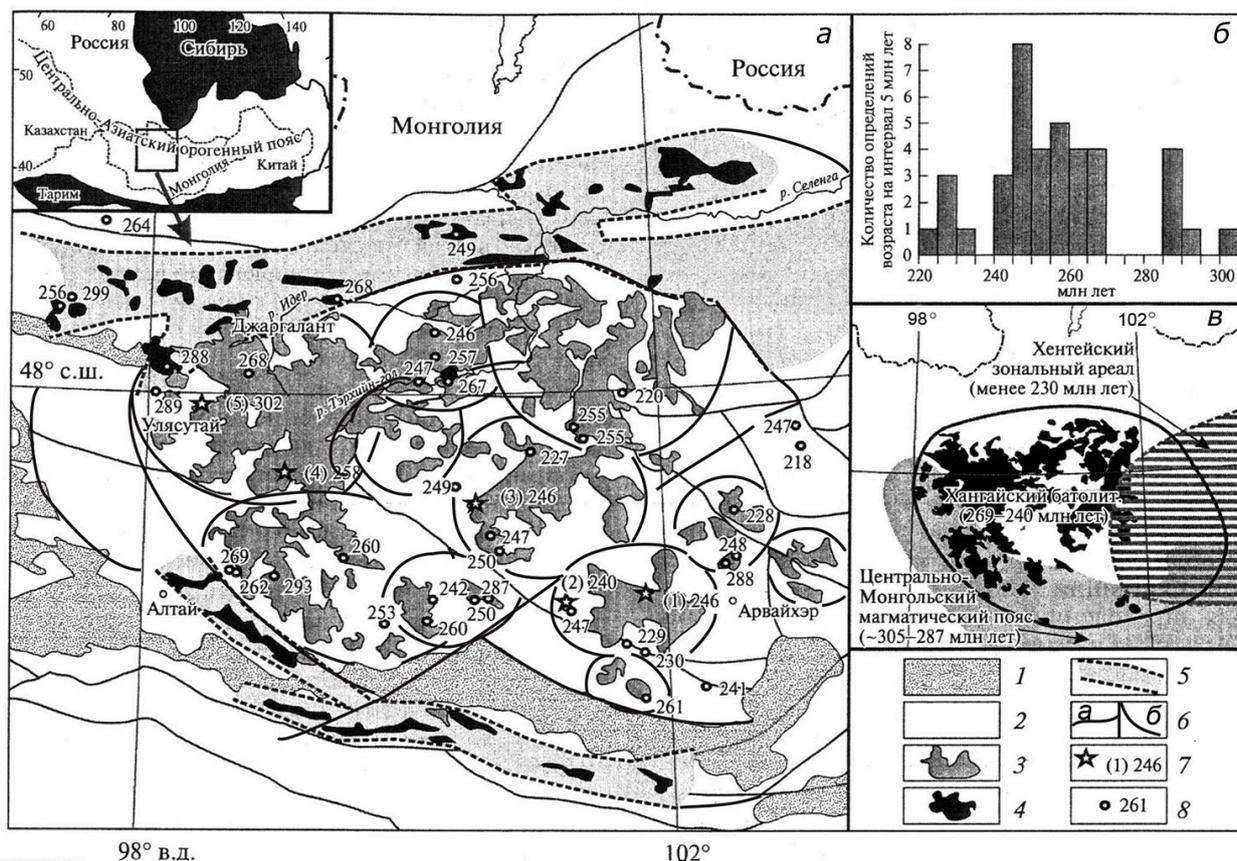
**Рис. 4.** Схема геологического строения крупного водораздельного узла-морфоструктуры, соотносимого с ядром Верхнеселемджинского орогенного свода. Геологическая основа (Геологическая карта..., 1991): 1–2 — породы складчатого основания разного возраста: 1 — палеозойского и более древнего, 2 — юрского и раннемелового; 3 — эффузивы позднемелового возраста разного состава: *a* — андезитового, *б* — риолитового; 4–5 — интрузивные тела: 4 — базитового состава, 5 — гранитоидов; 6 — чехол рыхлых отложений речных долин и межгорных впадин; 7–8 — разломы, установленные по различным данным: 7 — по геолого-геофизическим, 8 — по геолого-геоморфологическим: *a* — радиальные, *б* — дуговые и кольцевые; 9 — вершина г. Город-Макит.

лишь незначительно отличаются от нижележащих толщ (Варнавский, 1994). При этом на надо забывать, что поздний кайнозой — это период превалирования деструктивных тенденций эндогенного морфогенеза, время активного формирования межгорных впадин и котловин окраинных морей, проявления рифтогенного базальтоидного вулканизма. Последние всплески кислого магматизма датируются поздним олигоценом и фиксируют общее затухание тектоно-магматогенных орогенных процессов. На этом фоне представления о масштабной неотектонической активизации горных сооружений региона в позднем кайнозое не имеют под собой достаточных геологических оснований. Коллизионно-компенсационные, контракционные модели, связывающие воздымание с процессами рифтогенного растяжения в прилегающих впадинах (механизм тектонопар), явно противоречат многочисленным фактам вовлечения горных сооружений на бортах впадин в опускание (Гаврилов, 2014б).

С ядром Хэнтэй-Даурского свода Яблоновой горной системы (максимальные высоты

2500–2800 м) сопряжены истоки рек Керулен, Онон, Ингода, Иркут и ряда правых притоков Орхона и Селенги (Географический атлас..., 1982). С Хангайским сводом (высоты до 3900 м), расположенным на территории Монголии, связано начало крупных рек Селенга, Орхон, Идер, Дзабхан, Тэрхийн-гол (рис. 5). В центральной части этого сводово-блокового поднятия расположен, в частности, один из крупнейших батолитов региона, в пределах которого установлены как палеозойские, так и мезозойские интрузивные породы кислого состава. Здесь выделяются три гетерохронные группы массивов гранитоидов с абсолютными датировками: 302–287, 269–240 и менее 230 млн лет (Ярмолюк и др., 2013). Вокруг гранитного ядра сводового поднятия расположены дуговые зоны рифтогенного магматизма, что определяет общую радиально-концентрическую петрографическую и геохимическую зональность этой очаговой морфоструктуры

Как показано на гистограмме распределения абсолютных датировок гранитоидов, общая продолжительность пульсационного, но унаследованного развития Хангайской магматической



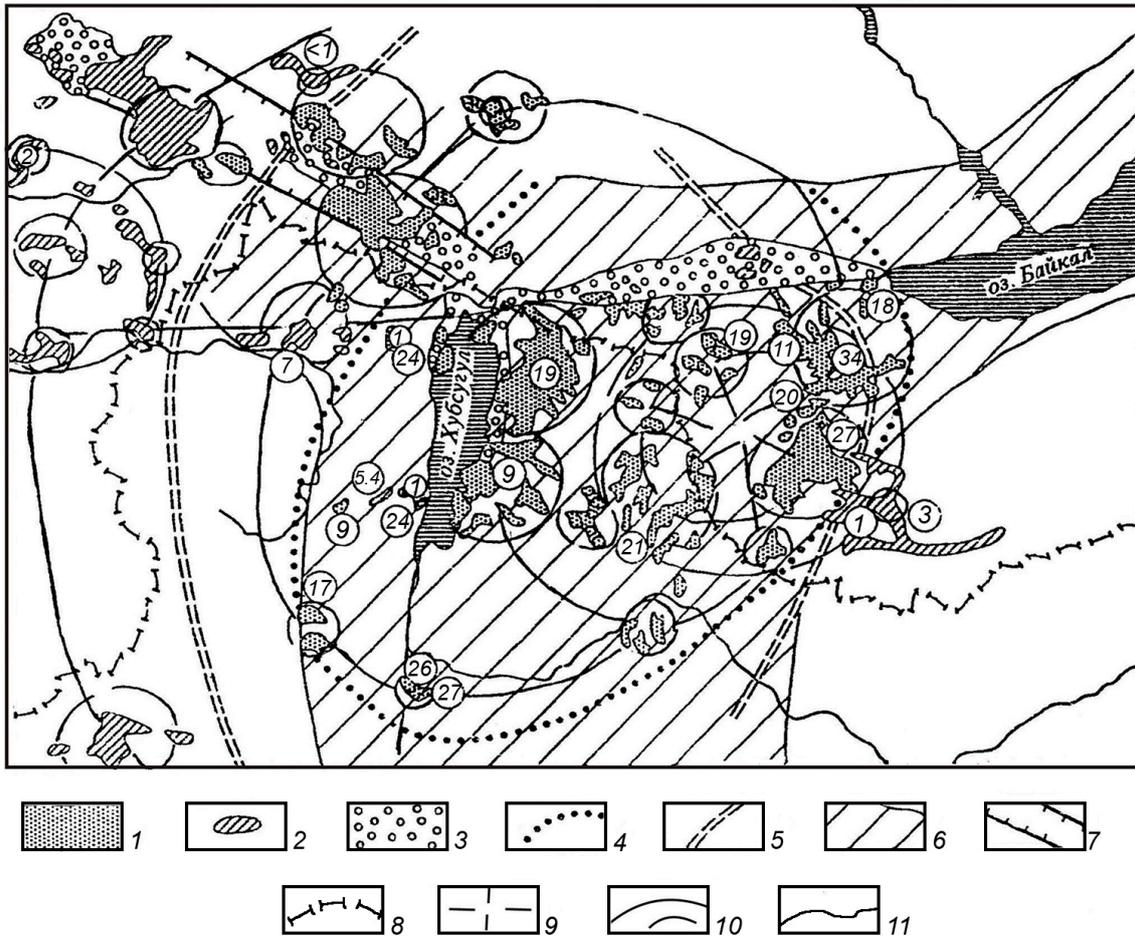
**Рис. 5.** Схема геологического строения Хангайского сводово-блокового поднятия, включающего серию водораздельных узлов-морфоструктур и соотносимого с очаговой гранитоидной системой (а), гистограмма геохронологических данных гранитоидов (б), области распространения пород Центрально-Монгольского магматического пояса, Хангайского батолита и Хентейского зонального магматического ареала (в) (Ярмолюк и др., 2013) с дополнениями и в интерпретации автора: 1 — мезозойско-кайнозойские впадины; 2 — область распространения допозднепалеозойских комплексов Центрально-Азиатского складчатого пояса; 3 — позднепалеозойско-раннемезозойские гранитоиды; 4 — позднепалеозойские щелочные гранитоиды и вулканические аналоги; 5 — область распространения позднепалеозойских рифтогенных пород Северо-Монгольской и Гоби-Алтайской рифтовых зон; 6 — главные разрывные нарушения: прямолинейные (а), дуговые и кольцевые (б); 7 — точки отбора геохронологических проб и их возраст (млн лет) в интрузивных массивах: (1) — Тацингольском, (2) — Эрдэнэцогтском, (3) — Эгиндабинском, 4 — Буянтгольском. 5 — Яругингольском; 8 — геохронологические данные о возрасте гранитоидов, млн лет из других источников. Алтай, Арвайхер, Джаргалант, Улясутай — населенные пункты.

системы превышает 80 млн лет. Проявление столь длительной эндогенной активности и масштабного энергетического и структурно-вещественного воздействия на литосферу может быть обусловлено лишь глубинными потоками тепломассопереноса, связанными с мантийным диапиром — элементом Монголо-Сибирского плюма.

Для всех отмеченных региональных водораздельных узлов-морфоструктур типичны радиально-концентрическая гипсометрическая зональность и соответствующая организация орографических и геологических элементов.

В пределах Западно-Байкальского сводово-блокового поднятия ( $R = 230$  км) (высоты до 3350 м), входящего в состав более крупного Алтай-Саянского орогенного мегасвода, начинаются такие крупные водотоки, как Большой Енисей и Малый Енисей, Дэлгэр-Мурен, Ока,

Иркут (Географический ..., 1982). Развитие этой радиально-концентрической системы водораздельных узлов-вершин также связано с региональным центром горообразования и длительной эндогенной активности недр. Широкое распространение в пределах Западно-Байкальского свода архейских, протерозойских комплексов и рифейских гранитоидов (Геологическая ..., 2004) служит свидетельством того, что его становление произошло еще в докембрии. Наличие многочисленных массивов гранитов и гранодиоритов девонского возраста указывает на то, что в среднем палеозое он снова становится областью горообразования и денудации. Присутствие в отдельных секторах свода мезозойских гранитоидов отражает следующий этап его тектономагматической активизации. На предлагаемой схеме (рис. 6) показаны иерархические



**Рис. 6.** Схема размещения кайнозойских вулканических центров в пределах Западно-Байкальского орогенного свода (элемент Восточно-Саянской орогенной системы), включающего систему крупных водораздельных узлов-вершин. Составлена на основе данных (Ярмолук, Коваленко, 1995) с дополнениями и в интерпретации автора: 1–2 — базальты: 1 — вершинные (доплиоценовые), 2 — долинные (плиоцен-плейстоценовые); 3 — плиоцен-голоценовая моласса; 4 — граница распространения олигоцен-раннемиоценовых базальтов; 5 — внутренний контур зоны плиоцен-голоценового вулканизма (долинного); 6 — область развития аномальной мантии с глубиной залегания менее 50 км; 7 — Окинско-Восточно-Тувинская зона (грабен) развития кайнозойского вулканизма и межгорных понижений; 8 — государственная граница; 9 — радиальные разломы очаговых систем; 10 — кольцевые разломы и предполагаемые геолого-геоморфологические границы проекций вулканических центров; 11 — гидросеть. Цифры в кружках — радиологический возраст базальтов (млн. лет).

и пространственные системы наложенных позднекайнозойских вулканических морфоструктур, образующих отчетливо выраженные ядерно-сателлитный и сателлитный типы группировок и отражающих заключительный этап активного развития этого поднятия.

Начало деятельности объединяющей их генеральной очаговой системы, сопряженной с мантийным диапиром, относится к олигоцену, когда на территории широко проявились рифтогенные процессы. Излияние базальтоидов произошло в центральной части и на востоке поднятия. В миоцене, плиоцене и плейстоцен-голоцене вулканическая активность сместилась на внешний концентр свода. Общая продолжительность деятельности рассматриваемого водораздельного узла-морфоструктуры, соот-

носимого с «горячей точкой», только в кайнозой преувеличилась, в соответствии с радиологическими данными (Ярмолук, Коваленко, 1995), 30 млн лет. Показательно, что размещение наложенных центров позднекайнозойского базитового магматизма соответствует радиально-концентрической инфраструктуре более древней орогенной очаговой системы, сложенной гранитоидами и развивающейся дискретно во времени и пространстве, но унаследованно на протяжении нескольких сотен млн лет.

Крупный водораздельный узел-морфоструктура располагается и в Восточно-Забайкальском своде центрального типа (Металлогения орогенов, 1992), в пределах которого начинаются такие реки, как Холой, Уда, Ингода, Чикой. Время его становления

оценивается позднеюрско-раннемеловым периодом. Палеогеографические реконструкции показывают, что в раннем мелу он представлял собой огромное нагорье со сложной системой магматогенных и блоковых поднятий. Интересно, что явления гранито-сводового орогенеза на рассматриваемой территории начались еще в раннепалеозойскую стадию развития (400–450 млн лет.), но достигли максимума в среднем палеозое (290–350 млн лет.) (Байкальский мегасвод..., 1984). С учетом новых материалов о почти непрерывной позднемезозойско-кайнозойской (поздняя юра-голоцен) эндогенной активности многих районов Центральной Азии (Ярмолюк и др., 2013), относимых, по мнению автора, к Монголо-Сибирскому надплюмовому мегасводу (Гаврилов, 2014а), общий интервал пульсационной деятельности Центрально-Азиатского плюма охватывает многие сотни млн лет.

На заключительном этапе развития описываемой области древнего горообразования и консолидации среди магматических образований преобладали базальтоиды субщелочной, щелочной серий и платобазальты, излияние которых было сопряжено с процессами рифтогенеза и формирования межгорных впадин. Они обрамляют или пересекают древние сводовые и тектономагматические поднятия, но при этом относительно высокий уровень высот горных сооружений сохраняется, что указывает на продолжение горообразующей деятельности плюма, а также связанных с ним мантийных диапиров и на кайнозойском этапе их эволюции.

Один их примеров длительно живущего водораздельного узла-морфоструктуры на Северо-Востоке Азии — Индигирский меловой орогенный свод, к ядру которого приурочены истоки рек Колыма, Индигирка, Охота и др. Имеющиеся геологические и геофизические данные (Металлогения..., 1984; Петрищевский, 2015) свидетельствуют о формировании свода на месте Охотского срединного массива, развивающегося как длительно живущая очаговая структура глубинного заложения.

Крупнейший водораздельный и морфоструктурный узел Корякского нагорья, характеризующийся радиальным рисунком многочисленных водотоков (начало рек Великая, Импенвеем, Эссоеем, Апука и др.), сопряжен с тектономагматическим поднятием, в центральной части которого расположена г. Ледяная (Географический..., 1982). Куполообразная форма этого поднятия, характеризующегося максимальными высотами, позволяет рассматривать его как горообразующий центр, имеющий, судя по немногочисленным интрузивным массивам гранитоидов (Геологическая..., 2004), олигоцен-миоценовый возраст.

Региональный центр горообразования в Чукотском нагорье с аналогичной радиальной организацией орографических элементов (верховья долин рек Амгуэма, Кувет, Танюрер и др.) (Географический..., 1982) представлен Эквиватапским тектономагматическим поднятием раннемелового возраста. Один их крупнейших водораздельных узлов полуострова Камчатка (истоки рек Камчатка, Быстрая, Бол. Воровская, Авача и др.) (Географический..., 1982) соотносится с Ганальским тектономагматическим поднятием, в пределах которого расположен одноименный выступ кристаллического фундамента. Как и многие другие очаговые морфоструктуры это поднятие характеризуется геологической асимметрией диаметральных блоков. В западном — широко развиты массивы раннемеловых гранитоидов, а в восточном блоке преобладают более молодые интрузивные образования (Геологическая..., 2004). Однако, несмотря на дифференцированное развитие блоковых сегментов этого поднятия, возраст гранитоидов — индикаторов орогенного этапа развития, позволяет предполагать раннемеловое время начала становления связанного с ним регионального центра горообразования.

Очевидно, что число подобных примеров ограничено лишь рамками предлагаемой читателям работы, которая акцентирует внимание на глубинных очаговых механизмах орогенеза и ставит под сомнение как неотектонические, так и неомобилистские модели формирования горных сооружений ДВ.

## ВЫВОДЫ

В рамках предлагаемого подхода, в соответствии с контекстом целесообразно использовать термин «водораздельный узел» не только как точку на карте (узел-вершина), но как специфическую форму рельефа (узел-морфоструктура), в пределах которой расположены истоки двух и более водотоков. Энергетическая составляющая процессов вздымания земной коры определяет тот факт, что длительно существующие водораздельные узлы-морфоструктуры горных областей тесно связаны в своем развитии с центрами эндогенной активности недр соответствующего возраста и продолжительности функционирования. Если гидросеть территорий коррелируется с сетью разрывных нарушений, то крупные водораздельные узлы-морфоструктуры горных стран и поясов — индикаторы глубинных энергогенерирующих систем, имеющих очаговый характер.

На основе геосинклиальной, горст-аккреционной, линейно-блоковой, неотектонической и террейновой моделей невозможно

объяснить геоморфологическое и геологическое строение орогенов юга ДВ, в частности пространственную организацию водораздельных узлов-морфоструктур, линейность, параллельность орогенных поясов, их линейно-узловую инфраструктуру, трансляционное размещение сводовых поднятий, близость максимальных высот и другие принципиальные особенности горного рельефа региона.

Отсутствие конформных отношений между морфоструктурами орогенов и элементами тектонического плана верхних частей литосферы ДВ региона, которые выделяются в коллизионных, коллизионно-аккреционных неомобилистских и неотектонических моделях, косвенно подтверждает глубинную природу процессов горообразования рассмотренных районов ДВ и Сибири.

Подавляющее большинство поднятий с крупными водораздельными узлами ДВ и прилегающих областей Сибири отличается радиально-концентрической гипсометрической зональностью и соответствующей организацией геологических и орографических элементов, что характерно для очаговых морфоструктур. Они представляют собой проекции центров эндогенной активности недр, которые, как правило, находят отражение на картах глубинного строения территории. Это позволяет утверждать, что из всего спектра существующих моделей регионального горообразования геоморфологическую верификацию выдержали лишь построения, базирующиеся на идеях очаговой геодинамики.

В пределах каждой орогенной области существуют пространственные и иерархические системы водораздельных узлов-вершин, определяя общее строение и эволюцию ячеистой структуры геоморфологической среды. Представляя собой наиболее устойчивые к процессам эрозии и нивелирования участки земной коры, именно водораздельные узлы-морфоструктуры содержат основную информацию об истории развития и факторах формирования горных сооружений и областей денудации в целом.

В строении окраинно-континентальных орогенов юга ДВ наблюдаются те же закономерности линейного и трансляционного размещения проекций энергогенерирующих центров, которые типичны для вулканических хребтов континентальной, островной суши и океанического дна. Линейно-узловая схема пространственной организации водораздельных узлов-морфоструктур орогенных поясов в плоскостной проекции подобна схеме взаимоотношений между разломом и сопряженными с ним магматическими центрами, полностью укладываясь в систему представлений о взаимо-

действии канального и объемного механизмов реализации процессов энергомассопереноса в геологической и геоморфологической средах. Наличие лишь двух принципиально возможных — объемного (поливекторного) и узконаправленного канального (моновекторного) — способов передачи энергии в пространстве лежит в основе доминирования двух основных типов геологических горообразующих систем. Очаговые структуры и системы разломов разного ранга и возраста представляют собой универсальные элементы строения орогенных сооружений континентальной, островной суши и дна морей, океанов (концепция горообразующих центров и зон) (Гаврилов, 2014б).

Нет оснований полагать, что возникновению горных сооружений ДВ и прилегающих районов Сибири предшествовала полная пенеппенизация предшествующих областей поднятий и что неотектонические трансформации земной поверхности являются наложенными новообразованиями. Очевидно, что при унаследованности тенденций развития горообразующих центров в позднем кайнозое оценить отдельный вклад неотектонического этапа в общий процесс воздымания территории достаточно проблематично.

#### Список литературы

- Байкальский мегасвод (структура, магматизм, металлогения) / Ю.В. Комаров, Э.Н. Копылов, А.А. Белоголовкин и др. Новосибирск: Наука, 1984. 120 с.
- Бондарчук В.Г.* Основные вопросы тектоорогении. Киев.: Из-во АН УССР, 1961. 328 с.
- Варнавский В.Г.* Геодинамика кайнозойских нефтегазоносных осадочных бассейнов активных континентальных окраин. М.: Наука, 1994. 206 с.
- Гаврилов А.А.* Проблемы морфоструктурно-металлогенического анализа. Ч. II. / Отв. ред. Г.И. Худяков. Владивосток: Дальнаука, 1993. 141–326 с.
- Гаврилов А.А.* Надплюмовые мегасводы Центральной Азии / Тектоника складчатых поясов Евразии: сходство, различие, характерные черты новейшего горообразования, региональные общения. Материалы XLVI Тектонического совещания. Т. 1. М.: ГЕОС, 2014а. С. 56–61.
- Гаврилов А.А.* Происхождение горных сооружений юга Дальнего Востока России. Ст. 1. Орогенные пояса // Геоморфология. 2014б. № 3. С. 3–17.
- Гаврилов А.А.* О природе явлений геоморфологической конвергенции и гомологии // Вестник МГУ. Сер. 5. География. 2016. № 4. С. 3–12.

- Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. Кн. 1. Под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. 572 с.
- Географический атлас для учителей средней школы. Отв. ред. Л. Н. Колосова. Четв. Изд. М.:ГУГК, 1982. 238 с.
- Геологическая карта Дальнего Востока СССР и прилегающих акваторий. Масштаб 1:1500 000. СПб: ВСЕГЕИ, 1991.
- Геологическая карта России и прилегающих акваторий. М 1: 2 500 000. ВСЕГЕИ, 2004.
- Геосистемы ДВ России на рубеже XX–XXI веков, Т. 1. природные системы и их компоненты/ Колл. авторов; отв. ред. СС. Ганзей. Владивосток: Дальнаука, 2008. 428 с.
- Герасимов И.П.* Опыт геоморфологической интерпретации общей схемы геологического строения СССР // Проблемы физической географии. 1946. Т. 12. С. 33–46.
- Дэвис В.М.* Геоморфологические очерки. М.: Изд-во Иностранной литературы, 1962. 455 с.
- Ежов Б.В., Абрамов В.А., Адамия Ш.А.* Очаговые структуры подвижных и стабильных областей (Камчатка, Кавказ, Алдано-Становой геоблок). Владивосток: ДВО РАН, 1995. 127 с.
- Карта глубинного строения территории ДВ экономического района. Масштаб 1:10 000 000. Хабаровск, 1997.
- Кашменская О.В.* Теория систем и геоморфология. Новосибирск: Наука, 1980. 120 с.
- Коржуев С.С.* Морфотектоника и рельеф земной поверхности. М.: Наука, 1974. 530 с.
- Кюри П.* Избранные труды. М.: Наука, 1966. 421 с.
- Ласточкин А.Н.* Морфодинамический анализ. Л.: Недра, 1987. 256 с.
- Лопатин Д.В.* Геоморфологический криптоморфизм как отражение строения литосферы // Вестник СПбГУ. Сер. 7. Вып. 1. 2008. С.48–54.
- Металлогения орогенов / И.Н. Томсон, В.С. Кравцов, Н.Т. Кочнева и др. М.: Недра, 1992. 272 с.
- Пенк В.* Морфологический анализ. М.: Госиздат. географ. лит., 1961. 359 с.
- Петрищевский А.М.* К проблеме Охотского массива (Северо-западное Приохотье) // Тихоокеанская геология. 2015. Т. 34. № 1. С. 49–60.
- Резанов И.А.* История геотектонических идей. М.: Наука, 1987. 254 с.
- Симонов Ю.Г.* Объяснительная морфометрия рельефа. М.: ГЕОС, 1999. 263 с.
- Соловьев В.В.* Структуры центрального типа территории СССР по данным геолого-морфологического анализа / Карта морфоструктур центрального типа территории СССР, М 1:10 000 000. Л.: ВСЕГЕИ, 1978. 110 с.
- Трифонов В.Г.* Коллизия и горообразование // Геотектоника. 2016. № 1. С. 3–24.
- Уфимцев Г.Ф.* Тектонический анализ рельефа (на примере Востока СССР). Новосибирск: Наука, 1984. 183 с.
- Уфимцев Г.Ф.* Горы Земли (климатические типы и феномены новейшего орогенеза). М.: Научный мир, 2008. 351 с.
- Флоренсов Н.А.* Рельеф и неотектоника. М.: Наука, 1989. 271 с.
- Хабаровский край. Атлас. ФГУП «Дальневосточное аэрогеодезическое предприятие. Хабаровск, 2004. 118 с.
- Худяков Г.И.* Геоморфотектоника юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1977. 256 с.
- Шафрановский И.И.* Симметрия в природе. Л.: Недра, 1985. 168 с.
- Шульц С.С.* Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня. М.: ОГИЗ, 1948. 224 с.
- Юшманов В.В.* Тектоно-магматические концентрические комплексы. М.: Наука, 1985. 232 с.
- Ярмолюк В.В., Коваленко В.И.* Позднемезозойско-кайнозойский внутриплитный магматизм Центральной и Восточной Азии // Геология и геофизика. 1995. Т. 36. № 8. С. 132–141.
- Ярмолюк В.В., Козловский А.М., Сальникова Е.Б. и др.* Возраст Ханкайского батолита и проблемы полихронности батолитообразования в Центральной Азии // ДАН. 2013. Т. 452. № 6. С. 646–652.

ГАВРИЛОВ

**WATERSHED KNOTS AS KEY STRUCTURE ELEMENTS  
AND FACTORS OF MOUNTAIN AREA DEVELOPMENT**

**A.A. Gavrilov**

*V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS  
e-mail: gavrilov@poi.dvo.ru*

The plain apical mark surfaces that have not always been reasonably evaluated as relicts of a regional peneplain had been used earlier in geomorphology and neotectonics as the main benchmarks and indicators of morphological, historical and genetic features of the mountain constructions formation. In his own pattern the author suggests considering watersheds as key objects of geological and geomorphologic researches of mountain territories and denudation areas. According to context they can be defined not only as points (knot-peaks) on a map but also as specific landforms (knot-morphostructure), formation and development of which are related to centers of long and steady growth of the Earth crust positive deformations. The geomorphologic structure of watersheds, morphology, genesis and parameters of the related dislocations, as well as structure and age of conformal rocks contain the main information about mechanisms, factors of formation and development of orogenic raisings. This data allows verification of regional mountains formation models.

*Keywords: watershed, morphostructure, center of a mountain building, orogenesis, focal geodynamics.*