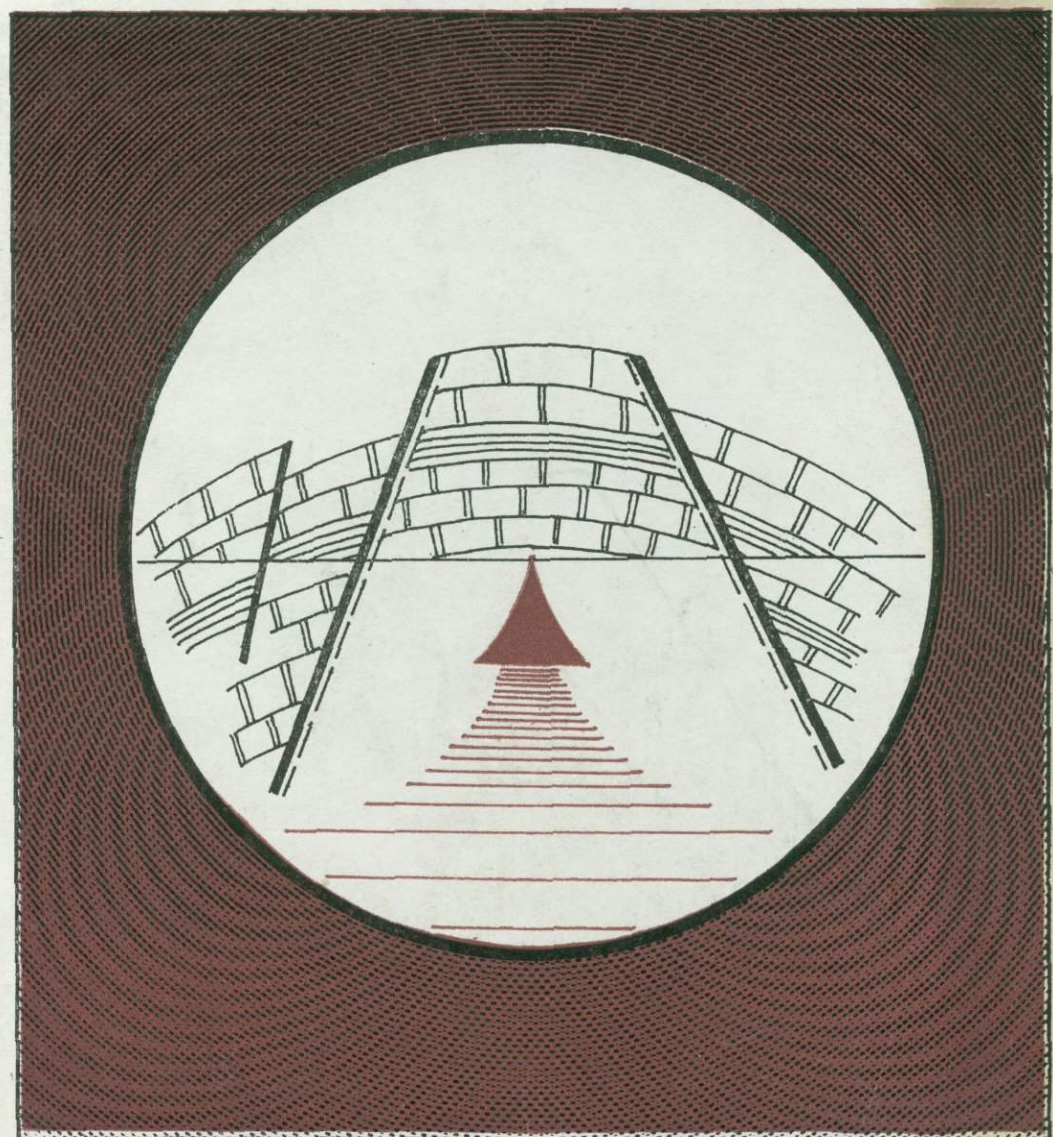


ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ теоретической ГЕОМОРФОЛОГИИ



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ГЕОМОРФОЛОГИИ

Ответственный редактор
д-р геол.-мин. наук В. А. Николаев

4374



НОВОСИБИРСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1985



УДК 551.4

Основные проблемы теоретической геоморфологии. — Новосибирск: Наука, 1985.

Сборник подготовлен по материалам XVII пленума Геоморфологической комиссии АН СССР, посвященного основным проблемам в развитии теоретической геоморфологии. Рассматриваются ведущие теоретические направления: морфоструктурное, морфоклиматическое и системно-формационное; анализируются достоинства и недостатки каждого из указанных направлений. Материалы сборника, в котором наиболее полно отражены современное состояние и проблемы различных сторон теоретической геоморфологии, объединены одной целью — поиском путей решения проблемы построения общей теории геоморфологии.

Книга предназначена для геологов и географов.

Рецензенты *С. Б. Шацкий, Э. А. Еганов*

Редакционная коллегия

д-р геогр. наук *О. В. Кашменская*, канд. геогр. наук *Л. С. Миляева*,
Д. В. Пучкова, канд. геол.-мин. наук *Э. М. Хворостова*

ОТ РЕДАКТОРА

В последние годы в развитии мелиоративных работ встретились значительные трудности из-за отсутствия необходимых исходных данных о количественной оценке морфометрических особенностей рельефа предгорных и равнинных регионов нашей страны. В связи с этим на повестку дня был поставлен вопрос об ускоренном проведении более детальной геологической съемки с проведением специальных геоморфологических исследований значительного масштаба. Успешное решение этих задач во многом зависит от критического подхода к основным направлениям в развитии геоморфологической теории как научной основы всестороннего изучения морфологических особенностей современного рельефа Советского Союза. Вследствие этого Первое Всесоюзное совещание по рассмотрению основных направлений в развитии геоморфологической теории было ориентировано не только на решение ряда сложных научных вопросов, но и на анализ некоторых весьма важных практических задач, так как строение рельефа определяет проведение тех или иных мелиоративных работ, способствующих быстрейшему выполнению Продовольственной программы.

История изучения рельефа Сибири и Дальнего Востока убедительно свидетельствует о том, что разнообразие морфологических особенностей их земной поверхности послужило основой успешной разработки главнейших теоретических положений современной геоморфологии.

В начале 80-х годов прошлого столетия И. Д. Черский впервые высказал обоснованные представления о древних этапах выравнивания рельефа Сибири и оценил роль эндо- и экзогенных факторов в развитии денудационных процессов. Он предвосхитил основополагающие и широко известные концепции В. Дэвиса и В. Пенка и определил главнейшие направления в проведении дальнейших исследований по изучению рельефа Сибири и Дальнего Востока. В 30-е — 40-е годы нашего столетия в познание рельефа Сибири большой вклад внесли Р. С. Ильин и В. А. Обручев, работы которых способствовали развитию геологической составляющей в проведении геоморфологических исследований и во многом предопределили развитие морфоструктурного направления в изучении современного рельефа.

В начале 30-х годов новые направления в развитии теоретической геоморфологии определили положения М. А. Усова о том, что «сложный процесс формирования и преобразования различных форм рельефа всегда связан с очень большим перемещением минеральных масс как на поверхности земли, так и в самих горизонтах литосферы и астеносферы» [Усов, 1934, с. 3]. За рубежом первые высказывания о необходимости изучения истории развития рельефа с учетом положений М. А. Усова были опубликованы лишь в 50-х годах в работах А. Стралера. За последнее время в связи с развитием системно-формационного подхода подобные определения геоморфологии пришли на смену более раннему высказыванию о том, что «геоморфология — наука о рельефе Земли», далеко не полно раскрывающему ее содержание.

М. А. Усов не только отнес установленные факты грандиозного перемещения минеральных масс к основному закону геоморфологии, но и

впервые ввел высказанные положения в определении самой геоморфологической науки.

За последние двадцать лет в связи с составлением и изданием много-томной серии «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока» сибирские геоморфологи первоначально уделили большое внимание проведению палеогеографического анализа путем поэтапного рассмотрения палеорельефов обширных территорий на протяжении всей истории и пред-истории рельефа, т. е., как правило, на протяжении мезозойской и кайнозойской эр. Современный рельеф при таком подходе предстает в качестве заключительного звена в длинной и сложной цепи палеогеографических явлений. На этой базе сибирские геоморфологи последовательно рассмотрели теоретические основы нового учения о геоморфологических формациях и перешли к широкому использованию системного подхода в глубоком познании ведущих закономерностей в истории формирования современного рельефа.

История развития науки и техники убедительно свидетельствует о том, что формирование теоретических воззрений всегда предопределяется решением тех или иных практических задач. Так, например, выполнение большого объема нефтепоисковых работ в пределах древних и молодых платформ нашей страны в 40-е — 50-е годы способствовало быстрому развитию морфоструктурного направления в познании рельефа земной поверхности, а усиление работы в области широкой мелиорации и в природоохранной картографии позволило обособовать системно-формационный подход в познании строения земной поверхности в пределах развития горного, предгорного и равнинного рельефов. В связи с этим значительно активизировались теоретические исследования геоморфологов, успешно развивавших климатическое направление в познании современного рельефа. К их числу в первую очередь относятся геоморфологи Казанского университета, разработавшие основные положения климатической геоморфологии денудационных равнин, и геоморфологи Тихоокеанского института географии Дальневосточного научного центра.

Развитие народного хозяйства нашей страны требует от геоморфологов детального анализа морфологических особенностей современного рельефа в свете решения задач мелиоративной практики. Для этого необходимо объединить усилия приверженцев морфоструктурной и климатической геоморфологии и сторонников системно-формационного направления на базе совместного и взаимосвязанного анализа геоморфологических ландшафтов, проникновения в механизм рельефообразующих процессов, отражающих динамику рельефа и изучения пространственных, функциональных и исторических взаимоотношений между биосферой и сферой морфогенеза. Это три главнейшие направления в развитии советской геоморфологии, позволяющие твердо обосновать предмет ее исследования.

Геоморфология как наука формировалась на рубеже геологии и географии. В 40-е — 60-е годы нашего века укреплялись геологические позиции в науке о рельефе земной поверхности. Это в свое время было необходимо и способствовало развитию планетарной геоморфологии, познанию истории развития рельефа и широкому проведению палеогеографических реконструкций, но вызвало пробелы в изучении морфологии рельефа, в познании современных рельефообразующих процессов и в разработке методов их прогноза в связи с широким проведением мелиоративных работ. В ближайшие годы необходимо сделать все возможное, чтобы геоморфология стала в полном смысле морфологической наукой о земной поверхности, владеющей всеми современными методами количественного анализа и способной управлять развитием рельефообразующих процессов в пределах всех культурных и природных ландшафтов.

В свете высказанных положений перед участниками Первого Всесоюзного совещания по рассмотрению основных направлений в развитии геоморфологической теории были поставлены три основные задачи:

1. Критически рассмотреть все существующие направления в развитии геоморфологической теории.

2. Определить основные направления в дальнейшей разработке поставленной проблемы.

3. Подготовить рекомендации к составлению объединенного плана последующих коллективных исследований.

В целях дальнейшей активизации координационной деятельности Геоморфологической комиссии Академии наук СССР и ее Сибирской секции вся подготовка к очередному XVII пленуму проходила в трех направлениях. На протяжении пяти лет на страницах журнала «Геоморфология» публиковались критические статьи по вопросу о содержании и основных задачах геоморфологии. По этой теме были изданы оригинальные монографии и тематические сборники. Особое внимание оргкомитет впервые уделил заблаговременной подготовке двух специальных сборников, в которых были опубликованы 32 доклада по трем главнейшим направлениям в развитии геоморфологической теории: морфоструктурному, климатическому, системно-формационному. Одновременно по этим же темам оргкомитет опубликовал развернутые тезисы 79-ти дополнительных докладов.

Проведенная подготовительная работа позволила ознакомить всех участников XVII пленума Геоморфологической комиссии АН СССР с развернутым содержанием общей программы. Поэтому основное внимание было уделено всестороннему критическому рассмотрению поставленной проблемы после трех вводных коллективных докладов, в которых был дан общий анализ причин возникновения дискуссии о содержании геоморфологии. В целом можно считать, что новый подход к организации работы XVII пленума полностью себя оправдал. Он четко выявил наиболее острые проблемы нашей науки и определил пути их дальнейшей разработки.

Первое Всесоюзное совещание по рассмотрению основных направлений в развитии геоморфологии прошло в деловой и дружеской обстановке; советские геоморфологи смогли детально обсудить различные аспекты развития науки о рельефе земной поверхности.

В итоге проведенной работы участники совещания пришли к выводу о том, что рельеф земной поверхности, создаваемый в результате согласованного и равноправного взаимодействия эндогенных и экзогенных сил, должен изучаться с различных позиций на локальном, региональном и глобальном уровнях. При этом важнейшей задачей является укрепление творческих связей со смежными науками и взаимный обмен информацией об исследованиях, проводимых в рамках национальных и международных программ и проектов. Совещание подтверждает, что геоморфология является самостоятельной геолого-географической наукой и подразделение ее на отрасли и направления не нарушает ее единства.

В. А. Николаев

А. Л. ЯНШИН

О СОВРЕМЕННОМ ПОЛОЖЕНИИ В ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

Необходимо остановиться на некоторых моментах из истории геоморфологии. Отдельные работы с попытками как-то объяснить образование современного рельефа Земли появились еще в XVII в. В XVIII в. было много работ английских геологов и географов, которые пытались связать образование рельефа с великим потопом. Настоящая научная геоморфология представляет собой дисциплину сравнительно молодую, сложившуюся в конце прошлого века в результате работ американских и немецких геологов. В Америке эпохальной работой считают работу Вильяма Дэвиса о географических циклах, опубликованную в 1899 г. Чтобы понять последующую критику идей Дэвиса, нужно иметь в виду, что геологи тех времен считали современной эпоху атектонической. Хотя еще за 10 лет перед тем появились работы относительно оз. Боневиль и понятие об эпейрогенических движениях, представление о том, что мы живем в эпоху тектонического покоя, господствовало не только в конце прошлого, но и в первой половине нынешнего века. Я хочу напомнить, что в 1924 г. появилась наиболее крупная работа Ганса Штилле «Grundfragen der vergleichenden Tektonik». Все тектонические движения в ней были размещены по фазам, современная же эпоха считалась лишенной каких бы то ни было тектонических движений, и все горы рассматривались созданными во время альпийской складчатости 20—25 млн. лет назад. В обстановке таких тектонических воззрений сложилось учение В. Дэвиса о географических циклах. Как и большинство геологов того времени, он считал, что были определенные эпохи быстрых тектонических движений, последняя из них — альпийская, а дальше вся работа по созданию современного рельефа сводилась к действию различных экзогенных факторов. По характеру разрушения тектонических поднятий он выделял разные типы развития рельефа: водно-эрозионный (основной) ледовый, аридно-эоловый, карстовый. По идее Дэвиса, поднятия могут создаваться быстро, причем часто повторно, а потом разрушаться до стадии почти равнины — пенепплена.

В Германии вопросами развития рельефа еще в конце прошлого века занимались геологи Фердинанд Рихтгофен, Альбрехт Пенк (отец В. Пенка), а также Вальтер Пенк, с именем которого связано учение о морфологическом анализе. В отличие от Дэвиса В. Пенк ясно понимал, что современная эпоха не является эпохой тектонического покоя, тектонические движения, в том числе и горообразующие, продолжают. Нас в этом убеждают геодезические измерения высот поднятий, материалы о раздвижении блоков земной коры в одних местах, сближений, надвигании друг на друга — в других. В. Пенк внес крупное новшество в геоморфологию, исходя из того представления, что разрушение и создание рельефа — процессы одновременные, текущие параллельно. Он ввел в свое учение понятие о типах образования рельефа: восходящем (размах тектонических движений превышает скорость денудации), нисходящем (величина поднятия меньше величины денудационного развития) и равновесном. Основываясь на таких представлениях, он развил учение о предгорных лестницах, связанных со стадиями поднятий и выравниванием, не приводящим, однако, к образованию равнин. Допускалось также образование очень

выровненных поверхностей, близких к тому, что В. Дэвис называл пепеленами.

Принципиально новый шаг в развитии мировой геоморфологии сделали советские географы, главным образом И. П. Герасимов и К. К. Марков, в предвоенные и послевоенные годы. То новое, что они принесли в геоморфологию, заключалось в историческом подходе к изучению современного рельефа с рассмотрением предшествующих стадий развития рельефа данной территории. В своих работах они рассматривали развитие рельефа крупных регионов и нашей страны в целом по крайней мере с начала неогена. В северной части были отмечены изменения рельефа, внесенные покровными оледенениями, а в азиатской части — связанные с распространением вечной мерзлоты; рассмотрены влияние оледенений на создание наблюдаемых в настоящее время форм рельефа и характер перестройки рельефа в условиях современного климата. И. П. Герасимов в 1959 г. ввел термины для обозначения наиболее характерных групп рельефа: геотектура (для самых крупных элементов рельефа планеты), геоструктура и геоскульптура (для элементов рельефа, созданных экзогенными факторами). Историческое направление, важное для объяснения сложившихся и наблюдаемых сегодня особенностей рельефа, получило широкое развитие, особенно у нас в СССР: рельеф стали рассматривать как результат длительного процесса, проходившего в разных условиях. При таком подходе в Сибири с участием московских геоморфологов создана 14-томная монография «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока». Под руководством А. П. Рождественского заканчивается монография по геоморфологии современного Урала, в которой, начиная с ранних послегерцинских этапов, исследуется история развития рельефа и выделяются участки с разным его возрастом.

На рубеже первой и второй половин XX в. новым крупным вкладом в геоморфологию явились работы французских геоморфологов, которые и в более раннее время шли своими путями, независимыми от несколько догматичных концепций Вильяма Дэвиса и Вальтера Пенка. Французские ученые, которые сгруппировались вокруг журнала «Revue de géomorphologie dynamique», главным образом Ж. Трикар, Шоллей, А. Кайё и др., отчасти Мартонн (у нас переведена его книга «Геоморфология Франции»), шли не от какой-то определенной схемы, всегда недостаточно отражающей действительное разнообразие природных процессов, а от детального изучения конкретных элементов рельефа и восстановления истории создания этих форм. Особое внимание обращалось на то обстоятельство, что процессы разрушения созданных когда-то орогеническими движениями горных массивов и сооружений протекают неодинаково в условиях разного климата: при различном количестве осадков, разной сумме годовых температур. Был накоплен большой фактический материал, собранный перед второй мировой войной в колониях, располагавшихся на всех широтах и континентах в самых разнообразных климатических условиях. Именно в работах Ж. Трикара, опубликованных в 1949, 1951 и 1953 гг., выделены два главных направления исследований: структурная и климатическая геоморфология. Эти термины принадлежат французам и вошли в нашу отечественную геоморфологию.

Приблизительно в то же время в трудах американских геоморфологов, в основном канадского геоморфолога А. Н. Стралера, появляются призывы к системному подходу при изучении геоморфологических явлений. В 1950 г. была опубликована серия статей А. Н. Стралера, в которых использовался термин «системный подход» и содержался призыв отказать от схем Дэвиса и Пенка, изучать конкретное явление рельефа с учетом климатического и структурного факторов одновременно.

В отечественной литературе наиболее полно системный подход представлен, пожалуй, в трудах О. В. Кашменской, хотя попытки такого подхода были и в работах других геоморфологов. С моей точки зрения, название «системный подход» неудачно, так как я не могу назвать бессистемными или асистемными подходы других геоморфологов. В част-

ности, работы французских геоморфологов, безусловно, основаны на системном подходе, на учете великого разнообразия факторов, определяющих рельеф. Тем не менее в работах, получивших название системных, есть много принципиально нового. В основу исследований Стралера и Кашменской положен анализ баланса энергии и баланса масс разрушаемых, переносимых, отлагаемых. В системных работах делается попытка количественного математического подхода к определению основных компонентов геоморфологического процесса. Поэтому, считая название неудачным, я в то же время признаю безусловную полезность идей, заложенных в анализе геоморфологических явлений авторами этого термина.

У нас крупные геоморфологические наблюдения проводились еще геологами старого, дореволюционного Геологического Комитета. Много ценного в отношении происхождения отдельных элементов рельефа и рельефа целых территорий можно найти в работах Н. П. Никитина, А. П. Павлова, Ф. Н. Чернышева и других геологов-комовских геологов. В послереволюционное время началось развитие уже собственно геоморфологического направления. Этим у нас занимались преимущественно географы: академики А. А. Григорьев, И. П. Герасимов, К. К. Марков, несколько ранее — профессора А. А. Борзов, И. С. Щукин, Я. С. Эдельштейн, внесшие много нового в развитие геоморфологии.

В 1958 г. в Академии наук была создана специальная Геоморфологическая комиссия, которая возглавила и начала координировать работы геоморфологов в разных концах Советского Союза. Сейчас у нас геоморфология получила широкое развитие в связи с выявлением несомненной практической ценности геоморфологических наблюдений и выводов. Это касается прежде всего определения закономерностей размещения россыпных месторождений: золота, касситерита, платиноидов. Ценными оказались также геоморфологические наблюдения при создании крупных гидротехнических сооружений: для выбора мест постройки плотин, которыми сейчас перекрыты все крупные реки, кроме Лены. Хорошие знания современного рельефа и истории его возникновения потребовались также при разработке проектов мелиорации (улучшения земельных площадей), проложения каналов для орошения. В результате четко выявившейся практической ценности геоморфологических исследований геоморфология как отдельный предмет стала преподаваться в большинстве вузов, создались геоморфологические ячейки в академиях наук союзных республик, во многих производственных министерских геологических учреждениях. Армия геоморфологов стала у нас очень многочисленной. Геоморфологическая комиссия созывает пленумы, где разбираются различные насущные вопросы геоморфологии. Хочется напомнить тематику предыдущих пленумов Геоморфологической комиссии.

Первый такой пленум был создан в 1960 г. в Москве. Он был посвящен выяснению общего состояния геоморфологии в стране. Нужна была информация о том, где что делается, какие существуют мысли, разработки, обобщения.

Второй пленум проходил в 1962 г. в Саратове. На нем рассматривались проблемы поверхностей выравнивания.

Третий — в 1963 г. в Ленинграде. Темой его было геоморфологическое картирование.

Четвертый — в 1964 г. в Москве в МГУ — был посвящен проблемам неотектоники и ее влиянию на рельеф горных и равнинных стран.

Пятый проходил в 1965 г. в Новосибирске. Он носил региональный уклон: на нем рассматривались проблемы геоморфологии и неотектоники Сибири и Дальнего Востока.

Шестой — в 1967 г. в Уфе — был посвящен проблемам палеогеоморфологии. На нем при активном участии А. П. Рождественского рассматривались этапность в развитии рельефа, не в дэвисовском смысле, а в смысле наложения друг на друга этапов развития при разных физико-географических условиях.

Седьмой — в 1968 г. в Киеве — рассматривал проблемы современных экзогенных рельефообразующих процессов.

Восьмой — в 1969 г. в Ленинграде — был посвящен структурно-геоморфологическим исследованиям при поисках нефти и газа, главным образом геоморфологическим признакам, по которым можно искать положительные структуры в равнинных областях.

На девятом в Иркутске в 1971 г. вторично рассматривались проблемы поверхностей выравнивания.

Десятый был создан во Фрунзе в 1973 г. и посвящен проблемам структурной геоморфологии горных стран.

Одиннадцатый — в 1975 г. в Ленинграде — вновь рассматривал принципы и задачи геоморфологического картирования.

Двенадцатый — в том же 1975 г. во Владивостоке — был посвящен географии и геоморфологии шельфов.

Тринадцатый — также в 1975 г. в Хабаровске — рассматривал геоморфологию тихоокеанского горного пояса, крупнейшую геотектуру нашей планеты.

Четырнадцатый — в 1977 г. в Новосибирске — был посвящен истории развития речных долин, проблемам мелиорации земель, геоморфологическому аспекту этих проблем.

Пятнадцатый — в 1978 г. в Казани — впервые рассматривал роль антропогенного фактора в формировании рельефа. Пленум проходил под девизом: климат — рельеф — деятельность человека.

На шестнадцатом пленуме в 1979 г. в Иркутске рассматривались типы гор и механизмы горообразования.

Наконец через три года был создан семнадцатый пленум.

Еще на предыдущем иркутском пленуме было решено, что очередной пленум Геоморфологической комиссии будет посвящен обсуждению основных направлений, сложившихся в современной геоморфологии. Их современному состоянию. Их критике. Определению путей дальнейшего развития геоморфологии. В соответствии с этим был создан оргкомитет, который счел необходимым представить на нынешнем пленуме три основных доклада по трем направлениям в геоморфологической теории: «Морфо-структурное направление в геоморфологических исследованиях» (С. К. Горелов, А. Г. Золотарев, Г. И. Худяков), «Основные проблемы морфоклиматической геоморфологии» (А. П. Дедков, Д. А. Тимофеев), «Сущность системно-формационного подхода в геоморфологии и системный анализ» (В. А. Николаев, О. В. Кашменская, А. В. Поздняков, З. М. Хворостова).

Участники XVII пленума представляют географические учреждения 38 городов: 18 университетов, 5 пединститутов, 33 НИИ академических и министерских, ряд производственно-геологических объединений. Последнее очень приятно, поскольку показывает, что пусть не все, но какая-то часть производственных геологических управлений придает серьезное значение развитию геоморфологических исследований на тех территориях, которые они обслуживают.

Н. А. ФЛОРЕНСОВ

О СОСТОЯНИИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ГЕОМОРФОЛОГИИ

На XVII пленуме Геоморфологической комиссии АН СССР (Новосибирск, 1983 г.) обсуждались общие и частные вопросы геоморфологии с целью дальнейшего совершенствования ее теоретической базы. Действительно, геоморфология наших дней — одна из важных наук о Земле, без

которой не обойтись и многим другим отраслям знания, и небезынтересно представить себе путь ее развития, тем более что уже давно в среде самих геоморфологов не существует на этот счет единого мнения. Наиболее «общим местом» имеющихся высказываний, как кажется, является неудовлетворенность состоянием общей геоморфологической теории как некоей верховной идейной концепции. Наряду с такими высказываниями вносятся и позитивные предложения. В чем же причина такого действительного или воображаемого кризиса геоморфологии?

Одной из причин является, возможно, промежуточное положение геоморфологии между такими широчайшего охвата «меганауками», как география и геология, и существовавшая долгое время разница в подходах географов и геологов к оценке содержания и задач науки о рельефе. Еще В. Дэвис считал главным в развитии рельефа смену географических циклов, а В. Пенк называл цель своего морфологического анализа чисто геологической.

Другая причина заключается, по-видимому, в особенностях развития геоморфологии за последние полвека. 30—40-е годы в истории отечественной геоморфологии характеризовались интенсивным накоплением описательного материала, его картографированием, а также критическим пересмотром теоретического наследия А. Пенка, В. Пенка, В. Дэвиса, А. Геттера и других зарубежных ученых. Критика, развернувшаяся главным образом с методологических позиций, была суровой, но все же не колебала основы, например, учения о циклах эрозии — признания историзма рельефа, его постоянной тенденции к выравниванию, как и представлений о тесной зависимости склонообразования с неотектоническими движениями земной коры. Взятые в целом идеи В. Дэвиса, как и взгляды В. Пенка, были преждевременно объявлены односторонними и даже метафизичными. Переводы классических работ названных авторов на русский язык увидели свет лишь в 60-е годы.

Критический период в советской геоморфологии был закономерен и необходим для следующего периода — появления новых теоретических понятий и создания новой терминологии. Так, взамен «больших складок» В. Пенка (прерывистых во времени изгибов земной коры) свою модель образования горных поверхностей выравнивания предложил Б. Л. Личков, отстаивавший в этом процессе примат прерывистых вертикальных движений и не видевший принципиальной разницы в образовании поверхностей выравнивания в горах и террас в речных долинах. К. К. Марков выдвинул концепцию гипсометрически и климатически обусловленных геоморфологических уровней. И. П. Герасимов, развивая идеи О. Энгельна, выдвинул понятие о морфоструктуре как устойчивом во времени геоморфологическом выражении (и одновременно конкретном остове рельефа) тектонической структуры. По существу, это был решительный шаг к геологизации геоморфологии или, точнее, путь, прямо ведущий к рельефу от геологии, от строения субстрата. Л. Кинг выступил с новыми идеями о механизме выравнивания — педиפלенизации, сохранив при этом в своей общей концепции «большие складки» В. Пенка, названные им «климатогенами». В 50-е и 60-е годы советскими исследователями был изучен механизм образования многих климатически обусловленных комплексов форм в горах и на равнинах. Особенно продвинулось вперед понимание происхождения форм ледниковой денудации, криогенных, карстовых, эоловых, береговых. Путем стационарных наблюдений стали изучаться склоновые процессы в самом широком смысле. Преимущественно на той же «экзогенной» базе развивались прикладные направления геоморфологии. В целом пройденный период можно охарактеризовать как углубление отдельных сторон и направлений геоморфологии почти без попыток перестройки ее на принципиально новых позициях.

Как бы то ни было, современное состояние теоретической базы геоморфологии продолжает считаться неудовлетворительным. Разделяя прежде такую точку зрения, автор в настоящее время смотрит на будущее геоморфологии с гораздо большим оптимизмом, хотя надо признать,

в ней имеют широкое хождение недостаточно отточенные понятия, несовершенна терминология, спорны даже некоторые общие положения. Все это так. И все же наука о рельефе Земли в целом стоит на верном пути.

Автором уже неоднократно указывалось, что геоморфология наших дней вышла на передний край науки, поскольку ей оказались посильны решения труднейших задач, особенно обострившихся в наш научно-технический век. Первая из них — способность к обоснованным прогнозам природных явлений и тех, что порождаются вторжением технических (антропогенных) воздействий в течение природных процессов. Вторая задача, выполняемая геоморфологией во все расширяющемся общении человечества с космосом, — это предшествующая, как правило, всем остальным средствам и операциям оценка природы поверхности небесных тел по морфологическим критериям, выработанным и проверенным в земных условиях. Но если так, о каком же отставании геоморфологии от прочих наук о Земле может идти речь? Не следует ли вспомнить еще и о том, что морфологическими, а не иными методами была установлена неожиданная для всех картина распространения на всей Земле кольцевых (центральных) структур, доставленная нам космическими фото- и телевизионными изображениями. Или другой пример — открытие в послевоенные годы с помощью морфологических исследований Мировой рифтовой системы срединно-океанических хребтов и рассекающих их продольных впадин, резко изменившее многие классические представления в геологии, вызвавшее появление гипотезы мобильных литосферных плит, идею о спрединге и т. д.

Достаточно взглянуть на смежные или более удаленные от геоморфологии науки о Земле, чтобы увидеть в них близкое или аналогичное положение с их теоретической базой. Ни одна из них не обладает законченной теоретической основой. Нас смущает быстро идущее внедрение в большинство наук о Земле математических и физических методов, новые изощренные методы измерений различных природных параметров, тончайшего анализа вещества. В какой-то мере это необходимо и геоморфологии, но эта мера, поскольку мы имеем дело с морфологической наукой, в высшей степени специфична. Самое же главное, с нашей точки зрения, состоит в том, что еще не создана (и с этим, кажется, все согласны) общая теория развития Земли, в рамках которой только и смогут найти свое место производные и согласованные с такой общей теорией идейные основы отдельных наук, изучающих разные части и свойства нашей планеты.

Непременным условием успешного развития в наше время наук, в том числе естественно-исторических, является внедрение в них методов количественного анализа, и вообще возможность количественных оценок. Переход от качественно-описательного к количественно-аналитическому языку и мышлению коснулся, хотя и в разной степени, всех наук. Геоморфология занимает в этом отношении, по-видимому, такое же место, как, скажем, палеогеография или историческая геология, хотя, казалось бы, имея дело с рельефом, характеризующимся с внешней стороны положением точек земной поверхности в пространстве, в ней могут и должны быть использованы различные геометрические методы. Так оно и есть на самом деле, и геометрические приемы составляют в геоморфологии целое направление — морфометрию, возможности и перспективы которой нельзя недооценивать. Предложены и с успехом применяются много морфометрических методов (в чем особенно преуспела саратовская геоморфологическая школа), но цельного учения пока не создано. Разумеется, немалый интерес вызывают опыты тренд-анализа рельефа и другие подходы. В общем, можно сказать, что в области количественных характеристик геоморфология развивается если и медленно, то неуклонно. Немало сделано и в изучении физики геоморфологических процессов, хотя, пожалуй, наибольшее отставание имеется именно в этой области, за исключением достижений мерзлотоведов, советских и зарубежных вулканологов. Соответствующие разработки особенно многочисленны в

прикладных направлениях, в первую очередь в инженерной геологии, которая по своим задачам и методам их решения по существу сливается со строительной или инженерной геоморфологией. При наличии немалого количества моделей, относящихся к динамике склоновых процессов, геоморфология еще далека от разработки общей теории движения рыхлых масс по земной поверхности — постоянно действующего механизма рельефообразования. Предпосылки для создания такой теории, можно сказать, налицо.

Когда мы говорим о необходимости изучать геоморфологические объекты и процессы мерой и числом, то иногда, пожалуй, забываем, что же, с какой целью и точностью мы должны изучать количественными методами. Если по отношению к процессам это достаточно ясно, то по отношению к самому рельефу ясно не всегда. Ведь земная поверхность и ее рельеф — это не синонимы. Последний — одно из свойств первой, пусть главное в ней — ее форма, но это не все. В геоморфологии под рельефом принято понимать форму твердой земной поверхности. А что представляет собой реальная, географическая земная поверхность? Попробуем остановиться на этом, кажущемся несколько странным вопросе.

Пожалуй, только в гористых пустынях да на высоких горах (но не самых высоких, закованных в льды), например типа большинства сибирских гор, возвышающихся над границей леса, но не достигающих снеговой линии, так называемых гольцов, мы видим в натуре рельеф твердой земной поверхности. Слишком мало мы бы знали, если бы довольствовались этим. Поэтому в понятие о земной поверхности, изучаемой наукой о рельефе, входят и обширные пространства суши и морского дна, сложенные рыхлыми или полурыхлыми осадками разнообразного происхождения и возраста, вплоть до современных. Составляющий их материал — плоть от плоти земной коры. И если таким пространствам в общем свойствен более ровный, спокойный рельеф, то местами он может оказаться и очень сложным. Но остается еще много мест и площадей, покрытых льдами, материковыми или горными, где гидросфера в твердой фазе прямо образует физическую земную поверхность, обладающую тем или иным, но всегда специфическим рельефом. Есть на Земле и обширные площади, покрытые и покрываемые громадными массами «отбросов» биосферы, и высокоствольные леса, под покровом которых, да и почв под ними, скрывается подчас на значительной глубине все та же физическая твердая земная поверхность. Все эти разнородные образования, смыкаясь и переходя друг в друга, участвуют в создании образа земной поверхности, ее форм, ее ландшафтов, причем каждое из них развивается по собственным законам. Мерка единого механизма формирования ко всем этим образованиям, очевидно, неприменима. Иными словами, земная поверхность от места к месту разнородна, и, описывая ее с помощью тех или иных моделей, в частности, изображая ее гипсометрию, мы чрезвычайно упрощаем и схематизируем самое явление «рельеф земной поверхности», вводя в совместное геоморфологическое рассмотрение объекты разной природы и разного масштаба. Всем сказанным автор хочет подчеркнуть, что существующие приемы количественного анализа рельефа дают лишь очень приближенное его описание. Моделирование рельефа, его «разрешающая способность» должны быть жестко связаны с масштабом задачи.

Возьмем, например, болото с мочажинами, кочками и прочими атрибутами, свойственными, скажем, умеренному поясу. О рельефе болот, все еще занимающих огромные пространства в нашей стране, несмотря на успехи мелиорации, как о рельефе плоском, мелкобугристом, кочковатом и т. д. мы говорим лишь в применении к нашему житейскому опыту. Где в таком болоте «рельеф твердой земной поверхности»? Он где-то на глубине, невидим, а реальная поверхность болота образована смешением или чередованием масс вещества, принадлежащих по происхождению и фазовому состоянию ко всем внешним геосферам — водной, газовой, твердой земной коре, биосфере. Мы попали в очень сложную природную систему теснейшего взаимодействия и взаимопроникновения всех внешних гео-

сфер! Перед нами слой, объем, а не единая сложная однородная поверхность. И лишь в удалении, поневоле схематизируя, мы сможем подыскать для рельефа подобного болота какое-то простое общее название. А этот пример показывает еще, что под внешней (с течением времени, конечно, меняющейся) формой определенного участка земной поверхности могут скрываться еще многие другие внутренние формы, отнесенные к тем или иным свойствам Земли.

Всем сказанным мы пытались пояснить мысль о том, что в будущем развитии геоморфологии необходимо пользоваться более определенными понятиями, чем «рельеф земной поверхности» в современном, как видим, очень общем и тем самым довольно расплывчатом понимании. На это до сих пор обращалось мало внимания, а ведь вся морфометрия рассчитана на познание строго определенной и совершенно конкретной поверхности. Но разве не верна, хотя и звучит довольно парадоксально, мысль о том, что, например, поверхность геоида реальна, но невидима, тогда как физическая поверхность суши видима, но в большей степени воображаема, будучи «загромождена» самыми разнообразными, как природными, так и антропогенными надстройками.

Рассуждая таким образом, небезынтересно вспомнить о том, что некоторые ученые придают познанию земной поверхности совершенно особое значение даже в самой геоморфологии. По их представлениям, эта реальная поверхность сама по себе составляет (или должна составлять, более того — исчерпывать) предмет геоморфологии. Задача последней с такой точки зрения — изучение динамики единой земной поверхности в связи с изменениями ее положения в пространстве, очевидно, под влиянием тех или иных геоморфологических процессов. Поверхность эта, существуя объективно, материальна, но не вещественна, что особенно подчеркивалось В. В. Ермоловым, С. Л. Троицким, отрицавшими постоянную, прямую и решающую связь морфологии земной поверхности с ее материальным геологическим субстратом. Как видим, для формализации основных научных понятий и применения количественных методик подобная концепция очень удобна. К сожалению, названные авторы не успели ее развить, но и в таком виде она привлекала внимание многих геоморфологов. Вместе с тем казалось, что и в последующем своем развитии и углублении концепция «чистой поверхности» не сможет исчерпать всего богатейшего содержания науки о рельефе, в понимании о котором много условного, однако огромная информация о нем все расширяется, распространяясь на глубинные, даже подкоровые явления. Поверхность земного рельефа — это поверхность раздела не только материальных, но и вещественных сред, свойств которых она не может не отражать. Свойства же эти, в свою очередь, воплощаются в особенностях процессов, протекающих в соответствующих средах и в самой вещественной основе последних, без которой немислимы сами процессы.

В дискуссиях о том, в каком направлении геоморфология будет развиваться дальше, важное место занимает геологический субстрат как геоморфологический фактор. Никто не спорит, что геологический материал, тектонические структуры и движения — главнейшие факторы в построении и развитии рельефа, особенно крупных и крупнейших его черт. Речь о другом: что заключено в выражении «геологическое наполнение форм рельефа» или в выражении «геологическое содержание геоморфологической формы»? Вопрос о роли геологического субстрата в рельефе Земли много раз обсуждался в литературе. Автор придает ему очень большое значение и не считает недопустимым говорить о вещественной основе рельефа, хотя он составлен чередующимися и переходящими друг в друга выпуклыми формами, наличие «наполнителя» для которых естественно; и формами вогнутыми (отрицательными), лишенными геологического наполнения. Автору кажутся недоразумением сомнения на этот счет. Так, в обломке мраморного фриза от какого-либо греческого храма мы видим рельефы, выпуклые и вогнутые части их выполнены по одному и тому же мрамору, и это никого не смущает. Суждения о наличии

геологического субстрата у полой формы рельефа порождены несовершенством применяемой терминологии. Автор недавно предложил заменить искусственные традиционные понятия об отрицательных и положительных формах рельефа понятиями о формах инициальных (начальных), транзитных и терминальных (конечных), основанными на центростремительном направлении потока любых гравитационных масс. С таких позиций субстрат озерной котловины — озерные отложения и подстилающие их коренные породы. Подобным же образом субстрат знаменитой малахитовой чаши в ленинградском Эрмитаже — конечно, малахит. Автор не видит здесь никакого противоречия здравому смыслу.

Мы не можем дольше останавливаться на этом и других вопросах, связанных будто бы с «застоем» геоморфологии. Все существующие в ней направления должны свободно развиваться, не отталкивая друг друга, а стремясь к взаимодействию и углублению тех знаний, которыми мы уже располагаем как многократно проверенными и общепризнанными. А ведь далеко не все ясно в сущности тех геоморфологических процессов, о которых говорилось выше и говорится в учебниках, популярных изданиях и др. Мы до сих пор не знаем тонкостей природных механизмов, создающих, разрушающих и перестраивающих рельеф земной поверхности. Примеров этому можно было бы привести великое множество. Вместе с тем наука вообще и наука о рельефе в частности непрерывно пополняется новыми материалами.

Учитывая незавершенность общей теории развития Земли, мы имеем все основания рассчитывать, что со временем и та поверхность раздела нашей планеты, через которую идет непрерывный энерго- и массоперенос из недр в космос и из космоса в недра, предстанет перед нами в новом научном свете. Несомненно, впрочем, что и это не остановит дальнейшего развития наук о Земле.

С. К. ГОРЕЛОВ, Г. И. ХУДЯКОВ, А. Г. ЗОЛОТАРЕВ

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МОРФОСТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Статья посвящена обзору исследований, достаточно активно проводимых в нашей стране в последние десятилетия. Практически во всех монографиях и сборниках, имеющих прямое или близкое отношение к данной проблеме, считают целесообразным определить свое отношение к понятию морфоструктуры, к основным принципам морфоструктурных (или структурно-геоморфологических) исследований, вплоть до отрицания самого понятия морфоструктура. Разумеется, что в обзорной статье можно коснуться лишь характеристики наиболее общих вопросов, выделив дискуссионные вопросы и направления дальнейшего развития морфоструктурных исследований, представляющиеся наиболее существенными.

Весь предшествующий опыт морфоструктурных исследований в нашей стране указывает на их основную геологическую принадлежность. За рубежом исследования подобного характера (они не называются там морфоструктурными) безоговорочно относятся к разряду геологических наук. С этими положениями нельзя не считаться при общем анализе рассматриваемого направления исследований, формулировках его основных принципов, задач, методов и терминов.

В практике комплексного использования геоморфологических и геолого-геофизических методов с целью оценки генезиса рельефа или решения конкретных геологических задач (например, при поисках различных видов полезных ископаемых и геологическом картировании) подобное на-

правление исследований чаще всего определяется как морфоструктурный анализ или структурно-геоморфологические исследования. Обзор материалов показывает, что в эти формулировки, так же как в определение самого понятия морфоструктура, далеко не всегда вкладывается один и тот же смысл. С точки зрения критического анализа литературных материалов особенно показательны специальные обзоры, сделанные в работах Н. А. Флоренцова [1964а, б, 1978а, б], в статьях Н. И. Николаева [1976] и С. С. Шульца [1976], в последних дискуссионных высказываниях И. П. Герасимова [1978, 1979]. В этом плане можно отметить также статью А. А. Агеева и Н. С. Благоволина [1981], в которой предпринята попытка подвести некоторые итоги новейшей дискуссии о предмете морфоструктурного анализа.

Как известно, Н. А. Флоренцов, Н. И. Николаев, С. С. Шульц и некоторые другие исследователи рассматривают понятие морфоструктура как термин свободного пользования. Н. И. Николаев и С. С. Шульц склонны даже отрицать целесообразность такого термина, наличие самостоятельного объекта морфоструктурных исследований, что, как мы скажем дальше, является крайней точкой зрения. Н. А. Флоренцов предлагает использовать термин морфоструктура лишь для обозначения структурных форм рельефа земной поверхности, имея в виду геологическую субстратную обусловленность различных неровностей современной поверхности Земли.

И. П. Герасимов в специальных комментариях к статье Н. А. Флоренцова, посвященной эволюции понятия морфоструктура, дает следующую трактовку этого понятия (самое последнее определение): «...форма рельефа, созданная тектоническими движениями земной коры в их взаимодействии с процессами денудации и аккумуляции». И добавляет, что «...поскольку одним из выразительных последствий тектонических движений являются вызываемые ими деформации в условиях залегания горных пород, то обязательным методом морфоструктурного анализа рельефа является установление соотношения форм земной поверхности и особенностей ее геологической структуры» [Герасимов, 1978, с. 40] (выделено нами). Иначе говоря, термин «морфоструктура» определяется одновременно в двух аспектах — геоморфологическом (формы рельефа земной поверхности) и в значительной мере в геологическом (соотношение форм рельефа с геологическими структурами).

В упомянутой статье А. А. Агеева и Н. С. Благоволина указывается на наличие тенденций «географизации» или «геологизации» в толковании понятия морфоструктура различными исследователями. При этом, судя по всему, авторы придерживаются географической тенденции, что отразилось, в частности, в предложенных ими основных принципах показа морфоструктур на «Геоморфологической карте СССР масштаба 1 : 2 500 000» [Агеев и др., 1975]. Основная причина возникновения дискуссии по поводу трактовки понятия морфоструктура усматривается в якобы имеющем место противопоставлении между подходами анализа, основанными на сопоставлении рельефа со структурой рельефообразующих пород или изучении геологических структур по их выражению в рельефе, в чем мы не видим принципиального различия.

Противоречивые оценки термина морфоструктура и задач морфоструктурных исследований приводятся во многих докладах, опубликованных к XVII пленуму Геоморфологической комиссии. С точки зрения прикладного использования результатов этих исследований (что очень важно и для формулировки общей научной концепции исследований) можно выделить материалы, содержащие общие методологические оценки. Они делятся на две основные группы.

В докладах первой группы морфоструктурные исследования рассматриваются в основном как комплекс различных геоморфологических методов и приемов, направленных на выделение и изучение тектонически обусловленных изменений рельефа земной поверхности и других элементов природного ландшафта (Л. Б. Аристархова, Ф. В. Захаров,

В. Н. Смирнов, И. Г. Авенариус и др.). Для обозначения указанных изменений рельефа авторами употребляются такие термины, как «структурно-геоморфологические исследования», «морфотектонические исследования», «морфотектоника», «морфологическая или геоморфологическая структура», «геоморфологическая аномалия» и др.

В целом, в большинстве докладов прослеживается тенденция к некоторой «изоляции» морфоструктурных исследований от геолого-геофизических работ прежде всего в плане методическом. Наиболее четко эта мысль выражена в докладе Л. Б. Аристарховой. Рассматривая существующие трактовки понятия морфоструктура, которые, по ее мнению, опираются не на рельеф, а на геологическую структуру, она подчеркивает, что «...безоговорочно согласиться с этим — значит по сути перечеркнуть основы методики структурно-геоморфологического анализа» [Основные направления..., 1982, с. 12].

В докладах второй группы (Н. Г. Волков, А. А. Юрьев, В. В. Юшманов, Н. И. Орлова и др.) морфоструктурные исследования рассматриваются, по существу, как комплексный геолого-геоморфологический метод и соответственно дается оценка морфоструктуре как объемному (часто конформному) геолого-геоморфологическому образованию.

Таким образом, основные проблемы рассматриваемого направления исследований в силу дискуссионности отдельных принципиальных вопросов и различных толкований терминов еще не могут быть сняты с повестки дня.

Можно понять и даже частично согласиться с приведенными выше высказываниями Н. А. Флоренсова, Н. И. Николаева, С. С. Шульца о свободном использовании термина морфоструктура многими исследователями и необходимости уточнения (конкретизации) основных задач морфоструктурных исследований. Действительно, обзор литературных и фондовых материалов показывает, что термин морфоструктура, особенно в последние годы, толкуется по-разному: например, можно встретить такие формулировки этого термина, как «геохимические морфоструктурные аномалии», «морфоструктурные выделы», «морфоструктурные пояса» и т. п. Верно и то, что исследования, которые в настоящее время определяются как морфоструктурные или структурно-геоморфологические, активно развивались и ранее, до появления подобной терминологии.

Однако вряд ли стоит заострять внимание на сугубо негативной оценке как самого термина морфоструктура, так и основных принципов и задач морфоструктурных исследований. Практика, и прежде всего геологическая, убедительно показала популярность данного термина (от которого, по словам Н. А. Флоренсова, «...в настоящее время просто невозможно отказаться» [1978а, с. 38]), а также «жизнеспособность» многих методов морфоструктурных исследований, результаты которых, несмотря на различные толкования применяемой терминологии и некоторых методических вопросов, как известно, используются при решении научных и прикладных задач в сфере наук о Земле. Об этом свидетельствует и включение данной проблемы в программу XVII пленума. Мы полностью согласны с Н. А. Флоренсовым в том, что причина популярности термина морфоструктура, который нередко используется и специалистами, далекими от геоморфологии, заключается в значительной мере в его краткости, внешней выразительности, иными словами, в удобстве пользования. Понятие «морфоструктура», указывает Н. А. Флоренсов, «...характеризуя все многообразие связей между формами залегания геологических тел и формами рельефа, избавляло исследователей от необходимости обсуждать и доказывать в каждом отдельном случае конкретный характер таких связей, а также определять степень соответствия структурных геологических форм форм рельефа. В этом, несомненно, заключалось огромное удобство термина, усиленное описательным характером геоморфологии» [1978а, с. 36].

Мы полагаем, что конструктивная дискуссия по другим общим вопросам морфоструктурных исследований, в том числе по вопросу

содержания и использования самого понятия морфоструктура, безусловно необходима и может оказаться полезной. Не следует забывать, что многие методы и теоретические положения морфоструктурных исследований находятся еще в стадии общего научного поиска, особенно если принять во внимание прикладные аспекты применения этих исследований.

Наши замечания и предложения по указанным выше вопросам сводятся к следующему.

Прежде всего, мы полагаем, что основная причина существующих ныне разногласий по поводу определения термина морфоструктура кроется в первоначальной трактовке этого понятия в работах И. П. Герасимова. Как указывалось выше, данный термин был использован И. П. Герасимовым для типологической характеристики существовавших различных категорий: с одной стороны, формы рельефа земной поверхности, с другой — определенные типы соотношений этих форм с геологическими структурами. Ясно, что подобный «дуализм» в трактовке одного и того же понятия (термина) породил (и, по нашему мнению, не мог не породить) последующие разночтения в конкретных геоморфологических и геологических исследованиях. Геоморфологам, специализирующимся в сфере географических исследований, по понятной причине более импонировало определение морфоструктуры как формы рельефа земной поверхности, тогда как многие геологи и геоморфологи, проводящие исследования в геологических целях, «рациональное зерно» подобного термина увидели во второй части его определения, где говорится о морфоструктуре как о форме закономерного соотношения между рельефом и геологической структурой или наоборот, что одно и то же.

Показательна в этом отношении эволюция морфоструктурных представлений Ю. А. Мещерякова, который по праву считается одним из первых зачинателей морфоструктурного направления исследований в нашей стране.

В большинстве своих ранних работ, в том числе в широко известной монографии, посвященной структурной геоморфологии равнинных стран [1965], Ю. А. Мещеряков придерживался комплексного геолого-геоморфологического подхода к определению понятия морфоструктура. Вспомним его разделение морфоструктур на прямые, обращенные и переходные типы, в основу которого был положен анализ соотношений между рельефом земной поверхности и структурами верхних горизонтов осадочного чехла. Заметим, что именно такой комплексный геолого-геоморфологический подход к анализу морфоструктур и вообще в проведении геоморфологических исследований в значительной мере способствовал росту авторитета Ю. А. Мещерякова как крупного исследователя в области наук о Земле. В некоторых последних работах Ю. А. Мещеряков склонен был употребить несколько иное общее толкование термина морфоструктура. Так, при разработке легенды геоморфологических карт для физико-географического Атласа мира [1964] в качестве морфоструктур он предложил выделять уже различные по генезису преимущественно крупные формы рельефа земной поверхности без их конкретной «привязки» к структурам земной коры.

В последнее время подобную точку зрения развивает А. Н. Ласточкин [1976]. Он полагает, что представлению о морфоструктуре как о выраженной в рельефе геологической структуре противоречат факты геоморфологической невыраженности многих геологических структур. На первый взгляд как будто убедительное возражение. Но при комплексном подходе к изучению рельефа земной поверхности и строения земных недр (а именно так определил основную задачу морфоструктурного анализа И. П. Герасимов) невыраженность геологической структуры в рельефе есть тоже закономерность, которую следует выявлять и изучать. Анализ причин таких закономерностей, наряду с примерами прямого выражения структур в рельефе, особенно важен в практическом отношении, когда ставится задача прогноза глубинного геологического строения по данным морфоструктурных исследований.



4374

Таким образом, возникает вопрос о целесообразности унификации понятия морфоструктура, неизбежно перерастающий в дискуссию и требующий принципиального решения ряда других общих вопросов морфоструктурных исследований. Для обсуждения на XVII пленуме мы предложили три вопроса: оценка общих принципов и различий морфоструктурного анализа и структурно-геоморфологических исследований (эти понятия нередко употребляются в качестве синонимов); основные принципы классификации морфоструктур и структурных форм рельефа и построения соответствующих карт; оценка соотношения морфоструктурных исследований с родственными неотектоническими исследованиями. Необходимость специального обсуждения этих вопросов подчеркивалась в ряде докладов, опубликованных к XVII пленуму (доклады Л. Б. Аристарховой, В. В. Юшманова, Н. В. Думитрашко и др.).

Очевидно, что наиболее приемлемые решения по указанным и другим дискуссионным вопросам морфоструктурных исследований будут достигнуты в процессе дальнейшего развития этих исследований, научного и практического использования их результатов, подобно тому как был принят к широкому использованию термин морфоструктура.

Общую канву для решения многих дискуссионных вопросов морфоструктурных исследований, как нам кажется, удачно наметил Н. А. Флоренсов. Рассматривая возможные пути выхода из «кризисных явлений» морфоструктурного анализа, Н. А. Флоренсов [1978a] предлагает различать два общих подхода: «...перестать видеть в морфоструктурах самые формы рельефа, существование которых действительно обусловлено суммарным непосредственным или опосредованным воздействием на земную поверхность внутренних, внешних и космических сил при весьма изменчивой относительной их роли в пространстве и во времени»; «...в развитие предыдущего тезиса, — указывает Н. А. Флоренсов, — я предлагаю выделять структурные формы рельефа в том понимании, которое имеет в виду „выраженные в рельефе древние и новейшие структуры (точнее, тела) земной коры“». И далее: «...термин морфоструктура полезно и даже необходимо сохранить, но для обозначения ... совокупности присутствующих элементов конформности земной поверхности структурным формам земной коры» [1978a, с. 38].

В приведенных высказываниях Н. А. Флоренсова подкупает, на наш взгляд, стремление различать между собой морфоструктуры и структурные формы рельефа земной поверхности. В самом деле, если мы станем строго придерживаться такого общего подхода в морфоструктурных исследованиях, то, очевидно, появится реальная база, прежде всего в методологическом плане, для унификации как основного термина морфоструктура, так и других принципиальных положений этих исследований.

Мы полагаем, что термин «морфоструктура», вероятно, наиболее целесообразно использовать только для характеристики закономерных связей (соотношений) между рельефом и геологическими структурами. Это полностью отвечает определению данного понятия в ранних работах Ю. А. Мецеракова, второй части определения понятия морфоструктуры в приведенных выше формулировках И. П. Герасимова и определению понятия морфоструктура в интерпретации Н. А. Флоренсова. Иначе говоря, морфоструктуры мы склонны рассматривать как эндогенно обусловленные геолого-геоморфологические образования, связанные процессом единства своего формирования. Ясно, что подобная трактовка понятия требует широкого и глубокого (не по форме, а по существу применяемых методов) комплексирования геоморфологических и геолого-геофизических методов при проведении морфоструктурных исследований, что соответствует указанной выше общей геолого-геоморфологической традиции развития подобных исследований в нашей стране.

Целесообразно сохранить и широко пользоваться термином «структурная форма рельефа». В качестве этих образований целесообразно выделять и изучать только *формы рельефа земной поверхности, обязанные своим происхождением движениям земной коры, при второстепенной роли экзоген-*

ных факторов. Нетрудно видеть, что такое определение соответствует лишь первой части общей формулировки понятия морфоструктура в работах И. П. Герасимова.

Не следует опасаться путаницы указанного выше определения структурная форма рельефа с предыдущей сугубо литоморфной трактовкой данного термина — формы препарировки денудацией пластов различной плотности. Известно, что термины «структура», «структурный» и т. п. в настоящее время большинством исследователей употребляются в динамическом аспекте. Установлено, что абсолютно стабильных структур и форм рельефа не существует и, вероятно, не существовало в геологическом прошлом. Именно поэтому предложенная ранее «пассивная» литоморфная трактовка рассматриваемого термина, как нам кажется, лишилась смыслового значения.

Подразделение исходного термина морфоструктура на два самостоятельных — морфоструктура и структурная форма рельефа — имеет определенную научно-методическую и прикладную ценность. Прежде всего раздельная характеристика структурных форм рельефа и морфоструктур более строго очерчивает круг применения конкретных методов исследования — преимущественно геоморфологических в первом случае и методов сравнительного изучения геоморфологических данных с разнообразными геолого-геофизическими данными во втором. Следовательно, становятся и более строго определенными основные задачи и различия в проведении структурно-геоморфологических исследований и морфоструктурного анализа, которые как бы получают большую самостоятельность. К компетенции структурно-геоморфологических исследований по соображениям методического характера, очевидно, целесообразно отнести исследования, связанные с выявлением и изучением тектонически обусловленных форм рельефа земной поверхности и ландшафта, тогда как основная цель морфоструктурного анализа — сопоставление полученных таким образом геоморфологических данных с результатами геолого-геофизических исследований и нередко их уточнение. Вследствие такого своеобразного «примата» морфоструктурного анализа над более частными структурно-геоморфологическими работами в целом подобные исследования, вероятно, могут быть определены как морфоструктурные — термин, которым мы предпочитаем широко пользоваться в настоящей статье.

Общее подразделение морфоструктурных исследований на структурно-геоморфологические и морфоструктурный анализ предопределяет не только отмеченное различие в основных объектах этих исследований, но и существенные различия принципов классификации их результатов и составляемых карт. А это необходимо для общей упорядоченности (унификации) результатов исследований, без чего трудно рассчитывать на их широкое использование другими специалистами.

Как видно из всего вышеизложенного, в первом случае (структурно-геоморфологические исследования) решение проблемы должно сводиться к историко-генетической классификации тектонически обусловленных форм рельефа земной поверхности, как это нередко делается в настоящее время под флагом морфоструктурного анализа [Асеев и др., 1975]; во втором случае (морфоструктурный анализ) — к подразделению земной поверхности на отдельные участки или крупные зоны, в пределах которых устанавливается тот или иной тип закономерных соотношений между рельефом и геологическими структурами. Поэтому в целях комплексного геолого-геоморфологического анализа, по-видимому, наиболее целесообразна разработка принципов бинарной классификации (рельеф — структура), которая довольно успешно разрабатывалась многими исследователями. Разумеется, что для одного и того же региона может быть составлена серия морфоструктурных карт (в зависимости от того, с какими по возрасту или глубине залегания структурами сопоставляются структурные формы рельефа земной поверхности), тогда как структурно-геоморфологическая карта, по понятной причине, на регион составляется в единственном числе.

Ясно и то, что в указанной общей трактовке понятия морфоструктура данный анализ может быть с успехом применен не только в отношении рельефа современной земной поверхности (точнее, современной геологической эпохи), но и палеорельефа минувших геологических эпох, на базе сравнительного анализа палеогеоморфологических и палеотектонических данных. Подобные исследования и составляемые карты важны в первую очередь для познания процессов эволюции рельефа и осадконакопления, а в итоге — для более разносторонней (объективной) оценки происхождения крупных форм современного рельефа и закономерностей образования обширной группы экзогенных месторождений полезных ископаемых.

Между морфоструктурными и неотектоническими исследованиями много общего, но есть и существенные различия. Сходство намечается главным образом по линии структурно-геоморфологических работ, так как многие крупные структурные формы рельефа современной земной поверхности являются одновременно выраженными в рельефе новейшими (неоген-четвертичными) деформациями земной коры. Н. И. Николаев [1962] и В. А. Обручев [1948], как известно, предлагали выделять в качестве неотектонических те движения земной коры, которыми были созданы основные черты современного рельефа.

Принципиальное различие сравниваемых направлений исследования выявляется преимущественно при сопоставлении основных задач неотектоники и морфоструктурного анализа. По установившейся традиции главная задача новейшей тектоники, как известно, сводится к изучению неоген-четвертичных движений и структур земной коры [Николаев, 1962], тогда как в ходе применения морфоструктурного анализа, направленного в основном на изучение закономерных связей между рельефом и геологическими структурами различного возраста и глубины заложения, естественно, могут быть поставлены задачи более широкого историко-геологического плана. Особенно если принять во внимание принципиальную возможность применения методов данного анализа для палеогеоморфологических реконструкций тектонических обстановок минувших геологических эпох фанерозоя и, возможно, докембрия.

Обзор многочисленных публикаций по морфоструктурным исследованиям и материалы пленума позволяют сделать вывод о достаточно широкой сфере научного и практического применения результатов подобных исследований. В одной статье невозможно осветить все научные и прикладные проблемы, относящиеся к данному направлению исследований. Поэтому выделим лишь некоторые, наиболее существенные. К числу таких, пожалуй, наиболее общих проблем в сфере научного использования результатов морфоструктурных исследований могут быть отнесены морфоструктурные аспекты глобальных современных геотектонических концепций — теории геосинклинального развития земной коры и глобальной тектоники литосферных плит, теории горообразования, морфоструктурный анализ так называемых переходных зон между орогеническими и платформенно-равнинными территориями, морфоструктурный анализ современных геодинамических процессов. В сфере практического использования, кроме ранее рассмотренных проблем (поиски структурных ловушек нефти и газа, геологическое картирование и др.), определенные перспективы намечаются при разработке таких прикладных проблем, как оценка влияния морфоструктурного фактора и новейших движений земной коры на формирование и размещение залежей нефти и газа, использование данных морфоструктурных исследований при изучении закономерностей размещения эндогенной минерализации, сеймотектоническое районирование и сейсмопрогноз.

Подведем основные итоги сделанного обзора. Несмотря на достигнутые результаты, многие принципиальные вопросы морфоструктурных исследований нуждаются в дискуссионном обсуждении. Это касается прежде всего трактовки самого понятия морфоструктура, упорядочения основных принципов и задач структурно-геоморфологических исследований и

морфоструктурного анализа, которые, по мнению докладчиков, следует различать.

При разработке общих научных проблем и концепций морфоструктурного анализа на данной стадии его развития большое значение приобретают регионально-методические исследования в указанных выше целях. Они крайне важны и для разработки геоморфологических аспектов глобальных геотектонических концепций. В этом отношении следует учитывать весьма неоднородное историко-геоморфологическое развитие отдельных крупных участков и секторов земной коры, что наводит на мысль о нецелесообразности чрезмерной унификации морфоструктурных представлений, т. е. рассмотрения генезиса морфоструктур только с точки зрения какой-то одной глобальной концепции или одного общего механизма их образования. Не исключено, что в формировании даже новейших (неоген-четвертичных) морфоструктур различного типа велика роль крупных первичных неоднородностей строения земной коры.

Следует особо подчеркнуть значение историко-геологического (палеогеоморфологического) подхода в морфоструктурном анализе; применяемый в комплексе с различными новейшими методами морфоструктурных исследований, он может обеспечить объективное решение различных научных и прикладных задач этих исследований.

Конечно, сопоставления морфоструктурных, геолого-геофизических, геодезических и других данных совершенно необходимы в процессе регионального морфоструктурного анализа. Но только пройдя через «призму» сравнительного историко-геологического (палеогеографического) анализа, они с большим основанием могут быть использованы при решении как научных, так и практических задач морфоструктурных исследований. В этом отношении следует еще раз подчеркнуть важность комплексного палеогеоморфологического и палеотектонического анализа при проведении морфоструктурных исследований. Становится ясным, что задачи геоморфологии не ограничиваются изучением только рельефа современной земной поверхности. Нужно более активно и широко переходить к изучению палеорельефа (в том числе палеоморфоструктур) минувших геологических эпох. Именно на этом пути могут быть сделаны, вероятно, наиболее значительные открытия в геоморфологии, необходимые не только для создания общей теории эволюции рельефа в истории Земли, но и для решения ряда важных геологических задач. Можно надеяться, что издаваемый в текущем году «Палеогеоморфологический атлас СССР», несмотря на известную схематичность отдельных карт (ведь речь идет о первом исследовании подобного рода и реконструкциях палеорельефа, существовавшего миллионы и сотни миллионов лет назад), сыграет важную роль в разработке выделяемого направления комплексных геоморфологических и геологических исследований.

А. П. ДЕДКОВ, Д. А. ТИМОФЕЕВ

ОСНОВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ГЕОМОРФОЛОГИИ

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ИЛИ ЭКЗОГЕННАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Роль климата и определяемого прежде всего климатом географического ландшафта в формировании и развитии рельефа суши привлекала внимание ученых с начала зарождения геоморфологии как науки (работы А. Пенка, С. Пассарге, П. А. Тутковского, С. С. Неуструева и др.). В кон-

це прошлого — начале нынешнего столетия в трудах В. Дэвиса и В. Пенка были сформулированы основы современной геоморфологии. Однако оба родоначальника науки о рельефе главной задачей считали анализ рельефа и процессов рельефообразования для геологических целей. В соответствии с этим основное внимание уделялось взаимоотношениям между рельефом земной поверхности и геологическими телами, структурами, движениями. Роли климата и географического ландшафта в их современном и палеогеографическом аспектах отводилось второстепенное место. Считалось, что всю сложную, как мы теперь знаем, картину климатоландшафтных воздействий на рельеф можно свести к трем основным типам климата — гумидному («нормальному»), ариднему и ледниковому. Поэтому В. Дэвисом были выделены нормальный географический цикл, характерный для гумидного климата, и два его климатических варианта — аридный и гляциальный.

Современные климатогеоморфологические представления основаны на дифференцировании «нормального» (гумидного) климата.

К середине XX в. благодаря работам зарубежных и советских исследователей стало ясно, что внутри обширного пространства с «нормальным» климатом (вся суша Земли за исключением типичных пустынь и ледниковых областей) рельефообразование в зависимости от конкретных ландшафтно-климатических условий идет разными путями. В результате в послевоенные годы сформировалось новое направление, получившее название «климатическая геоморфология».

Что же является объектом исследования климатической геоморфологии? Обоснованно ли разделение геоморфологии на две более или менее самостоятельные ветви — структурную и климатическую? Или в этом нет необходимости и «...едва ли правильно выделять какой-то особый объект изучения климатической геоморфологии. Ее объектом, как и геоморфологии вообще, является рельеф земной поверхности, но рассматриваемый в специфическом климатическом аспекте» [Спиридонов, 1980, с. 9]. Как видим, автор этих слов все же определяет специфичность если не объекта, то подхода к объекту изучения климатической геоморфологии. Мы считаем, что выделение этого направления в недрах единой науки о рельефе целесообразно и несколько не нарушает ее целостности.

Несмотря на широкое использование понятия «климатическая геоморфология» в качестве названия одного из главных направлений в науке о рельефе, до сих пор нет единого мнения об объекте ее исследования. Один из основоположников климатической геоморфологии французский ученый А. Шоллей считал, что эта отрасль геоморфологии изучает деятельность комплексов и комбинаций факторов экзогенного морфогенеза, которые он предложил называть «системами эрозии». В то же время он подчеркивал, что геоморфология как наука едина и что «облик рельефа создается всегда системой эрозии, обусловленной климатом, но воздействующей на определенные породы, особенности залегания которых подчинены структурно-тектоническим условиям. Терминов «структурная геоморфология» и «климатическая геоморфология» следует избегать в связи с их слишком узким значением, которое не позволяет правильно охватить действительность» [Шоллей, 1959, с. 28]. Отметим, что на близких позициях стоит и И. С. Шукин [1969], считающий, что нет смысла делить геоморфологию на структурную и климатическую.

Приведем несколько определений объекта климатической геоморфологии:

изучение современных форм рельефа и процессов рельефообразования в зависимости от климата, т. е. изучение морфогенетических систем [Tricart, Cailleux, 1972], и анализ условий и факторов (климат, растительность, почвы) деятельности этих процессов;

исследование совокупностей современных геоморфологических процессов [Büdel, 1963] и изучение различий между особенностями проявления в каждой из климатических зон экзогенных процессов и отличий образующейся при этом формы рельефа [Büdel, 1980], а также типов суб-

аэрального рельефообразования и климатически обусловленных структур процессов [Büdel, 1980];

изучение рельефа как элемента географического ландшафта и прослеживание изменений рельефа в разных природных (климатических) зонах и областях [Энциклопедический словарь..., 1968];

выяснение особенностей комплексов экзогенных процессов, воздействующих на рельеф в различных физико-географических зонах [Николаев, 1962];

изучение различий в развитии рельефа по климоморфологическим зонам, выделяющимся по типичным комплексам экзогенных геоморфологических процессов [Demek, 1966];

изучение морфосистем, т. е. комплексов форм рельефа, созданных системой экзогенных рельефообразующих процессов в условиях определенной морфоструктуры и ландшафтно-климатической обстановки [Симонов, 1972];

изучение экзогенных процессов геоморфогенеза и создаваемых ими форм рельефа [Рождественский, 1981];

изучение рельефа, формирующегося под воздействием климатических факторов, т. е. экзогенного рельефа [Скрыльчик, 1976].

Итак, несмотря на некоторые различия, большинство ученых единодушны в признании объектом исследования климатического направления в геоморфологии комплексов (систем, комбинаций) экзогенных процессов и форм, ими создаваемых. В круг вопросов, изучаемых климатической геоморфологией, включаются как современные, так и древние процессы и формы экзогенного морфогенеза. Некоторые ученые предлагают исследовать лишь современные процессы и формы в климатической геоморфологии. Изучением же бывшего экзоморфогенеза и истории его развития должна заниматься климатогенетическая геоморфология [Büdel, 1963].

Как и большинство исследователей, мы считаем, что объектом климатической геоморфологии являются типы экзогенного морфогенеза, специфически проявляющиеся (или проявлявшиеся) в климатогеоморфологических зонах и областях с характерным для них комплексом форм рельефа и направлением их развития [Дедков, 1976; Дедков и др., 1982].

Из вышесказанного следует, что речь идет об изучении типов, процессов, форм экзогенного рельефообразования. Не правильнее ли называть ту часть науки о рельефе, которая их изучает, экзогенной геоморфологией, ибо термин «климатическая геоморфология» иной раз вызывает возражения [Loyda, 1980] своим сугубо климатическим акцентом, тогда как экзогенный морфогенез определяется не только ландшафтно-зональными и климатическими воздействиями, но и структурно-литологическими.

ОБЩИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТИПОВ ЭКЗОГЕННОГО МОРФОГЕНЕЗА

Традиционно изучение ландшафтно-климатических аспектов морфогенеза проводится с позиций зональности его проявления. Не случайно во многих определениях объекта климатической геоморфологии, часть из которых была приведена выше, говорится о климоморфологических, морфоклиматических и просто природных зонах. Исследованию зональности морфогенеза посвящена многочисленная литература. Возможны два пути анализа. В первом случае выделяются территории, сходные по рельефообразующим процессам и формам экзогенного рельефа; устанавливая для них единство климатических условий, исследователи идут от рельефа к климату как фактору рельефообразования. Другой путь предполагает насыщение ландшафтно-климатических (природных) зон определенным геоморфологическим содержанием, т. е. исследователи идут от ландшафта и климата к рельефу как результату взаимодействия ландшафта и климата с земной поверхностью. Любопытно, что при этом границы и число

зон, выделенных тем или другим путем, не всегда совпадают [Асеев и др., 1978].

Так, Ж. Трикар и А. Кайё [Tricart, Cailleux, 1972] выделяют на земном шаре всего четыре морфогенетические зоны: холодную, лесную умеренных широт, засушливую и гумидно-тропическую. Границы этих зон (правильнее — природных поясов [Тимофеев, 1974а]) выделяются в соответствии с границами основных климатических и биогеографических зон (поясов). Морфоклиматические зоны подразделяются на подзоны.

Немецкий ученый Ю. Бюдель, много сделавший для становления и развития климатической геоморфологии, основываясь главным образом на особенностях рельефа и рельефообразующих процессов, выделяет восемь климоморфологических зон современного рельефообразования [Büdel, 1980]. Особенно подробно им разделена гумидная зона (пояс), в пределах которой, исходя из геоморфологических критериев, удастся выделить пять самостоятельных зон: перигляциальная экстремального долинообразования; среднеширотная слабого развития голоценовых процессов и преобладания древних форм рельефа; современная гумидных тропиков активного формирования структурных равнин и останцовых возвышенностей; постоянно гумидных тропиков с ограниченной планацией; периодических пассатных ветров (средиземноморская) с реликтами древнего тропического климата. Кроме этих пяти гумидных зон выделяются гляциальная зона высоких широт и две аридные — тропических пассатных пустынь и континентальных внетропических пустынь с холодными зимами.

Л. Бейер [Beuer, 1981], основываясь также на геоморфологических различиях, выделяет шесть морфоклиматических зон. Однако им приняты сугубо климатические признаки выделения зон — пороговые значения годовых изотерм и соотношения осадков и температуры. Различаются субполярная зона солифлюкции и морозного выветривания, умеренная зона слабой флювиальной деятельности и реликтовых форм, субтропическая зона склонового смыва и временных водотоков, паратропическая зона золотой деятельности и аридных наносов, тропическая зона плоскостного смыва и островных гор, экваториальная зона оползней и долин.

В советской геоморфологии также имеются опыты зонального деления комплексов или типов экзогенного морфогенеза. Напомним о некоторых из них. На геоморфологических картах ФГАМ и в книге «Рельеф Земли» [1967] выделены комплексы форм экзогенного рельефа, объединенные в области морфоскульптуры (заметьте: не в зоны, а в области). Таких областей двенадцать. Проведенные подсчеты [Тимофеев, Лебедева, 1968] позволили объективно судить, с одной стороны, о степени зональности типов морфоскульптур, с другой — о «нормальности» и «анормальности» тех или иных типов экзогенного морфогенеза. Кроме того, эти подсчеты показали истинные площади, которые занимают на земном шаре те или иные зонально-провинциальные пространственно-генетические типы экзогенного рельефа. Выяснилось, например, что ныне 23% всей площади суши занимают области аридной морфоскульптуры. Флювиальная морфоскульптура переменено-влажных тропиков охватывает 15,4% площади суши, а флювиальная морфоскульптура сухих тропиков и субтропиков — 12,7%. Эти три крупные области (зоны) занимают почти половину всей суши.

А. П. Дедков [1976] выделяет семь климатогеоморфологических зон, каждой из которых соответствуют определенные типы экзогенного морфогенеза и континентальной осадочной формации. При этом, как и у Ю. Бюделя, Л. Бейера или Ю. Хагедорна и Г. Позера [Hagedorn, Poser, 1970], наибольшему дроблению подверглись области «нормальной» гумидной эрозии В. Дэвиса. А. П. Дедков подразделяет эти области на пять самостоятельных зон (перигляциальную, умеренную, семиаридную, семигумидную, тропическую и гумидную тропическую), включая сюда традиционные гляциальную и аридную зоны.

По-иному подошел к делению на морфоклиматические области Г. П. Скрыльник, в последние годы активно разрабатывающий вопросы

общей и региональной климатической геоморфологии. Основываясь на исследованиях В. В. Никольской [1972], он выделяет четыре основных типа климоморфогенеза — ксеротермический, ксерокриосный, гигротермический и гигрокриосный [Скрыльник, 1979б]. Не вступая в полемику об удачности и благозвучии предлагаемых терминов, укажем, что принципиально выделение этих основных типов не вызывает возражений. С их помощью тот же автор провел интересный опыт районирования внетропической суши Северного полушария по ведущим факторам климоморфогенеза [Скрыльник, 1979а]. Заслуживает внимания, что выделяемые при этом районировании группы и подгруппы стран не показывают строгого зонального распределения ни на территории Северной Евразии, ни, тем более, в Северной Америке. Это позволяет нам снова вернуться к уже не новой проблеме выявления истинных соотношений между зональностью и провинциальностью (фациальностью) типов экзогенного морфогенеза [Горнунг, Тимофеев, 1958; Асеев и др., 1978]. Насколько зонально пространственное распространение этих типов морфогенеза ныне и в прошлом? Как изменились границы морфоклиматических зон, провинций, областей в геологическом прошлом и как это отразилось в современном и палеорельефах? На эти вопросы еще предстоит ответить.

ИЗУЧЕНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЛОКАЛЬНОМ, РЕГИОНАЛЬНОМ И ГЛОБАЛЬНОМ УРОВНЯХ

Климатическая геоморфология особое внимание уделяет изучению и измерению современных экзогенных процессов, факторов и условий, определяющих деятельность этих процессов или влияющих на их ход, интенсивность и т. д. Именно в особом внимании к исследованию экзогенных процессов Ж. Трикар и А. Кайё [Tricart, Cailleux, 1972] видят преимущества климатогеоморфологического подхода к изучению рельефа по сравнению с классической концепцией В. Дэвиса о циклах эрозии. И в этом направлении геоморфологи объединяют свои усилия со специалистами смежных географических (физико-географы, почвоведы, гидрологи, геоботаники) и прикладных (инженерная геология, гидродинамика) наук.

Г. З. Чагашвили высказал предложение о выделении изучения современных геоморфологических процессов в самостоятельное направление в геоморфологии. Едва ли надо идти так далеко, но значение такого рода исследований неоспоримо.

В последние десятилетия проведены многочисленные исследования типов, механизмов, темпов, энергетики различных экзогенных процессов и динамики образуемых ими форм рельефа. Эти исследования, измерения и расчеты сделаны на различных уровнях познания процессов: локальном — на экспериментальных участках во всевозможных ландшафтно-геоморфологических условиях; региональном — попытки обобщения полученных результатов для отдельных территорий путем картографирования процессов, интерполяции точечных экспериментальных данных на площадь; глобальном — неоднократные опыты подсчета интенсивности деятельности современных процессов для всего земного шара, всей суши, зон и крупных областей.

В итоге этих активно продолжающихся и необходимых коллективных работ накоплен огромный фактический материал, высказаны различные идеи о механизмах процессов, о взаимосвязях с факторами и условиями их деятельности. Все это еще ждет теоретического обобщения, которое, несомненно, поднимет геоморфологию на более высокий уровень познания сложной природно-антропогенной системы — современный рельеф земной поверхности и комплексе процессов его формирования и переустройства.

Однако уже сейчас становятся достаточно ясными некоторые методические подходы к изучению экзогенных процессов и острые теоретические проблемы, требующие скорейшего решения.

Одна из проблем — разработка единых методов, приборов, технического оборудования измерения и мониторинга современных процессов и объединение усилий исследователей разных специальностей (геоморфологов, гидрологов, почвоведов, эрозиоведов, инженерных геологов, мерзловедов и т. п.) в общем деле изучения современных естественных и антропогенно-возбуждаемых процессов эрозии, аккумуляции, абразии, дефляции, медленных и быстрых движений грунта по склонам и т. д. В последние годы проведена определенная работа в этом направлении в рамках национальных и международных программ и организаций. Но этого еще очень мало. А координация усилий совершенно необходима. Достаточно сказать, что, например, изучение и измерение эрозии, дефляции ведутся сейчас во многих районах земного шара, в том числе и в нашей стране, разными специалистами, разными методами и приборами. До сих пор недостаточна информация о проделанной работе и полученных результатах. Фактические данные о скоростях и интенсивности процессов получаются и частично публикуются в различных единицах измерения — весовых (т/га, кг/га), площадных, линейных (мм/год), объемных. Все это затрудняет корреляцию и обобщение данных.

Усилиями геоморфологов, гидрологов, эрозиоведов получены не только новые факты и количественные характеристики процессов эрозии. Стало ясно, что необходимы однотипные наблюдения и балансовые измерения совокупности процессов в пределах оптимально репрезентативных экспериментальных участков. Такими участками предлагается избрать элементарные водосборы, в пределах которых наблюдения и измерения вести по элементарным морфологическим единицам. При этом исследование должно быть комплексными и в них должны приниматься равноправное участие геоморфологи, гидрологи и почвоведы. В итоге можно надеяться получить репрезентативные для сходных по природным условиям водосборов фактические данные и решить старую проблему о соотношении типов и интенсивности процессов между собой. В этом отношении интересно предложение Б. П. Важенина о литосборном бассейне как части земной поверхности, с которой обломочный материал поступает в данный створ. Это близко к идее Н. А. Флоренсова (1978б) о литодинамических потоках и к идеям комплексных исследований в водосборных бассейнах.

Ныне стало ясно, что в разных частях водосбора действуют разные комплексы процессов с разной интенсивностью и режимом в течение года или в многолетнем ходе. Выяснено, что далеко не весь материал, вовлекаемый в движение на водоразделах и склонах, сразу и непосредственно попадает в водоток, реку. Таким образом, получены примерные оценки соотношений между интенсивностью денудации, транзита материала и аккумуляцией на склонах и твердым стоком рек. Считается, что в равнинные реки умеренных широт поступает лишь 5—20% того материала, который перемещается в пределах водосбора [Маккавеев, 1981; Bloom, 1978; Trimble, 1977].

Очевидно и то, что не вся территория водосбора одинаково активна как в отношении интенсивности поверхностного стока, так и в отношении процессов эрозии, крипа, оползания. Разрабатываются эмпирические модели неравномерного (частичного) пространственного участия площади водосбора в формировании речного стока [Dunne, Black, 1970; Ragan, 1968], предложены коэффициенты производительности бассейна, представляющие отношение стока наносов реки к объему суммарной эрозии (денудации) в бассейне [Meade, 1982; Mildner, 1982], разрабатывается концепция комплексной чувствительности или внутренней реакции системы (в данном случае системы водосбор — река) на постепенные внутренние и внешние изменения факторов и условий [Schumm, 1977].

Остановимся на опытах глобальной оценки интенсивности эрозии и денудации, которые приводят порой к противоположным выводам и теоретическим заключениям. Один из таких опытов предпринят А. П. Дедковым и В. И. Мозжериним. Они проанализировали интенсивность эрозии и механической денудации в различных климатических зонах и поясах

равнин и гор земного шара, основываясь на данных о стоке взвешенных наносов в 3,7 тыс. пунктах. Подобные сводки Ж. Корбеля, Н. М. Стрехова и других, известные ранее, основывались на значительно меньшем материале.

ВЫВОДЫ

1. Отчетливо выступает тропический и субтропический максимум эрозии и механической денудации, на фоне которого ландшафтные зоны умеренного и экваториального поясов образуют более низкую ступень. В умеренном поясе ясно выражен максимум в зоне широколиственных лесов и минимум — в полупустынях. В горах самая сильная денудация характерна для нивальной зоны.

2. Статистический анализ показывает, что главными факторами зонального и поясного распределения эрозии и стока наносов являются степень хозяйственного освоения и жидкий сток. На малых реках влияние зональных факторов уменьшается, а зональных (рельеф, состав пород) — возрастает.

3. Под влиянием хозяйственной деятельности человека сток взвешенных наносов крупных рек Земли возрос в 3,5 раза, малых — в 8 раз.

А. П. Дедковым и В. И. Можжериним проведен сравнительный анализ относительной интенсивности процессов по зонам. Они не стремились на основании обобщения очень большого количества цифр сделать вывод, столь частый, о средних скоростях денудации суши в целом и ее отдельных частей. А такие оценки периодически появляются в геоморфологической и геологической литературе. При этом разброс не столько средних цифр, сколько мнений — поразителен. Например, известный английский ученый Е. Браун [Brown, 1980], опираясь на данные о средней интенсивности денудации суши (от долей миллиметра до первых сантиметров в год), путем простейших расчетов приходит к выводу, что денудация суши так велика, что на большей ее части рельеф не старше 1—2 млн. лет. По существу, на основании тех же средних цифр (главным образом по твердому стоку рек) другими исследователями получены совершенно иные выводы. А. Блум [Bloom, 1978] считает, что срез континентов денудацией при ее современных темпах может осуществиться за 10—12 млн. лет, а по мнению Н. И. Маккавеева [1982а, б] — за 22—80 млн. лет. Как видим, расхождения весьма велики — от 1 до 25 и более млн. лет.

Эти примеры показывают, что нужно с осторожностью подходить к глобальным обобщениям и оценкам, особенно если они основаны на средних цифрах. При подобного рода расчетах необходимо учитывать, точнее, исходить из признания чрезвычайной неравномерности деятельности процессов морфогенеза во времени и в пространстве, о чем часто забывают. Неравномерность же морфогенеза проявляется на самых различных уровнях — от локального (элементарный водосборный бассейн, элементарные морфологические единицы, «локальные системы интенсивной денудации» А. Т. Леваднюка, «прерывистая денудация» В. П. Агафонова [1952]) до глобального (зонально-провинциальные различия в интенсивности денудации).

МОРФОКЛИМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭВОЛЮЦИИ И СОХРАННОСТИ РЕЛЬЕФА

Классическая геоморфология (В. Пенк, В. Дэвис и др.) допускала в условиях «нормального» климата лишь одну последовательность (обусловленность) рельефообразующих процессов: тектонические движения → работа рек → склоновые процессы ↔ выветривание.

Современная климатическая геоморфология наряду с изложенной последовательностью считает возможной принципиально иную обуслов-

ленность процессов: изменение климата и растительности → выветривание → склоновые процессы → работа рек.

Направление экзогенного развития рельефа определяется не только движениями земной коры, но и сменами климата и ландшафта, определяющими жидкий и твердый стоки. Работой рек управляют тектонические движения, а также климатически обусловленные склоновые процессы. Фазы врезания и аккумуляции в долинах, расчленения и выравнивания рельефа обусловлены не только тектонически, но и климатически. Так, в недавно опубликованной статье О. Зеуфферт [Seuffert, 1981] выдвигает сугубо морфоклиматическую концепцию эрозионного процесса, объясняющую пространственные и временные различия в отношениях глубинной (ливневой) эрозии, ведущей к долинообразованию, и плоскостной эрозии и денудации, способствующих выравниванию рельефа.

К настоящему времени накоплен большой материал о связи изменений климата в кайнозой, особенно в неоген-четвертичное время, с палеогеоморфологией и историей развития рельефа в разных морфоклиматических зонах и морфоструктурных областях. В Западной и Восточной Европе советскими и европейскими учеными (А. А. Асеев, А. А. Величко, Г. И. Горецкий, А. П. Сигов, А. П. Дедков, Ю. Бюдель, Г. Луис, Г. Мортенсен, Ж. Трикар, Я. Демек, Т. Чудек, М. Печи и др.) с одной стороны, установлены, реликты древних (позднемезозойских, палеогеновых, неогеновых) поверхностей выравнивания тропического, саванного, семиаридного типов, с другой стороны, выяснена роль плейстоценовых ледниковых и перигляциальных процессов в формировании современного облика долин и склонов и покровных отложений на них.

Новые данные получены по палеоклиматам и изменениям морфогенеза в зоне современных тропических и внетропических пустынь, в саваннах и перемежно-влажных тропиках (Ж. Дрэш, Ж. Трикар, Г. Бремер, Х. Меншинг, Ч. Туйдейл, М. Томас и др.). В качестве примера сошлемся на интересный опыт комплексных исследований французских геоморфологов, геологов, почвоведов и геохимиков в тропической Западной Африке. Исследованиями были охвачены территории от пустынь на севере до постоянно-влажных экваториальных лесов на юге. Предметом изучения была миграция вещества в земной коре. Итоги опубликованы в сборнике статей в 1977 г. [Millot, 1977; и др.]. Основной геоморфологической задачей является установление тесных причинных связей между морфогенезом и ландшафтно-климатическими характеристиками настоящего и геологического прошлого. Непосредственно в морфогенезе принимают участие почвенно-геохимические процессы выветривания, образования различного типа кор. При этом показано, что благодаря неоднократным изменениям климата в позднем кайнозойе коры выветривания преобразовывались, разрушались, меняли свое геоморфологическое положение и поэтому не могут служить надежными реперами при датировании разновысотных уровней поверхностей выравнивания, как считалось ранее. Да и сами эти поверхности и разделяющие их уступы подвергались морфологическим изменениям, вызванным сменой климата, почвообразования, условий поверхностного и грунтового стока и т. д.

С точки зрения данных климатической геоморфологии, новое толкование получают и три главных цикла в истории геоморфологического этапа развития Земли, выделенного И. П. Герасимовым и Ю. А. Мещеряковым [1964]. Выясняется, что эти три цикла обусловлены не только тектонически, но и климатически.

Макроцикл глобального пенеппена. Глобальная пенеппенация и глобальное корообразование предопределены относительно стабильным тектоническим режимом в мезозое и господством в это время на Земле влажного и теплого климата.

Макроцикл формирования денудационного ярусного рельефа. Этот рельеф связан не только с активизацией в неогене тектонических поднятий прерывистого характера, но и с «великим остепенением» умеренных и

субтропических широт, в связи с чем интенсивное развитие получили педиментация и педиplanation саванного и полупустынного типов.

Макроцикл террасового развития. Наряду с тектоническими движениями формированию террасовых комплексов в долинах и на побережьях способствовали характерные для четвертичного периода частые и резкие смены климата.

Выявляются и некоторые новые общие закономерности в эволюции рельефа и его сохранности, обусловленные, с одной стороны, непрерывно-прерывистым ходом его развития, с другой — пространственной и временной неоднородностью развития и морфологического строения геоморфологических ландшафтов [Тимофеев, 1974а, 1981].

Непрерывно-прерывистое развитие рельефа земной поверхности означает, что на фоне общего направленного и необратимого пути эволюционных изменений происходят более или менее резкие перестройки, вызываемые внешними по отношению к существующему рельефу факторами (тектонические движения, климатогидрологические изменения).

Кроме этих внешних резких нарушений, в ходе геоморфологической эволюции проявляются нарушения, вызванные внутренними причинами, скрытыми в механизмах саморазвития рельефа. Внутренние причины, действующие достаточно долго, приводят к так называемым пороговым ситуациям (геоморфологическим порогам), когда рельефообразующий процесс резко изменяет форму рельефа, на которую воздействует (например, прорыв шейки меандры). Эти изменения можно называть фазовыми или нарушениями саморазвития в отличие от коренных циклических нарушений, связанных с изменениями в воздействии внешних факторов.

И те и другие нарушения выражаются в морфологии земной поверхности. Иначе говоря, любое изменение земной поверхности, любой ее перегиб как бы хранят память о том событии и о его причинах, которые морфологически оформили этот перегиб или участок поверхности. Тем самым непрерывно-прерывистый или неравномерный ход развития рельефа морфологически запечатлевается в пространственной неравномерности геоморфологических объектов. Наличие же такой временной и пространственной неравномерности обеспечивает возможность сосуществования и соразвития разных не только по морфологии и генезису, но и по возрасту геоморфологических объектов, т. е. возможность сохранения этих объектов или их частей, отдельных их особенностей на фоне непрерывного развития.

С рассматриваемой проблемой тесно связаны теоретические высказывания последних лет ряда советских и зарубежных исследователей об активных, пассивных и нейтральных формах рельефа [Флоренсов, 1978а, б; и др.], об автономности рельефообразования вершинных поверхностей междуречий [Ананьев, 1976], о пространственно-временном геоморфологическом континууме и комплексной чувствительности геоморфологических систем. Группа австралийских ученых [Twidale e. a., 1974] выдвинула идею о двух новых механизмах морфогенеза: усиления и стабилизации. Первый механизм приводит к тому, что единожды возникшая форма рельефа своим существованием так изменяет окружающую обстановку и направляет ход геоморфологических процессов, что они не только обеспечивают сохранение этой формы, но и усиливают ее морфологическое выражение; это один из механизмов саморазвития рельефа. Механизм стабилизации образует статичные, но устойчивые во времени и пространстве формы.

Новые теоретические представления, о которых шла речь, помогают выявить главные причины сохранности геоморфологических объектов. Но неверно было бы эти представления противопоставлять традиционным основам геоморфологического анализа. В то же время сейчас теоретическая геоморфология может подойти к решению таких важных и актуальных проблем, как установление причин и закономерностей морфоструктурной, морфоскульптурной, геоморфологической унаследованности, выяснению морфологических и историко-генетических критериев состоя-

ния геоморфологического климакса, теоретической и практически осуществляемой длительности сохранения отдельных форм, элементов, комплексов форм рельефа.

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ИЗУЧЕНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИЛ РЕЛЬЕФОБРАЗОВАНИЯ

В последние годы в нашей стране и за рубежом публикуются работы, в которых геоморфологи пытаются осветить новые аспекты извечной проблемы анализа и синтеза механизмов и морфологических последствий взаимодействия сил рельефообразования [Рождественский, 1981; Селиверстов, 1982]. Для большинства работ на эту тему характерны поиски доказательств равноправности основных сил морфогенеза — эндогенных и экзогенных (включая в последние и антропогенное воздействие). Подобные взгляды являются как бы реакцией на примат эндогенеза в рельефообразовании, на бурное развитие структурно-геоморфологических исследований и морфоструктурного анализа. Рассмотрим некоторые положения, высказанные по этому поводу.

Прежде всего, существует мнение, что широко бытующее в науке исходное положение о непрерывно-прерывистой борьбе внутренних и внешних сил морфогенеза следует пересмотреть. По мнению А. П. Рождественского [1981, 1982], Ю. П. Селиверстова [1982] и других исследователей, речь должна идти не о борьбе противоположных по своим геоморфологическим результатам действия эндогенных и экзогенных сил, а о согласованном взаимодействии и итоговом равновесии этих сил. Вспомним, что о равноправии эндо- и экзогенных сил писал К. К. Марков [1948]; Ю. А. Мещеряков [1965] говорил о равномасштабности морфоструктур и морфоскульптур; И. П. Герасимов [1959] пришел к заключению о соразмерности средних скоростей тотальной денудации, современных тектонических движений и почвообразования.

Полностью принимая подобный подход к оценке взаимодействия основных сил морфогенеза, мы должны иметь в виду два обстоятельства. Во-первых, и при борьбе сил, и при их согласованном взаимодействии одновременно и взаимосвязанно происходят разрушение созданного ранее рельефа и формирование за счет этого нового рельефа. При этом, как показали недавно на примере горного и равнинного рельефа Монголии С. С. Коржуев и Н. А. Флоренсов [1982], деструкция и конструкция рельефа осуществляются как эндогенными, так и экзогенными процессами.

Во-вторых, вопрос о взаимодействии сил и о геоморфологических результатах этого взаимодействия нужно рассматривать только в аспекте геолого-геоморфологической истории. На отдельных отрезках этой истории в рельефе может наблюдаться преобладание результатов действия тех или иных сил. Но в итоге, за длительный отрезок истории равенство сил несомненно. С этой точки зрения вряд ли справедливы высказывания о том, что результаты деятельности экзогенных процессов скоротечны, а результаты влияния эндоморфогенеза ощутимее на значительных отрезках геологического времени [Summerfield, 1981].

В этом отношении интересные мысли высказаны А. П. Рождественским [1982]. Он предполагает, что современное динамическое равновесие между эндо- и экзоморфогенезом возникло не сразу. В начале геолого-геоморфологической истории нашей планеты преимущество было за эндоморфогенезом (заметим, что, возможно, к этому добавлялось усиленное космическое воздействие — древний метеоритный кратерный рельеф). И лишь с появлением гидро- и биосферы началось согласованное взаимодействие внешних и внутренних сил, шедшее «...в направлении возникновения и последовательного увеличения экзогенных форм рельефа...» [Рождественский, 1982, с. 96]. Итак, шло последовательное усложнение геоморфологических ландшафтов [Тимофеев, 1972], вызванное «непре-

ривно усиливавшимся взаимодействием внутренних и внешних сил рельефообразования, достижения соразмерности и подвижного равновесия между ними» [Рождественский, 1982, с. 96]. Продолжая эту мысль, выскажем в качестве предмета для дискуссии предположение, что если не в настоящем, то в будущем экзоморфогенез станет преобладающим. Уже сейчас он в определенной степени управляет, в том числе и с помощью человека, ходом и интенсивностью эндогенных процессов [Селиверстов, 1982].

Заканчивая на этом обзор основных теоретических достижений, направлений исследования и проблем климатической или экзогенной геоморфологии, подчеркнем еще раз важность и необходимость подобных исследований. Конечно, в обзоре не были освещены все аспекты и проблемы экзоморфогенеза. Так, нерассмотренными остались вопросы о роли «нормальных» и «экстремальных» процессов и условий в рельефообразовании, проблемы антропогенного морфогенеза, экзогенной геоморфологии моря, частные проблемы изучения отдельных экзогенных процессов (например, склоновых, интерес к которым не ослабевает), проблемы динамического равновесия рельефа и геоморфологического климаткса, саморазвития и саморегулирования рельефа. Как видим, круг тем исследования и возникающих при этом задач велик. Это внушает уверенность в перспективности путей исследования, избранных геоморфологией в целом и климатической геоморфологией в частности.

В. А. НИКОЛАЕВ

СИСТЕМНО-ФОРМАЦИОННАЯ КОНЦЕПЦИЯ В ГЕОМОРФОЛОГИИ

Развиваемое в настоящее время системно-формационное направление в познании рельефа земной поверхности синтезирует результаты длительного изучения геоморфологического строения территории нашей страны. Основные положения нового подхода в разные годы были высказаны в работах А. Д. Арманд [1963], А. А. Григорьева [1956], А. Г. Золотарева [1976], Р. С. Ильина [1978], И. П. Карташова [1972], О. В. Кашменской [1980], А. Е. Криволицкого [1971], В. В. Ламакина [1948], В. А. Николаева [1982], В. А. Обручева [1948], Ю. Г. Симонова [1972], Н. А. Флоренсова [1978б], З. М. Хворостовой [1976], А. Л. Яншина [1965а, б].

Еще в прошлом столетии Л. А. Кропоткин обосновал оригинальные суждения о развитии эрозионных долин и широком распространении следов древнего оледенения. И. Д. Черским впервые была высказана мысль о древних этапах выравнивания рельефа Сибири, а П. А. Армашевский сформулировал субаэрально-струевую теорию формирования лёсса. В. А. Обручев убедительно раскрыл исходные позиции нового учения о зонах природы. Вопросы генетической классификации материковых образований и особенности изменения рельефа под влиянием работы поверхностных и подземных вод были рассмотрены в специальной работе А. П. Павлова [1898, 1899]. Р. И. Аболин — автор учения о эпигенемах. В обобщающей работе Р. С. Ильин [1978] уделил большое внимание анализу новейших материалов о природе покровных образований и выказал свои соображения о происхождении лёссов. В. А. Обручев рассмотрел важнейшие проблемы связи рельефа с тектоникой и древним оледенением.

М. А. Усов обратил внимание на определение основных направлений в познании горного и равнинного рельефа: «...геоморфология в основном анализирует геологические процессы, приводящие к образованию и преобразованию форм рельефа и всегда связывающиеся с массовым перемещением минеральных масс на поверхности или в самых верхних горизонтах

мантии» [Усов, 1934, с. 5]. Он пришел к выводу о том, что при формировании рельефа «...скрециваются четыре внешних оболочки нашей Земли: атмосфера, гидросфера, биосфера и литосфера; здесь происходит основная борьба противоречивых в своей сущности эндогенных и экзогенных геологических процессов» [Там же].

А. Л. Янин установил закономерности в тектоническом строении молодых платформ, сыгравших большую роль в определении главнейших этапов в истории развития рельефа в горных, равнинных и переходных регионах. Н. А. Флоренсов — автор учения о геоморфологических формациях, а А. Г. Золотарев обосновал основные положения о природе переходного рельефа.

За последние годы была проведена большая работа по выявлению динамических характеристик рельефообразования, результаты которой опубликованы в монографиях и статьях А. А. Григорьева и А. Д. Арманд. В дальнейшем И. П. Карташов, развивая идеи В. В. Ламакина о динамических фазах аллювия и понятие Е. В. Шандера о нормальной мощности аллювия, сформулировал свои представления о балансе рыхлого материала на примере анализа геоморфологической и геологической деятельности горных рек.

Новые положения в теории познания рельефа земной поверхности с системных позиций мы находим в работах А. Е. Криволицкого, И. С. Щукина, Ю. Г. Симонова и О. А. Борсук. А. Е. Криволицкий делает обоснованный вывод о том, что «...экзогенные процессы в равной степени с эндогенными принимают участие в эволюции форм рельефа всех рангов» [Криволицкий, 1977, с. 300]. В целях геоморфологической классификации И. С. Щукин выделяет на всей территории суши ряд основных типов природной среды и для обозначения совокупности форм рельефа предлагает новое понятие о «геоморфологических комплексах», которые отличаются друг от друга качественным состоянием действующих на них рельефообразующих сил. Опубликованные работы Ю. Г. Симонова убедительно свидетельствуют о том, что он идет по пути системных исследований. Первоначально им выделялся определенный комплекс элементов рельефа экзогенной природы. В дальнейшем он стал выделять морфосистемы с учетом не только генетической принадлежности, но и с учетом взаимосвязанных с ними покровных отложений и рельефообразующих процессов, равноправно взаимодействующих друг с другом. В новом качестве морфосистемы Ю. Г. Симонова и О. А. Борсук приобретают многие исходные параметры системной ориентации. В связи с этим мы считаем, что вышеприведенные высказывания названных авторов в значительной степени отражают новое системное направление в более глубоком познании рельефа горных и равнинных регионов.

Прежде чем сделать краткое обобщение о главнейших результатах ранее проведенных исследований, мы считаем необходимым более подробно остановиться на последней обобщающей работе Р. С. Ильина [1978]. В истории развития мировой науки нам известны крайне редкие примеры выхода из печати в первом издании оригинальных работ, которые были написаны более полувека назад. Между тем благодаря усилиям передовых ученых нашей страны важные рукописные монографии давно прошедших лет стали издаваться в академических изданиях. Так, недавно (1978 г.) была опубликована работа Р. С. Ильина «Происхождение лёссов». Она вышла из печати в Московском отделении издательства «Наука», за короткий срок весь тираж (1100) был распродан, и весьма ценная книга сразу же была причислена к разряду уникальных библиографических изданий.

Автор анализируемой работы — Ростислав Сергеевич Ильин (1891 — 1944) — был многогранным ученым, и содержание его монографии выходит далеко за рамки ее названия. Проблемы происхождения лёссов и природу современного рельефа он рассматривал с позиций главнейших вопросов географии, палеогеографии, геоморфологии, геологии, неотектоники и почвоведения, а глубина их проработки свидетельствует о новаторском

подходе автора к познанию многих природных законов на базе систематизации фактических данных. При этом он творчески развил основные положения корифеев русской науки, в первую очередь академика А. П. Павлова, и на богатом сибирском материале обосновал и внедрил в практику научных исследований новые, более эффективные методы изучения равнинных регионов Сибири путем одновременного взаимосвязанного познания природы рельефа, покровных образований и почв.

Основные научные предпосылки к доказательству геоморфологической теории, высказанные ведущими учеными прошлого столетия и первой половины нашего века, наиболее полно осветил и обобщил Р. С. Ильин в работе «Происхождение лёссов» [1978]. Поэтому его прогрессивные воззрения и нами были широко использованы при формулировке общих выводов.

1. Характер горообразовательных процессов определяется равнодействующей противоположно направленных сил — солнечных (экзогенных) и внутривоздушных (эндогенных).

2. Эндо- и экзогенные силы порождают третью, растущую в пространстве и во времени, — биосферу.

3. Жизнь есть «производное» Земли и Солнца, но она создает свое термодинамическое поле и противопоставляет его климату.

4. Климат — результат преломления солнечной энергии в конкретных границах пространства и времени; он зависит не только от количества солнечных излучений, но и от морфологического строения земной поверхности.

5. Сущность теории геологических циклов — в учении о зонах природы, движущихся в пространстве и во времени; как органическая, так и неорганическая жизнь приводятся в движение градиентами термодинамических полей.

6. Рельеф земной поверхности формируется под одновременным воздействием эндо- и экзогенных процессов, а их основным орудием является вода в трех ее фазах. Поэтому рельеф Земли подчинен закону зональности.

7. Геологические циклы определяют геологическую составляющую геоморфологии и вызывают смещение природных зон. В основе географической части науки о рельефе нашей планеты должно лежать учение о зонах природы.

8. Высказанные положения позволяют говорить о том, что геоморфология является самостоятельной геолого-географической наукой и подразделение ее на отрасли и направления не нарушает ее единства.

Из приведенного исторического обзора можно сделать обоснованное заключение о том, что системно-формационное направление в познании рельефа земной поверхности формировалось на протяжении ста лет и многие исходные положения были сформулированы еще во второй половине XIX в. Различными исследователями была проведена значительная работа в области выявления главнейших закономерностей в сложной динамике рельефообразующих процессов, и лишь после этого стал рассматриваться вопрос о возможности осуществления системных исследований с широким использованием корреляционного анализа повышенной точности. Выполнение их в необходимом объеме стало возможно лишь только в самые последние годы в связи с получением материалов космической информации и проведением большого количества специальных работ на ЭВМ.

Историю развития рельефа крупнейших регионов Северной Азии сибирские геоморфологи уже много лет рассматривают с позиций общей эволюции нашей планеты. В последние годы они не только занимались решением теоретических вопросов геоморфологии путем организации ряда всесоюзных совещаний, публикаций целенаправленных работ и тематических сборников, но и проводили новые коллективные исследования в области изучения современного рельефа Сибири и Дальнего Востока.

Итак, мы пришли к выводу, что основа прогрессивного направления в развитии системно-формационного подхода в геоморфологии определяется правильным выбором объекта исследования как определенной системы. Необходимо провести ее границы с таким расчетом, чтобы охваченная территория обладала всеми свойствами единого целого в отношении внешней морфологической формы и внутреннего содержания. Части единого объекта должны тесно взаимодействовать друг с другом, придавая ему качественно отличные черты. Применительно к геоморфологии это будет комплекс взаимосвязанных элементов рельефа не только в процессе самого развития, но и в генетической общности, возникающей в процессе длительного эволюционного развития Земли.

В геоморфологической системе должны наблюдаться синхронность эндо- и экзогенных процессов и взаимная обусловленность их развития. Усилие первых должно вызывать усиление вторых, и наоборот. Между ведущими формами рельефа геоморфологической системы могут фиксироваться также и более сложные взаимодействия. При выделении той или иной геоморфологической системы каждый автор должен обоснованно ее разделить на отдельные части и рассмотреть их в динамике тесного взаимодействия в виде обмена вещества и энергии. В рельефообразующих процессах этот обмен связан с большим перемещением минеральных масс как на земной поверхности, так и в различных горизонтах лито- и астеносферы. К числу наиболее активных агентов массового и повсеместного перемещения на границе лито- и атмосферы следует отнести все виды флювиальной и ледниковой эрозии и аккумуляции. Вполне естественно, что интенсивность перемещения исходного материала всецело будет зависеть от перемещающей среды.

Под одновременным воздействием эндо- и экзогенных сил осадочные и изверженные породы выходят на дневную поверхность, и на ней начинают развиваться почвообразовательные процессы. Их пристальное изучение восстанавливает не только ландшафты и климаты прошлого, но и во многом объясняет природу покровных образований, изменение которых происходит под действием сложных процессов и всегда приводит к смене их механического состава путем увеличения процентного содержания пылеватых фракций. Поскольку покровные породы при непрерывном гравитационном переотложении тесно соприкасаются с биосферой, то с момента их субаэральной жизни все дальнейшие процессы и явления взаимосвязаны в развитии живой и минеральной материи и во многом зависят от истории развития тех или иных климатических условий. Все это свидетельствует о возможной постановке широких исследований в области изучения современного рельефа на базе системно-формационного подхода, позволяющего «видеть великое в малом» и восстановить целое по отдельным составным элементам. В итоге на первом этапе мы пришли к следующим выводам:

1. При системно-формационном подходе природа развития и преобразования различных форм современного рельефа рассматривается как перемещения большого объема минеральных масс на поверхности земли и в самих горизонтах лито- и астеносферы при одновременном и взаимобусловленном проявлении эндо- и экзогенных процессов.

2. На базе системно-формационного подхода нами разработана принципиально новая классификация форм рельефа земной поверхности, в основе которой лежит выделение горных, равнинно-платформенных и переходных систем. Геоморфологические системы подразделяются на подсистемы, а подсистемы — на формации и подформации. В Сибири переходная система окаймляет широкой полосой очень сложную зону сочленения Центрально-Азиатского горного пояса с великими равнинами Северной Азии. В характере строения ее рельефа и в наличии в его составе реликтовых, унаследованных и вновь образованных морфологических форм сохранилось много неизвестного из истории развития горных и равнинно-платформенных геоморфологических систем, раскрывающих науч-

ные предпосылки к постановке поисковых работ на различные полезные ископаемые.

3. Переходная геоморфологическая система в пределах нашей страны занимает очень большую территорию, к которой приурочены не только все главнейшие сельскохозяйственные области, но и крупнейшие промышленные центры. Она неразрывно прослеживается от Прибайкалья до районов Краснодарского края. Мощные горные хребты Центрально-Азиатского горного пояса и Кавказа — место зарождения крупнейших речных артерий, и их водные ресурсы широко используются для орошения. Переходная геоморфологическая система поистине является большим хлебным и хлопковым полем нашей страны. Одновременно с этим ее районы таят в своих недрах разнообразные полезные ископаемые. Здесь открытым способом добывают самый дешевый каменный и бурый уголь и многие другие виды минерального сырья. По плотности населения описываемая геоморфологическая система — одна из крупнейших в Советском Союзе. Ведущее место она занимает также и по почвенно-климатическим ресурсам. Все это говорит о том, что рельеф переходной геоморфологической системы должен быть изучен в ближайшие годы с необходимой полнотой путем широкого использования новейших материалов космической информации.

О. В. КАШМЕНСКАЯ, З. М. ХВОРОСТОВА

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ГЕОМОРФОЛОГИИ

Известно, что в природе всё взаимосвязано. Однако в этом сложном мире можно выделить определенные части, компоненты и связи которых настолько своеобразны, что этим целостностям хочется дать определенные названия. Это и есть системы. В качестве примеров можно назвать рельеф, почву, растительность, ландшафт, природно-территориальный комплекс, геоморфологическую формацию и др. Мы выделяем системы для того, чтобы целенаправленно, подчиняясь поставленной задаче, вскрыть их сущность, выявить то, что позволяет им, эволюционируя, сохраняться как специфическим организмам. Системы могут быть самые различные: простые и сложные, статические и динамические, открытые и закрытые и т. д. Любая система может рассматриваться как элемент системы более высокого уровня, в то время как ее элементы могут выступать в качестве систем более низкого уровня. Таким образом, мир структурирован на системы разных порядков.

Современная наука подошла к исследованию многокомпонентных открытых развивающихся систем с хорошо развитым аппаратом саморегуляции, т. е. сложнодинамических саморегулирующихся систем. Чтобы наиболее эффективно изучать такие системы, нужно понять, каким образом в условиях изменчивости внешней среды система сохраняет устойчивость. Ведь если бы этого не было, мы просто не успевали бы фиксировать системы. Необходимо определить, как происходит развитие систем, при каких условиях начинается их разрушение, словом, исследовать механизм их жизнедеятельности.

Аналитический метод, при всей его ценности, недостаточен для исследования сложнодинамических систем. Он хорош при изучении сравнительно простых, малокомпонентных систем. При исследовании же сложнодинамических систем расчленение предмета исследования на отдельные части, изучение этих частей с последующим суммированием результатов не создаст правильного представления об объекте. Не произойдет этого потому, что взаимодействие компонентов внутри системы приводит к возникновению новых, так называемых эмерджентных свойств в системе.

Вот они и не будут выявлены при аналитическом подходе. Между тем свойства эти чрезвычайно важны для понимания состояния системы, так как оно определяется не только энергией и веществом, поступающими из внешней среды, но и тем, как эти сигналы перерабатываются внутри системы. При изучении объектов такой степени сложности может помочь системный подход, служащий для исследования сложодинамических систем.

Системный подход включен в арсенал общенаучной междисциплинарной методологии. Каждая дисциплина берет из него на свое вооружение то, что может освоить при современном состоянии знаний. При этом философы, разрабатывающие системную отрасль методологии, склонны полагать, что в результате данного процесса происходит обогащение и самого системного направления, поскольку каждая наука не только берет из общей методологической копилки, но и вносит в нее что-то свое, творчески развивая сущность системного направления. Для того чтобы показать возможности и перспективы использования системного подхода в геоморфологии, постараемся определить главные принципы его применения, без соблюдения которых системный подход теряет свою специфику и преимущества.

Прежде всего это касается принципа **выделения системы**, т. е. установления ее объема. Объектом изучения геоморфологии является рельеф. Аспекты изучения его самые различные: история развития, генезис форм, геометрия, статика, динамика и т. д. В зависимости от поставленной цели определяются объем и границы предмета исследования. Объемы выделяемых систем могут быть самыми разными. Если изучение геометрии рельефа связано с установлением закономерностей строения земной поверхности, то изучение вопросов морфогенеза требует рассмотрения объемов, в которых проявляются процессы, влияющие на формирование рельефа.

Сказанное хорошо иллюстрируется примерами геоморфологических систем, представленных для обсуждения на XVII пленуме. Их круг достаточно обширен: речные бассейны [Симонов, 1982; Борсук, 1982], склоны [Поздняков, Ройхваргер, 1982], речные долины [Ройхваргер и др., 1982], литосборный бассейн [Важенин, 1982], дельта Оби [Миханков, 1982], земная кора [Кашменская, 1982], земная кора — верхняя часть астеносферы [Макавеев, 1982а, б], планета Земля [Пиотровский, 1982; Федоров, 1982; Лобанов, 1982], система геосфер Земли [Лукин, Гудымович, 1982], рельеф — поле [Черванев, 1982а, б], рудный источник — россыпь [Шумилов, 1982]. Часть докладов посвящена изучению конкретных геоморфологических формаций как систем определенного ранга [Николаев, 1982; Лопатин, 1982; Музис, 1982]. Рассматриваются и закрытые системы, в которых происходит уменьшение энергии рельефа и увеличение энтропии [Борсук, Спасская, 1982]. Выделяются также географические системы с оценкой вклада геоморфологии в их изучение [Матис, 1982; Хворостова, Миляева, 1982].

Не менее важно определение **внешней среды** системы. Внешнюю среду можно представить как совокупность всего находящегося за пределами системы, но влияющего на ее состояние. Однако необходимо также дать более узкое определение внешней среды как системы более высокого порядка, в которую исследуемая система входит в качестве элемента [Харвей, 1974].

Основной смысл системного подхода выражается в изучении жизнедеятельности системы и исследовании механизма ее сохранения в условиях взаимодействия с окружающей средой. Взаимодействие это осуществляется в результате обмена веществом и энергией. Изучение обмена затруднено из-за влияния на развитие системы огромного количества процессов (тектономагматических, метаморфических, всевозможных физико-химических превращений, экзогенных перемещений материала и т. д.). Роль многих из них пока не поддается учету. Кроме того, все эти факторы взаимодействуют между собой и в результате снова включаются в процесс жизнедеятельности системы.

В такой ситуации очевидно преимущество системного подхода, который предлагает в качестве исходного момента исследования не анализ различных факторов по отдельности, а синтез всех рельефообразующих усилий. Ведь каковы бы ни были рельефообразующие процессы, как бы ни менялось воздействие внешних сигналов при процессах саморегуляции, вещественным выражением развития системы будет перемещение масс в ее теле: эндо- и экзогенное — по ведущим типам перемещения. От характера баланса перемещаемых масс (он может быть отрицательным, равновесным или положительным) зависит динамическое состояние системы (равновесное или отклоняющееся от равновесия в ту или иную сторону). Поскольку существует зависимость между балансом масс в земной коре, характером земной поверхности и балансом рыхлого материала, можно, идя от известного, определить баланс коровых масс.

Изучение балансовых характеристик — это попытка раскрыть законы динамики геоморфологической системы. Зная их, можно с новых позиций подходить к исследованию различных геоморфологических проблем, и прежде всего механизма саморегуляции системы. Условия развития, состояние устойчивости, стремление к динамическому равновесию становятся при системном исследовании предметом такого же пристального внимания, какими являются время и генезис рельефа при историко-генетическом подходе или характер соотношения рельефа с геологической структурой при морфоструктурном анализе.

Для открытой системы сохранение динамического равновесия возможно только при наличии какого-то специального механизма, который нейтрализовал бы силы, выводящие ее из равновесия. Этот механизм получил название аппарата саморегуляции. В геоморфологии равновесие связано с равновесным балансом эндо- и экзогенных перемещений масс. Работа аппарата саморегуляции реализуется через отрицательные обратные связи. Например, флювиальная система на положительный баланс масс отвечает увеличением крутизны профилей и площадей склонов, на отрицательный — выполаживанием профилей и уменьшением площадей склонов. Функционирование любой системы организовано таким образом, что обеспечивает сохранение и жизнедеятельность системы более высокого ранга. Таким образом, с системным подходом вводится в геоморфологию новый способ осмысления геоморфологического процесса, назначение которого участвовать в обеспечении сохранения жизнедеятельности Земли как планеты.

Заканчивая рассмотрение главных особенностей системного подхода, еще раз назовем важнейшие его моменты: 1 — постановка задачи; 2 — выделение объема системы, необходимого и достаточного для решения этой задачи; 3 — определение внешней среды; 4 — исследование жизнедеятельности системы при взаимодействии с внешней средой; 5 — изучение аппарата саморегуляции как механизма, обеспечивающего устойчивость системы.

Переходя к оценке перспектив системного подхода в геоморфологии, остановимся лишь на двух примерах. Один из них связан с проблемой классификации рельефа, другой — с практическим применением принципа гомеостаза. При разработке классификации решающее значение имеет правильный выбор основания деления. В этих целях эффективно использование балансовых характеристик, поскольку они синтезируют результаты большого количества связей, включая наиболее существенные — связи управления и самоуправления. За основание деления можно, прежде всего, принять алгебраическую во времени сумму перемещенных масс. Тогда геоморфологическая система делится на подсистему отрицательного суммарного баланса — то, что ниже теоретической поверхности геоида (днища океанов и абсолютные впадины); подсистему с суммарным балансом, близким к нулю, — все то, что близко к поверхности геоида (равнины разного генезиса); подсистему положительного суммарного баланса масс в земной коре — все, что выше поверхности геоида (всякого рода возвышенности). По амплитуде отхода от поверхности геоида эти круп-

ные части можно разделить на подсистемы второго порядка. Так, возвышенности делятся на высокогорье, среднегорье, низкогорье, холмогорье, плоскогорье соответствующих высот, а также относительные впадины.

Однако из этой классификации не видно, в каком динамическом состоянии находятся выделенные подсистемы в настоящее время. То же высокогорье: оно может разрушаться, если баланс масс стал отрицательным, продолжать расти при положительном балансе или, наконец, находиться в состоянии равновесия при балансе масс, близком к равновесному. Следовательно, нужна классификация, в которой основанием деления послужит конкретный для данного времени баланс масс эндо- и экзогенного происхождения. Для разработки такой классификации следует подсистемы предыдущей классификации подразделить по современной характеристике баланса масс на три основных динамических категории: растущую, равновесную, снижающуюся. Например: объект — низкогорье; основные деления — современное состояние баланса коровых масс; результат деления — растущее, равновесное, снижающееся низкогорье.

Разработка классификации рельефа с выполнением требований системного подхода приведет к созданию геоморфологических карт нового типа. На них будут читаться пространственные связи геоморфологических подсистем, несущих при рельефообразовании разные функциональные нагрузки. Впервые на картах мелких масштабов выявятся закономерности устройства поля геоморфологических напряжений. Появится возможность сравнительной оценки этих напряжений в различных частях исследуемой территории. Проанализировав же доступную для изучения денудационную составляющую, получим материал для сравнительной оценки неотектонических напряжений.

Из практических приложений системного подхода остановимся на рассмотрении его роли в определении оптимальных техногенных воздействий на рельеф. К этому вопросу следует подойти как к части сложной проблемы гомеостазиса природных систем. Под гомеостазисом понимается такой тип динамического равновесия, при котором жизненно важные для системы параметры меняются лишь в допустимых пределах (например, температура тела у человека). Нарушение состояния гомеостазиса приводит к нарушению системы, вплоть до ее разрушения. Изучение гомеостатических процессов включает: во-первых, выявление наиболее существенных показателей жизнедеятельности системы, во-вторых, установление допустимого изменения этих показателей и, наконец, исследование механизмов саморегуляции, работающих на сохранение системы.

Для геоморфологической системы состояние гомеостазиса характеризуется равновесием баланса масс в земной коре. Нарушения равновесия вследствие воздействия внешней среды, в частности человека, превышающие возможности саморегуляции системы, могут привести к ее разрушению. Лишь при тщательном учете характера и вероятности отрицательных обратных связей, с помощью которых происходит саморегуляция, а также вероятности возникновения положительных обратных связей, направленных на разрушение системы, возможно определение рациональных техногенных нагрузок на рельеф, не нарушающих гомеостазис системы, т. е. решение конкретных практических задач, связанных с хозяйственной деятельностью человека и оценкой земель.

Пленуму представлены материалы, содержащие рассмотрение таких вопросов. Это работа Ю. М. Миханкова, посвященная прогнозированию изменения дельты Оби в связи с возможными изменениями водного стока, А. В. Позднякова, связанная с прогнозированием склоновых процессов при создании водохранилищ, А. П. Бгатова, содержащая исследование морфосистем с целью прогнозирования металлоносных россыпей, В. А. Ключевой, посвященная прогнозу эволюции берегов и дна искусственных водохранилищ.

В заключение хочется отметить следующее. Хотя большинство существующих работ по морфогенезу суши исходит из основного закона геоморфологии В. Пенка, утверждающего, что «...для формирования земной

поверхности решающее значение имеет соотношение интенсивности эндогенных и экзогенных перемещений масс» [Пенк, 1961, с. 58], однако приложение этого закона выливается, как правило, в аналитическое исследование эндо- и экзогенных процессов. При этом тектонический фактор рассматривается как первичный и ему придается доминирующее значение. Такая манера исследования благоприятствует укреплению тектонических идей в геоморфологических представлениях. Влияние это настолько сильно, что в геоморфологии почти аксиомой стало утверждение о зависимости особенностей рельефообразования от возраста основной фазы складчатости.

Главной отличительной чертой применения системного подхода в геоморфологии является предложение способа решения основной проблемы геоморфологии — объяснения закономерностей рельефообразования — с позиций синтеза всех процессов морфогенеза с учетом лишь геоморфологической сущности фактического материала. Использование балансовых характеристик при изучении рельефа выводит геоморфологию из-под влияния тектоники. Изучение закономерностей пространственного распределения геоморфологических комплексов, выделенных по динамическим признакам (т. е. изучение поля геоморфологических напряжений), затем сравнение этих закономерностей с геофизическими полями, с данными по геологическому строению обеспечит новый плацдарм для теоретических построений и размышлений как геоморфологического, так и неотектонического планов. В таком качестве геоморфология выступит как равноправный партнер в построении общей теории Земли вместе с тектонойкой, литологией, геофизикой и другими науками.

А. В. ПОЗДНЯКОВ

АВТОРЕГУЛЯЦИЯ И ДИНАМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ В РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИИ

По вопросам применения системного метода в изучении природной среды вышло значительное количество работ как за рубежом, так и в нашей стране. Освещался в печати этот метод и применительно к геоморфологии, прежде всего в работах Ю. Г. Симонова [1972], О. А. Борсука [1975], А. Д. Арманд [1963], О. В. Кашменской [1976, 1980], З. М. Хворостовой [1976] и др.

Системный подход является методологией, и основное его значение в познании геоморфологических явлений состоит прежде всего в том, что он нацеливает исследователя на выделение объективно существующей целостности, в которой действуют авторегуляционные процессы, основанные на обратной отрицательной связи, направляющей взаимодействие элементов к образованию неаддитивной системы. Значение системного подхода состоит и в том, что он включает строго определенный круг операций [Поздняков, Ройхваргер, 1982], выполнение которых поможет раскрыть суть геоморфологических или каких-либо других явлений. Исследователь определяет состав и количество элементов, образующих выделенную геоморфологическую целостность, изучает их свойства и механизм взаимодействия, пределы (границы) изменения одних свойств под воздействием других, факторы внешнего воздействия на целостность (систему), в частности, через какие свойства геоморфологической целостности они оказывают управляющее воздействие в ее развитии. Далее исследователь обязан дать количественную оценку баланса вещества (энергии) в данной целостности и установить его статическую характеристику. Затем рассмотреть процесс в динамике, т. е. определить закон изменения

целостности при постоянных или меняющихся условиях внешней среды. Изучив таким образом геоморфосистемы низших рангов, можно перейти к изучению функционирования больших геоморфосистем, например речных долин. Естественно, что прогноз развития таких систем или разработка их ретроспективных моделей возможны будут только с использованием ЭВМ.

Указанный путь, конечно, облегчает решение теоретических задач геоморфологии. Но он имеет также и практическое значение. И особенно большое — при хозяйственном освоении территорий, например при строительстве водохранилищ, когда развиваются во взаимодействии процессы формирования берегов, склонов, почвогрунтов и растительного покрова, речных долин и пр. [Петров, Поздняков, 1975]. На его основании можно будет также предопределять образование и направленное развитие новых, не свойственных данному району геоморфосистем с целью увеличения концентрации полезных минералов или мелиорации земель.

Существование целостных систем обеспечивается затратами некоторого количества вещества (или энергии). Разница между его поступлением и выделением и ее изменение во времени, по существу, характеризуют развитие системы, ее динамику. Достижение равновесия в поступлении и расходе вещества (энергии) приводит к образованию стационарной целостности, к статическому состоянию ее внутренних свойств, и они не меняются во времени (если не меняются условия). Равновесное состояние в целостностях достигается только за счет действия обратных отрицательных связей.

Таким образом, чтобы изучить геоморфосистему, необходимо определить не только ее внутренние свойства и их причинно-следственные отношения, но и выявить количество поступающего в систему и выделяющегося из нее вещества и определить, какой будет ее форма в динамике и статическом состоянии, под которым понимается статическая характеристика процессов в момент наступления равенства расходной и приходной частей баланса вещества [Поздняков, 1977]. В связи с этим динамическое равновесие в развитии геоморфосистем имеет особо важное значение, так как изучение его механизмов позволяет объяснить геоморфологические явления.

Проблема динамического равновесия в рельефообразовании наименее разработана. Существующие представления сводятся к высказываниям о возможности образования профилей равновесия рек, прибрежных отмелей у берегов морей, озер и водохранилищ [Зенкович, 1962; Кондратьев, 1955; Есин и др., 1980; и др.]. Предполагается достижение состояния динамического равновесия между эндо- и экзогенными процессами [Герасимов, 1970а, в].

Неизученность механизмов динамического равновесия является причиной существования крайних точек зрения. Считается, например, что динамическое равновесие в формировании профиля реки невозможно [Маккавеев, 1955], и наоборот, что такое состояние достижимо [Карташов, 1975]. Имеются доказательства и того, что состояние динамического равновесия в развитии рельефа достигается только при равномерном поднятии или его полном и длительном отсутствии [Поздняков, 1973, 1976]. Существует и противоположная точка зрения, высказанная И. П. Карташовым [1975]. Кратко рассмотрим суть механизмов авторегуляции в основных рельефообразующих процессах.

В формировании рыхлого чехла вследствие выветривания пород коренного основания регулируемой величиной является его мощность (M). С одной стороны, она растет за счет выветривания пород, а с другой — убывает вследствие денудации (d). Известно, что увеличение мощности рыхлого слоя отрицательно сказывается на скорости выветривания [Поздняков, Ройхваргер, 1982], и она затухает. Следовательно, и прирост M рыхлого покрова во времени тоже уменьшается.

Скорость денудации на склонах крутизной 30—45°, как правило, меньше скорости выветривания (по этой причине и образуется рыхлый

покров). Но с увеличением M увеличиваются сдвигающие усилия и скорость денудации (объем удаляемого материала) растет. Поэтому во времени скорости этих двух процессов неизбежно сравниваются и устанавливается состояние равновесия, которое затем самопроизвольно поддерживается за счет постоянного действия обратной отрицательной связи, существующей между мощностью рыхлого чехла и скоростью выветривания (γ). Чем больше M , тем меньше γ . Но, с другой стороны, за счет денудации (d) мощность (M) уменьшается и, следовательно, увеличивается γ , а соответственно и ΔM .

Поэтому нарастание мощности во времени асимптотически приближается к значению стационарной M_c , предельной величины мощности, определяемой равенством

$$\gamma = d. \quad (1)$$

Если денудация отсутствует ($d = 0$), то γ постепенно, с увеличением M , уменьшается до нуля. Мощность рыхлого слоя при этом достигает максимально возможной в данных условиях величины. И наоборот, на крутых склонах удаляется весь обломочный материал. Таким образом, изменение регулируемой величины M определяется разностью объемов образовавшихся и удалившихся продуктов выветривания. Обе величины γ и d являются функцией M . Следовательно, изменение M во времени будет описываться уравнением [Поздняков, 1977]

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \gamma(M) - d(M). \quad (2)$$

Установив законы изменения скорости выветривания и денудации в зависимости от мощности, можно определить динамику самой мощности на любой заданный момент времени в конкретных условиях. Например, величина $\gamma(M)$ может быть определена из формулы [Поздняков, Ройхваргер, 1980]

$$\gamma M = \gamma_0 e^{-\beta M}, \quad (3)$$

где β учитывает характер затухания амплитуды колебания температур в зависимости от теплопроводности и теплоемкости пористого рыхлого слоя.

Изменение величины денудации в зависимости от M можно получить, определив расход материала, осуществляемый за счет, например, вязкопластического течения [Девдариани, 1967]:

$$p(x) = \frac{\rho g M^3}{3\eta} \sin d, \quad (4)$$

где ρ — плотность, g — ускорение, η — вязкость.

Процесс установления динамического равновесия в выветривании и денудации отражается в форме поверхности, на которой он совершается. Именно им определены направленные изменения морфологии склонов. При постоянном базисе денудации на участках поверхности, где скорость денудации значительно больше скорости выветривания, происходит вылаживание и постепенное нарастание M . В результате склон испытывает направленные изменения формы.

Динамическое равновесие может устанавливаться на поверхностях с резко различающимися условиями выветривания и денудации. В этом отношении интересно развитие крутых склонов (с наклоном поверхности больше угла естественного откоса), опирающихся на горизонтальную поверхность. На стенке (склоне) постоянно существуют условия равенства: $\gamma = d$, и она отступает, сохраняя крутизну, с максимально возможной скоростью, равной γ . Естественно, что у подножья стенки материал полностью удалиться не может, и формируется аккумулятивный склон. Так как его образование вызывает сокращение высоты стенки (y), то тем самым уменьшается количество материала, поступающего с ее поверхности на аккумулятивный склон (p).

С увеличением объема аккумулятивного тела (т. е. с возрастанием высоты поверхности по y) существенно увеличивается суммарная площадь поверхности обломков и соответственно количество подвижного мелкоземистого и растворимого материала. Поэтому объем вымываемого из аккумулятивного тела вещества (q) растет. Например, только при делении одной глыбы размером в 1 м^3 до размеров песка (1 мм^3) суммарная площадь всех частиц превышает 8 млн. м^2 . Следовательно, все обломки в рыхлом покрове имеют громадную суммарную площадь поверхности. Если с единицы площади будет удаляться даже очень небольшое количество подвижного материала, то в сумме это даст значительную величину, сравнимую с таковой на крутой части склона. Таким образом, уравнение статики аккумулятивного склона, отражающее постоянство высоты y_c его вершинной части B , определяется равенством расходов обломочного материала

$$p = q. \quad (5)$$

Пока $p > q$, высота поверхности АВ растет. С наступлением равновесия склон АВ начинает отступать вместе со стенкой ВС, и ранее образовавшаяся поверхность за счет аккумуляции начинает формироваться в коренных породах. В этом случае баланс масс на склоне A_1B_1 определяется также и поступлением материала за счет выветривания пород коренного основания, и уравнение стационарного состояния представляет собой равенство

$$p + Q = q. \quad (6)$$

В соответствии с законом сохранения уравнение динамики высоты при неменяющейся крутизне склона, равной углу естественного откоса, имеет вид:

$$\frac{\partial y}{\partial t} = p(y) + Q(M) - q(y). \quad (7)$$

Величины p , q и Q являются функциями разрушаемости γ пород, площади S стенки, колебаний температуры ΔT_0 и влажности W .

В системе осыпного склона два регулируемых параметра: высота (y) поверхности вновь формирующегося склона и площадь (S) поверхности крутого склона-стенки (соответственно и его высота H).

На осыпном склоне равновесие устанавливается вследствие того, что p и q , являясь функцией высоты y , изменяются в противоположных направлениях: p с ростом y убывает, а q увеличивается.

Для описания динамики формы необходимо определить объем поступающего p на склон и удаляющегося с него материала, что можно сделать, зная разрушаемость пород (γ), площадь поверхности стенки (S), скорости образования подвижных частиц (глинистых, мелкозема, растворения) (V) на единице площади поверхности крупнообломочного материала.

Механизм авторегуляции в условиях тектонического поднятия и эрозийного расчленения поверхности. Когда происходит поднятие поверхности и врезание в нее рек, то в сферу экзогенной переработки выводится некоторый объем горных пород. В зависимости от соотношения скоростей врезания рек (поднятия) и денудации продуктов выветривания на месте экспонированных уступов ab и ef образуются склоны — равнодействующие этих процессов [Поздняков, 1973, 1975]. Количество q рыхлого материала, образующегося вследствие выветривания и перемещающегося к базисам денудации, прямо зависит от площади S экспонированных пород. Поэтому величина q по мере поднятия поверхности и врезания рек растет. В начальный период удаляется объем материала, величина которого меньше всего выведенного на поверхность объема тела. Затем объем денудированного материала увеличивается и приближается по своей величине к объему выводимого на поверхность тела. Разница поступающего p и удаляющегося q объема материала идет на образование положительной формы. В конечную стадию, когда склоны сойдутся, объемы денудированного (при тех же условиях равномерного поднятия и врезания) материала и

выводимого на поверхность тела сравниваются, а образовавшаяся форма становится морфологически стационарной.

Равномерное в течение длительного времени поднятие участка поверхности без участия денудации невозможно. Оно неизбежно затухает, так как с увеличением H вес выталкиваемого из земной коры объема тела растет. Поэтому, чтобы поднятие было равномерным, должны увеличиваться затраты энергии. Когда $p = q$, поднятие становится равномерным, так как объем (вес) выталкиваемого тела (при той же энергии) не меняется. Но если p увеличится (поднятие активизируется), соответственно за счет разницы $p - q$ увеличится H и возрастет q , и опять установится равновесие, но уже при больших значениях p , а следовательно, H и q . Указанными причинами объясняется длительное поднятие участков поверхности Земли (например, хр. Урал) и громаднейший денудационный срез геологических структур. Из статической характеристики данного процесса вытекает, что при очень малом P равновесие устанавливается при малом же q и, следовательно, формируется низкая поверхность равновесия, близкая по своим морфологическим характеристикам к денудационной равнине. Естественно, что при $P = 0$ q будет равно нулю при высоте $H = 0$.

Уравнение динамики процесса имеет тот же вид:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = p(H) - q(H). \quad (8)$$

Регулируемой величиной в данном процессе является высота H (или объем) формы, а следовательно, и определяемая ею крутизна склона. В качестве регулирующего параметра выступают тектонические, внутриземные процессы, поставляющие определенное количество P вещества, и вызываемые ими экзогенные процессы, меняющиеся в зависимости от климатических условий — температуры (T_0), влажности (W) — и меняющие величину q , что отражается на высоте H форм.

Таков же механизм авторегуляции в селективной денудации, рассматриваемый на примере форм, образующихся на дайках или жилах, породы которых более устойчивы к выветриванию, чем вмещающие породы.

Поверхность, выработанная во вмещающих породах, снижается быстрее, чем на участках, где она сечет дайку. Вследствие этого, как и в выше-рассмотренном случае, в сферу экзогенной переработки выходит некоторый объем вещества дайки. Площадь ее экспонированной поверхности возрастает, и вся она подвергается выветриванию и денудации. Таким образом, с одной стороны, поступает определенный объем P материала, а с другой — удаляется q .

Если поверхность, выработанная во вмещающих породах, будет снижаться равномерно, то при соответствующей стационарной высоте u_c формы q сравняется с p . При постоянном базисе денудации скорость снижения поверхности, выработанной во вмещающих менее устойчивых к выветриванию породах, во времени затухает, т. е. убывает P , и высота дайки снижается. На последних этапах она скрывается под чехлом продуктов выветривания. В данном случае, как видим, P не зависит от u высоты форм. Поэтому при затухающем P равновесие установиться не может. Вслед за ним на соответствующую величину уменьшается q , так же как P .

Указанная закономерность проявляется и в региональном масштабе. Таков, например, механизм образования останцевидных горных вершин, приуроченных к выходам на дневную поверхность гранитоидных интрузий. Участки поверхности, выработанные в алевролитах, песчаниках и глинистых сланцах, вследствие большой густоты расчленения снижаются быстрее, чем участки в пределах интрузий. Поэтому на интрузивных телах формируются более высокие горы и в целом рельеф приобретает ярусное строение.

Авторегуляция в формировании берегов морей и водохранилищ. Известно, что при постоянном уровне моря, климатических и тектонических условиях размыв берегов и скорость отступания их во времени зату-

хают, сопровождаясь образованием прибрежной отмели. Затухание скорости нарастания или уменьшения величины прироста ширины прибрежной отмели происходит вследствие потери энергии E волны, зависящей от расстояния (ширины B отмели), которое волна проходит, крутизны α поверхности отмели, а также пористости покрывающих ее отложений. Следовательно, величина ΔB прироста ширины отмели зависит от того, какой объем материала (P) размывается при воздействии волны на берег. Так как энергия волны с ростом B теряется, то величина P размываемого объема уменьшается по тому же закону.

Вследствие подхода волн под углом к берегу и наличия вдольбереговых течений на отмели постоянно осуществляется перенос обломочного материала, поступающего при размыве берегов и дна. Причем объем q удаляемого материала с отмели возрастает с увеличением ее ширины B (величина пути перемещения обломков вдоль берега прямо зависит от угла подхода волн и расстояния, которое они преодолевают вместе с волной).

Кроме этого, часть материала удаляется за пределы отмели за счет взвешивания частиц и растворения. Таким образом, как и в вышерассмотренных геоморфологических процессах, статическая характеристика баланса материала на прибрежной отмели определяется, с одной стороны, затухающим поступлением P вещества, а с другой — возрастающей скоростью его удаления (q).

Когда $P > q$, происходит затухающее нарастание длины B отмели и увеличение угла ее наклона. Это является причиной возрастания q , и в конечном результате неизбежно устанавливается стационарное состояние:

$$P = q. \quad (9)$$

Как видим, данная система также саморегулирующаяся. Энергия волнения (E) вызывает размыв берега (P), что приводит к образованию отмели B , которая оказывает обратное отрицательное воздействие на энергию волны (гасит ее). Энергией волнения вызван и другой процесс — удаление q материала с отмели и сокращение ее длины. А это и есть причина непрекращающегося размыва берега и его отступления со скоростью, определяемой q . Внешними воздействиями (кроме тектонических движений) в данной системе являются: сила ветров (W); длина их разгона (L); размываемость пород, слагающих берега (ϵ); угол подхода волн к берегу (α); диаметр обломков, поступающих на отмель (d).

Динамика процесса и в этом случае описывается уравнением

$$\frac{\partial B}{\partial t} = P(B) - q(B). \quad (10)$$

Таким образом, при существовании вдольберегового перемещения обломочного материала или каких-либо других процессов, приводящих к удалению его с поверхности отмели, отступление берега при постоянном уровне моря или водохранилища никогда не может достичь некоторого предела и прекратиться. Берег постоянно будет отступать на величину, определяемую q .

Образование предельной ширины отмели и прекращение размыва берегов возможно только при $q = 0$. Но такие условия на берегах, видимо, исключительно редки.

Таков же механизм формирования берега при заполнении заливов обломочным материалом. Затухающее наступление берегов на море в этом случае запечатлевается серией штормовых валов, расстояние между которыми в направлении от наиболее древнего вала к современному закономерно убывает. Это связано с тем, что в начальный период большая часть обломочного материала, поступающего в залив, остается в нем и идет на постройку валов и отмели. По мере выдвижения берега энергия волн возрастает и увеличивается расход материала во вдольбереговом потоке. Поэтому расстояние между валами закономерно уменьшается. В данном случае процесс формирования берега имеет зеркальное отражение, опи-

санное выше. Здесь расход q материала во вдольбереговом потоке положительный, а поступление материала P при размыве берегов волнами — отрицательное. Прибрежная отмель в данном случае имеет большую ширину, чем заданная условиями (повышение уровня моря и активная абразия коренных берегов). Для восстановления равновесия необходимо, чтобы ширина отмели уменьшалась, на что процесс и направлен. По мере выдвижения берега размыв его за счет возрастания энергии волнения увеличивается (P по своему значению приближается к положительной величине), а количество q материала, поступающего во вдольбереговом потоке, уменьшается, приближаясь к отрицательному значению. Когда в отношениях P и q наступает равенство, ширина B отмели более не меняется (при сохранении тех же условий), а берег на данном участке начинает отступать с той же скоростью, что и коренные берега.

Если берег вырабатывается в породах различной абразионной устойчивости ε , то естественно, что за равные промежутки времени при одной и той же энергии волнения (E) он отступает на разную величину, образуя различной ширины прибрежные отмели. В связи с этим береговая линия искривляется (усложняется). Появляются мысы и заливы. Формирование их не происходит вне зависимости друг от друга. С мысов материал поступает в заливы, и здесь на отмелях расход его уменьшается, и тем более, чем больше размеры мысов (площадь абрадируемой поверхности возрастает). Косой подход волн увеличивает скорость движения обломков. Таким образом, взаимодействие между данными частями берегов осуществляется на основе обратной отрицательной связи, в результате чего развитие всего берега направлено на установление равновесного баланса материала, который может быть достигнут только при различной ширине отмели. Для того чтобы мысы, образованные в крепких породах, отступали с той же скоростью, необходимы большие затраты энергии волн, что может быть достигнуто за счет меньшей ширины отмели. Для описания процесса формирования берегов в данном случае необходимо рассматривать статические характеристики баланса материала участков берега. Они определяются тем, что образование залива является причиной возрастания расхода q материала на формирующихся мысах, а это отрицательно сказывается на скорости отступления берегов в заливах (там объем P размываемого материала берегов уменьшается, так как поступающий с мысов материал увеличивает ширину B отмели и гасит энергию волн). Выяснив статические характеристики баланса материала в заливах и мысах, можно определить, при какой стационарной ширине отмели у мысов и заливов это равновесие установится. Описанная закономерность имеет большое значение в хозяйственном освоении берегов.

Формирование конусов стратовулканов происходит вследствие аккумуляции вещества, длительное время поступающего из земных глубин в одной точке поверхности. В этом процессе, так же как и в описанных выше геоморфологических явлениях, участвуют два рельефообразующих фактора: поступление в заданных объемах (P) и удаление материала (q). Статическая характеристика баланса материала в данном случае определяется следующим. С образованием конуса, с ростом его высоты H вес столба вещества, выталкиваемого из недр на поверхность, увеличивается, поэтому общее количество извергаемого материала (P) убывает [Федотов, 1976].

С другой стороны, с увеличением H конуса возрастает S его поверхности и, следовательно, увеличивается количество сносимого с площади обломочного материала (формируются временные водотоки, образующие барранкосы, оползни, гравитационное обваливание и осыпание и пр.). Таким образом, с ростом H и S неизбежно достигается равенство P и q , которым определяется предельная высота H_c вулканической постройки. Динамика процесса описывается уравнением

$$\frac{\partial H}{\partial t} = P(H) - q(H), \quad (11)$$

согласно которому высота вулкана вначале быстро растет, а затем, с приближением к стационарной величине, определяемой равенством $P = q$, затухает.

Формирование поймы протекает аналогично [Поздняков, 1977]. Известно, что высота поверхности поймы со временем увеличивается вследствие накопления на ней обломочного материала в паводки. Пока высота поймы мала, она затапливается всеми паводками и на ней откладывается максимальное количество P материала. С увеличением высоты y поверхность ее затапливается все реже, откладывается материала меньше и скорость нарастания высоты уменьшается.

Денудация на пойме, как правило, проявляется слабо, причина чего — быстрое зарастание ее поверхности. Но все-таки с увеличением высоты денудация становится более интенсивной, особенно в период спада паводков, в результате плоскостного смыва в дожди и при таянии снега, удаления материала ветром и пр. Стационарное состояние поймы может определяться как при возрастающем, так и при постоянном его значении или $q = 0$.

Уравнения статики и динамики в формировании поймы имеют тот же вид, что и в процессах формирования конуса вулкана или осыпного склона. Зная предельную высоту поймы ($y_{пр}$), равную высоте максимальных паводков, и суммарное количество (N) паводков (или их суммарную продолжительность), из уравнения

$$\frac{\partial N}{\partial t} = \alpha [y_{пр} - y_p(t)] \quad (12)$$

можно вывести закон убывания паводков как функции высоты поймы и, следовательно, определить $P(y)$ и y_c поймы на любой момент времени.

Таким образом, в формировании рельефа постоянно и повсеместно действует одна и та же закономерность, обуславливающая в зависимости от конкретных условий морфологическое разнообразие поверхности Земли. Она выражается в том, что вместе с проявлением каких-либо процессов, создающих форму (не обязательно только эндогенных), возникают процессы противоположного действия. Как только под воздействием какого-либо источника сил рельефообразования на поверхность начинает поступать (или удаляться) некоторое количество вещества и образуется форма рельефа (положительная или отрицательная), так одновременно начинается вызываемый этим процессом другой рельефообразующий процесс — отток некоторого количества вещества или приток его (в случае образования отрицательной формы). Изменением во времени составляющих величин баланса масс определяется динамика форм. Причем в качестве управляющего воздействия выступает рельефообразующая сила — «инициатор» образования формы, теряющая свою энергию по мере увеличения ее размеров. Регулирующее воздействие осуществляется силами противоположной рельефообразующей направленности, задерживающими процесс создания форм. Их энергия увеличивается по мере роста размеров формы. Роль внутреннего регулирующего параметра играет сама форма: ее высота или площадь поверхности. Если поступление P и удаление q материала во времени не меняются, то стационарное состояние формы обеспечивается ее «собственным» регулирующим параметром. При выведении геоморфосистемы из состояния равновесия, например, человеческой деятельностью (сокращение ширины прибрежной отмели или толщины рыхлого покрова и пр.) она сама на основе внутренних связей между элементами восстанавливает свое прежнее состояние.

Описанной закономерности подчиняются в своем развитии и другие формы рельефа, например нагорные террасы, барханы, дюны, аккумулятивные равнины во впадинах и др. Структура процесса, характер взаимодействия между элементами всех геоморфосистем аналогичны. У всех них наблюдаются одни и те же порядок взаимодействия между элементами и способ действия обратной отрицательной связи. В развитии форм

рельефа процесс нарастания их размеров во времени затухает, и вместе с этим действие другого, противоположно направленного рельефообразующего процесса с ростом размеров форм увеличивается. Поэтому данные процессы неизбежно пересекаются, уравнивая друг друга. Выветривание горных пород и увеличение мощности рыхлого покрова вызывают затухание скорости образования обломочного материала, так как возрастает потери тепла в рыхлом чехле и увеличивается плотность. Абразия берегов и увеличение ширины отмели являются причиной уменьшения величины общей абразии, поскольку теряется энергия волн, пока они проходят отмель. Увеличение высоты вулкана вызывает сокращение поступления из недр вещества, потому что на выталкивание возрастающего веса столба вулканического материала в жерле необходимы все более возрастающие затраты энергии. То же происходит и в других процессах.

В развитии форм рельефа одинаково изменяются и рельефообразующие силы противоположной направленности. С увеличением размеров форм их энергия возрастает и рельефообразующие последствия деятельности становятся все более действенными. Увеличение высоты водораздела или вулканического конуса, ширины отмели, высоты бархана приводит к росту количества удаляемого с них материала.

Обе силы — и сила — «инициатор» образования форм рельефа, и сила противоположной рельефообразующей направленности — имеют свои пределы действия, так называемую рельефообразующую амплитуду. Например, формы рельефа, возникшие вследствие поднятия и врезания рек, в случае, если бы денудация не проявлялась, увеличились бы с замедлением свою высоту до тех пор, пока вес поднимающегося массива не уравнял бы силу эндогенного давления, т. е. пока не установилось бы изостатическое равновесие. Пределом роста бархана или штормового вала является высота, на которую еще могут быть заброшены обломочные частицы данного размера при существующих скоростях ветра (или воды).

Предел действия всех рельефообразующих сил противоположной рельефообразующей направленности — горизонтальная поверхность, привязанная к уровню моря, если говорить о рельефе суши. Взаимодействие этих сил образует новый, единый для них предел, внешне выражающийся поверхностью равновесия различной морфологической сложности. Это реально существующий предел, наблюдаемый нами в современном рельефе или в остатках прошлого. Тогда как вышеназванные верхний и нижний пределы являются идеализированными, гипотетическими, никогда в природе не существующими. Таким образом, поверхности динамического равновесия формируются в случае, когда себя проявляют силы, создающие формы рельефа, и начинают действовать литодинамические потоки [Флоренсов, 1978б], — возникает морфологически сложная стационарная поверхность, а также если действие рельефообразующих сил (преимущественно эндогенных) затухает или вовсе прекращается, — формируется морфологически простая стационарная поверхность равновесия.

Выявленная закономерность позволяет рассматривать рельеф в его динамике и объективно отображать различные состояния применительно к конкретному району или какому-либо временному отрезку, а также создавать принципиально новые геоморфологические карты — карты морфодинамики. Имеющиеся в настоящее время данные по скоростям тектонических движений и экзогенных процессов дают возможность определять величину поступления материала из недр вследствие тектонических поднятий и опусканий, величину выводимого в сферу денудационной переработки вещества вследствие врезания рек (для этого достаточно знать скорость врезания); величину поступления объемов вещества при колебаниях уровня моря, обусловленных тектоническими или какими-либо другими причинами. И наконец, и это самое главное, описанная закономерность является основой для полного, всеобъемлющего, теоретически глубокого обобщения накопленного фактического материала.

Развитие форм рельефа различного генезиса описывается уравнением динамики и авторегуляции, отражающим объективно существующие свя-

зи между высотой форм или их объемами с балансом вещества, литодинамическими потоками. Для решения уравнений необходимо выяснить, с одной стороны, как с ростом объемов форм и в зависимости от этого роста происходит затухание поступления количества материала на их постройку. А с другой стороны, определить, как увеличивается количество удаляющегося материала с поверхности формы по мере увеличения ее размеров. В отношении одних форм (берега морей и водохранилищ; вулканические конусы; поймы и др.) эта задача практически решена. В отношении же других (например, эндогенно обусловленное поступление вещества) еще имеются определенные трудности.

Динамическое равновесие в рельефообразовании — основной закон, позволяющий правильно объяснить суть геоморфологических явлений. Как и любой другой закон, он может выполняться, если внешние воздействия не меняются длительное время, что в естественных условиях невозможно. Но это не означает, что закон не действует. Конечно же, пойма или вулкан, или любая другая форма рельефа в реальных условиях, строго говоря, никогда не может достичь состояния равновесия, так как за то время, пока процесс совершается, меняются условия и, следовательно, положительная часть баланса (управляющее воздействие). Пока пойма формируется, нарастая в высоту, абсолютная высота паводков уменьшается (вследствие врезания реки) и предельный уровень, которого пойма должна была достичь, тоже снижается. Но суть процесса от этого не меняется.

Выявленная закономерность позволяет производить управление развитием некоторых геоморфологических процессов, осуществляемое путем сознательного изменения количества подводимой к геоморфосистеме энергии или баланса вещества. Например, изменением высоты паводков с помощью водорегулирующих водохранилищ можно добиться создания новых уровней поймы, более низких или более высоких. Так, образование Зейского водохранилища явилось причиной понижения высоты паводков в долине реки в нижнем бьефе на 5—8 м. В соответствии с этим все более низкие уровни пойм теперь могут расти в высоту только до предопределенного человеческой деятельностью предела. Подводимой к геоморфосистемам энергией человек еще не всегда в состоянии управлять. Например, нельзя изменить длину разгона волн и, следовательно, их энергию в морях и водохранилищах. Однако можно воздействовать определенным образом на другие элементы геоморфосистем, изменяющие эту энергию. Так, увеличивая ширину отмели путем дополнительного введения некоторого объема обломочного материала или уменьшая ее путем изъятия этого материала из вдольберегового потока, можно добиться увеличения (или уменьшения) ширины отмели и тем самым уменьшить (или увеличить) энергию подходящих к берегу волн и в конечном счете замедлить (увеличить) скорость абразии берегов. Именно таким путем решается проблема замедления размыва берегов Черного моря. Управление развитием геоморфосистем можно осуществлять и через внешние факторы воздействия на них. Например, замедлить процесс разрушения берегов морей и водохранилищ возможно путем искусственного увеличения абразионной устойчивости пород. При этом, как следует из рассмотренной закономерности, нет необходимости производить сплошное укрепление размываемых берегов. Для этого достаточно закрепить, сделать неподвижными или, точнее, малоподвижными только некоторые, непротяженные их участки. Тогда на неукрепленных участках образуются неглубокие заливы (бухты), которые затем будут отступать так же медленно, как и укрепленные части берега. Таким образом можно искусственно создать условия для образования морфологически сложной равновесной береговой линии.

НОВЫЕ АСПЕКТЫ МОРФОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА АКТИВНЫХ ШОВНЫХ ЗОН

Морфоструктурное направление возникло в геоморфологии тогда, когда геотектонические концепции ведущую роль в формировании лица Земли отводили вертикальным движениям [Герасимов, 1946; Мещеряков, 1965]. В итоге все методические приемы морфоструктурного анализа были направлены на выявление участков с разной вертикальной направленностью и интенсивностью движений. Анализ новейших горизонтальных движений ограничивался лишь изучением сдвигов типа Таласо-Ферганского или менее крупных [Раицман, Пшенин, 1967]. Широкое развитие в последние десятилетия идей неомобилизма в геотектонике позволило с новых позиций объяснить многие черты рельефа океанического дна. Однако изучение влияния крупномасштабных горизонтальных движений на рельеф континентов пока практически не проводилось, и лишь для шовных зон межконтинентального и континентально-океанического типа [Герасимов и др., 1974] был использован морфоструктурный подход для доказательств горизонтальных перемещений [Александров, Мелекесцев, 1977; Александров, 1978; Авенариус, 1978]. Это связано с пограничным положением шовных зон, в которых идет преобразование одного типа литосферы в другой и которые отличаются повышенной тектонической активностью, так что в их пределах горизонтальные перемещения должны быть ярче выражены в рельефе.

Вопросы методики морфоструктурного анализа для выявления крупных горизонтальных перемещений геоблоков пока никем не разрабатывались, хотя отдельные идеи высказывали многие крупные естествоиспытатели (А. П. Карпинский, Э. Зюсс, А. Вегенер, А. Арган, А. А. Григорьев). Для изучения этих движений необходимо использовать наряду с методами традиционного морфоструктурного анализа новые приемы. К их числу должен быть отнесен анализ плановых (пространственных) особенностей расположения морфоструктур: основные черты их абриса, наличие или отсутствие закономерностей в пространственном сочленении морфоструктур разных типов, наличие или отсутствие в сочетаниях морфоструктур элементов подобия, симметрии и пр. Основные материалы для такого подхода к анализу плановых закономерностей в сочетании морфоструктур должны дать мелкомасштабные карты рельефа континентов и океанического дна, обзорные геоморфологические и структурно-геоморфологические карты и, конечно, мелкомасштабные космические снимки самых разных типов. При изучении отдельных узлов можно использовать более крупномасштабные космические снимки или высотные аэрофотоснимки, во многом приближающиеся к космическим. В такого рода морфоструктурных исследованиях особо важное значение приобретают обзорность космических снимков и яркая выраженность на них крупных черт морфоструктурного плана. Бесспорное достоинство космических снимков состоит в том, что они, в отличие от мелкомасштабных геоморфологических карт, являются хотя и генерализованным, но объективным отражением тех природных элементов, которые используются в пространственном морфоструктурном анализе, т. е. это модель, наиболее близкая к изучаемому объекту. Для усиления контрастности изображения можно в случае необходимости проводить вторичную обработку космических снимков с целью получения более удобных для дешифрования материалов. Учитывая, что методика такого морфоструктурного анализа пока не разработана, остановимся на отдельных опытах такого анализа и на примере ряда активных шовных зон покажем возможность выявления элементов динамики крупномасштабных горизонтальных движений геоблоков литосферы. С этих позиций активные шовные зоны можно разделить на пять типов.

Кавказско-гималайский тип (I) выделяется в Средиземноморском

поясе от Малой Азии до 90° в. д. Генеральные черты морфоструктурного плана здесь определяются клиньевыми сочленениями Аравийского и Индостанского геоблоков с Евразийским, к которым приурочены две крупные узловые морфоструктуры: Малокавказская и Памирская, к западу и востоку от них дивергируют положительные линейные морфоструктуры подвижных горных поясов (соответственно: Понт-Тавр и Гиндукуш — Сулеймановы горы; Эльбурс — Загрос и Куэнь-Лунь — Гималаи), оконтуривающие крупные изометричные и относительно опущенные морфоструктуры типа нагорий (Анатолийское — Иранское, Афганское — Тибетское), наследующие срединные массивы (подробнее см. И. Г. Авенариус [1978]). При этом выделяются Аравийский и Индостанский сегменты, разделенные Урало-Оманским линеamentом, отличающиеся полным подобием планового расположения основных морфоструктурных элементов и их симметричным расположением в каждом сегменте относительно узловых морфоструктур. В каждом из сегментов восточная группа морфоструктур грандиознее по размерам и особенно по абсолютным высотам, а Аравийский сегмент — как бы миниатюрное повторение Индостанского. Такие удивительные симметрии и подобие морфоструктурных планов обоих сегментов не могли сформироваться, если бы действовала только система вертикальных движений. Все эти особенности морфоструктурного плана шовной зоны обусловлены клиньевым сочленением сблизившихся в процессе горизонтальных перемещений крупных геоблоков.

Принципиально отличный характер имеет морфоструктурный план тех шовных зон, где процесс взаимодействия крупных геоблоков идет широким фронтом, а не клиньями, и еще не произошло полного сближения (тип II), что фиксирует сложная мозаика отдельных относительно изометричных отрицательных морфоструктур глубоководных котловин внутренних морей, окаймленных положительными линейными морфоструктурами горных поясов, образующих своеобразный петельчатый рисунок. Элементы генеральной симметрии здесь отсутствуют, но общее подобие планового петельчатого рисунка есть во всех шовных зонах II типа: Средиземноморской, Карибской, Индонезийской, Скотия.

Третий тип активных шовных зон выделяется на западной периферии Тихого океана, где Тихоокеанский талассократон клиньями вдается в Евразийский континент, образуя серию узловых морфоструктур — своеобразных центров симметрии. От них отходят три положительные линейные морфоструктуры, две из которых, дивергируя, окаймляют изометричную отрицательную морфоструктуру глубоководной котловины окраинного моря. С внешней стороны по отношению к генеральному направлению перемещения в шовной зоне III типа линейные положительные морфоструктуры сопровождаются линейными отрицательными морфоструктурами — глубоководными желобами, которым в пределах шовной зоны I типа соответствует полоса предгорных равнин на краевых прогибах (Гангская, Индская и т. д.). В итоге по западной периферии Тихого океана целая серия таких морфоструктурных комплексов как бы нанизывается на узловые морфоструктуры, создавая картину, во многом подобную кавказско-гималайскому типу [Авенариус, 1978], что свидетельствует о генеральном подобии динамики процессов сочленения геоблоков в I и III типах активных шовных зон.

Четвертый тип — австрало-тихоокеанский — выделяется на юго-западной периферии Тихого океана. Морфоструктурный план зоны сопряжения Австралийского геоблока с Тихоокеанским талассократоном по ряду характеристик ближе ко II типу (средиземноморскому), так как здесь преобладает общий петлеобразный рисунок сочетания линейных положительных и относительно изометричных отрицательных морфоструктур. В то же время здесь есть морфоструктурные элементы, присущие III типу шовных зон, — глубоководные желоба, однако с обратным по отношению к Тихому океану наклоном зон Заварицкого — Беньофа.

Пятый тип активных шовных зон выделяется на восточной периферии Тихого океана в области его сочленения с континентом Южной Америки.

В морфоструктурном отношении это наиболее просто устроенный тип переходных зон. Здесь развиты только линейно вытянутые положительные и отрицательные морфоструктуры (цепи Анд и Перуано-Чилийский желоб).

Таким образом, изучение плановых соотношений линейных и изометричных морфоструктур в пределах активных шовных зон позволило разделить их по характеру взаимодействия крупных блоков литосферы на пять типов: кавказско-гималайский, средиземноморский, западно-тихоокеанский, австрало-тихоокеанский и восточно-тихоокеанский. Во всех случаях различие или подобие планового соотношения линейных и изометричных морфоструктур, а также различие в морфологии самих морфоструктур связано с динамическими процессами в активных переходных зонах: активное клиншее сочленение в первом и третьем типах, широкое относительно прямолинейное фронтальное при отсутствии полного сближения — во втором и четвертом, широкое фронтальное сочленение и полное сближение (даже перекрытие) — в пятом. Значительное подобие и симметрия морфоструктурных планов характерны для первого и третьего типов, второму и четвертому присуще в основном подобие. Такие соотношения, конечно, не могли формироваться в условиях только вертикальных движений. Весьма существенную роль в формировании морфоструктурного плана разных типов активных шовных зон играли горизонтальные перемещения крупных геоблоков литосферы.

С. М. АЛЕКСАНДРОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ МОРФОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА ОСТРОВОДУЖНЫХ И ОРОГЕННЫХ МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКИХ ПОЯСОВ

Разработка тенденций развития геоморфологической теории не может проходить без влияния смежных наук о Земле. Этим объясняется включение в программу пленума Геоморфологической комиссии АН СССР оценки геоморфологических аспектов тектоники плит, как позитивной, так и конструктивно-критической.

Оценивая различие и сходство обсуждаемых направлений (морфоструктурного, морфоклиматического, системно-формационного), отметим, что уже сложившаяся дифференциация геоморфологии предполагает не разобщение, а диалектическое единство и взаимообусловленность ее направлений. Аналитические тенденции должны сопровождаться стремлением к определенной интеграции (синтезу). При этом важнейшим в изучении геоморфологических аспектов горообразования с учетом тектоники плит является морфоструктурный анализ с использованием космической съемки. Актуально применение методов климатической геоморфологии (дешифрирование морфоскульптур), а также системного подхода (разработка иерархии геоморфологических элементов и т. п.).

Особый интерес наряду с формулировкой преимуществ и перспектив намеченных направлений представляет оценка их противоречий, дающая возможность определить теоретические задачи геоморфологии в будущем.

Актуальность задач обусловлена появлением принципиально новых материалов по геологии и геофизике океанов и космическими съемками суши. Необходимо подчеркнуть различный характер новой информации. Во-первых, это фактически объективные данные о рельефе (орография, морфометрия), горных породах и структуре их залегания, измерения геофизических полей и т. д., получаемые при эмпирическом способе исследований локального, в меньшей степени регионального уровней. Во-вторых, это данные, полученные в результате «очевидной» интерпре-

тадии дистанционных изображений, общепринятых методов анализа буровых данных, геофизических разрезов, регистрируемых лишь при реализации методических разработок регионального уровня, например применения системы дешифровочных критериев (признаков). Наконец, в третьих, информация, полученная при трактовке конструируемых моделей, например результатов глобальной корреляции геодинамических обстановок, палеогеоморфологических событий и т. д. Этот вид информации относится к типу «существующих теоретических представлений», которые могут видоизменяться в зависимости от принимаемой модели структуры или процесса.

Одна из проблем заключается в том, что известные мобилистские глобальные концепции формирования структуры и литосферы сводятся нередко к упрощению моделей морфоструктуры, например к выделению пассивных плит как антагонистов активных зон спрединга, субдукции, обдукции и т. п. Подобная методология вызывает критику, особенно при попытках применения ряда теоретических положений неомобилизма, разработанных на океанологических данных, к областям горообразования внутри материков.

Ясно при этом, что, хотя и существуют известные противоречия наиболее разработанной концепции неомобилизма — тектоники плит, ее основы применительно к процессам спрединга, благодаря глубоководному бурению, корреляции магнитных аномалий, изучению рифтовых зон, остаются непоколебимыми. Парадоксальность «континентальных» тектонических и геоморфологических аспектов теории в том, что, несмотря на меньшую площадь и лучшую изученность материков, именно они и переходные зоны от континентов к океанам дают основную пищу для критики неомобилизма. К дискуссионным вопросам относятся происхождение впадин окраинных морей, морфоструктурная модель областей субдукции и обдукции, проблема количества плит, которую нельзя игнорировать при региональных построениях, наличие разноэтажных латеральных деформаций, проблема внутриплитовых деформаций и магматизма и ряд других. Однако это не подрывает основ неомобилизма, а в значительной степени усложняет его. Рассматривая этапы становления и деструкции континентальной коры и рельефа литосферы, мобилистская теория на новом качественном уровне развивает учение о геосинклиналях, не отвергая его позитивных положений. При этом подчеркивается перспективность синтеза плодотворных идей фиксизма и мобилизма для создания общей теории глобальной эволюции тектонических структур и рельефа. Ортодоксальная концепция тектоники плит трансформируется в положения о горизонтальной и вертикальной расслоенности литосферного континуума при дисгармоничности тектонических движений (А. В. Пейве); о пульсациях и чередовании эпох расширения и сжатия Земли (Е. Е. Милановский); о шовных зонах как областях орогенеза (И. П. Герасимов, В. Е. Хаин); в теорию гетерогенного происхождения впадин окраинных морей (Е. А. Артюшков, А. Л. Яншин), тектонических неоднородностей (Ю. М. Пуцаровский) и т. д. В новейших работах И. П. Герасимов формулирует геоморфологические аспекты тектоники плит. Главным звеном здесь является изучение процессов горообразования на мезозойско-кайнозойском этапе, для чего необходимо теоретическое обобщение материалов конкретных региональных исследований. Проведение подобного обобщения по областям горообразования западно-тихоокеанского и среднеазиатского типов позволяет конкретизировать несколько теоретических положений.

1. Островодужные и внутриконтинентальные орогенные пояса обладают чертами поли- и изоморфизма. Полиморфизм (черты различий) проявляется в резком контрасте гипсометрического положения, в различной мощности и структуре земной коры, типе и объеме магматизма, особенно в геоморфологическом развитии, сложившихся на протяжении мезокайнозойского этапа. Изоморфизм (черты аналогий) проявляется в общем сходстве глубинного строения (наличие сейсмофокальных зон, резкие ко-

лебания мощности земной коры), особой активности тектонического режима, высокой сейсмичности, большой энергии рельефа.

2. Важнейшей чертой строения поясов обоих типов является парагенезис принципиально отличающихся геоморфологических объектов: изометричных и линейных. Изометричные морфоструктуры — это разновозрастные, относительно жесткие плиты, глыбы и массивы, характеризующиеся менее контрастным рельефом, меньшими градиентами геофизических полей, незначительной сейсмичностью и слабым вулканизмом. Линейные морфоструктуры — это относительно более молодые глыбовые или складчатые поднятия, островные дуги, глубоководные желоба, окраинные валы, которым свойственны наиболее контрастный рельеф, максимальные градиенты геофизических полей, резкие нарушения изостазии, высокая сейсмичность, повышенные тепловые потоки, интенсивный вулканизм на периферии современных океанов.

3. Линейные морфоструктуры, в свою очередь, делятся на фронтальные, или пограничные (шовные), и тыловые, располагающиеся внутри орогенного пояса или системы островных дуг. Общий высокий фон тектонической и геоморфологической активности экстремален в процессах фронтальных линейных морфоструктур и особенно в областях тектонических синтаксисов, где в последние годы доказано наличие ряда существенных геоморфологических аномалий (Памирский и Шиллонгский синтаксисы, стык Алеутской и Курило-Камчатской дуг, Зейский клин).

4. Вопрос о роли вертикальных и горизонтальных движений в формировании рельефа наиболее сложен, хотя уже сейчас предложен ряд моделей, объясняющих их сосуществование. Например, клиновидное перемещение Джелламского клина на нижних горизонтах коры, вызвавшее образование Памирского синтаксиса, обуславливает вертикальные поднятия верхних горизонтов коры. В рассмотренных поясах известно множество других объективных геодезических, геоморфологических данных, палеотектонических реконструкций, геофизических параметров, свидетельствующих о наличии наряду с бесспорными вертикальными перемещениями земной коры крупных горизонтальных деформаций, выраженных в рельефе (надвигов, сдвигов и т.п.). Особенно трудно объяснить механизм поддвига в островных дугах, однако существование крупных сдвигов и сколов здесь подтверждается рядом фактов.

Подводя итог сказанному, следует подчеркнуть непреходящую роль важнейшего диалектического принципа геоморфологии о тесной сопряженности эндо- и экзогенных процессов.

В образовании элементов рельефа высших рангов — подвижных поясов — велико значение глубинных процессов восходящей и нисходящей конвекции, приводящей к активному взаимодействию плит, глыб, блоков различных рангов. Экзогенные процессы играют роль лишь в модификации рельефа поясов, хотя гигантские аккумулятивные тела краевых прогибов, дельт, глубоководных котловин в течение геологического времени могут серьезно влиять на изостатическое равновесие.

В образовании региональных элементов рельефа ведущая роль принадлежит эндогенным процессам, связанным как с латеральным взаимодействием тектонически неоднородных тел, так и с вертикальными движениями в поле силы тяжести. Различия между островными дугами и горными странами отражают более глубокие неоднородности Тихоокеанского и Средиземноморского тектонических поясов. Экзогенные процессы отражают влияние климатического и гравитационного факторов, между которыми существует сложная корреляция матричного типа. По своим масштабам обе группы процессов также сопоставимы, поскольку аккумулятивные равнины межгорных депрессий, шельф, аккреционные призмы на склоне имеют региональный ранг.

ОБ УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ ГЕОМОРФОЛОГИИ (на примере анализа междуречий)

Одним из важных условий развития теории геоморфологии, как и других теорий, является возможность адекватного описания одних и тех же объектов (явлений) разными исследователями, независимо от их взглядов, школ и т. п. Это достигается, конечно, при достаточной степени изученности таких объектов. В геоморфологии к ним относятся прежде всего речные долины и междуречья.

Другое условие развития теории — возможность предсказания на ее основе новых черт и свойств рельефа, которые могут быть впоследствии проверены и изучены. Здесь определенную роль должна сыграть формализация понятий, используемых при геоморфологическом анализе. Стремление к детализации описаний влечет за собой возрастание количества терминов, а качественного скачка в развитии теории пока что не видно. Безусловно, формализация понятий должна предусматривать возможность математического описания объектов и процессов.

Третье условие развития теории — необходимость более широкого использования методов системного анализа, рассматривающего объект (явление) как целое, изучающего его элементы и выявляющего функции системы. Описывая, например, междуречье, необходимо определить и изучить его границы, конфигурацию, строение, выявить характер взаимоотношений между его элементами — вершинными поверхностями и склонами, включая сюда определение баланса перемещаемого материала, определить происхождение междуречья как элемента морфоструктуры, степень его экзогенной переработки, стадию и направление дальнейшего развития.

Попытаемся пояснить сказанное на примере использования метода анализа междуречий в морфоструктурных целях. Морфоструктурный анализ преследует цель выявления морфоструктуры, т. е. рельефа, отражающего особенности геологического строения: тектонические движения, структуру, литологию. Эти черты находят выражение в распределении, очертаниях, высоте и строении междуречий. Отличаясь от речных долин большей консервативностью развития, междуречья, наряду с молодыми формами, сохраняют черты древнего рельефа. Их облик фиксирует интегральное и изменчивое влияние ряда рельефообразующих факторов на протяжении геологических периодов. Наиболее устойчивый и древний рельеф обычно у крупных и соответственно высокопорядковых (VI—VIII) междуречий. Более молодой рельеф, как правило, у низкопорядковых (I—III) междуречий. Однопорядковость, естественно, не подразумевает во всех случаях одновозрастность, т. е. одновременное заложение. Но большинство междуречий одного возраста имеет близкие порядки. Разделение междуречий по порядкам позволяет при геоморфологическом анализе сравнивать объекты одинакового масштаба. Таким образом, одним из основных условий применения метода анализа междуречий в морфоструктурных целях является соблюдение принципа соразмерности объектов (явлений).

В распределении и очертаниях междуречий находят выражение структуры разных этажей земной коры, от основания фундамента до верхнего структурного этажа. Накладываясь друг на друга, они образуют сложный морфоструктурный план, который иногда рассматривают как результат влияния только глубинных структур. Выяснение соответствия морфоструктур разным уровням древних структурных планов — одна из важных задач анализа междуречий средних и высоких порядков. В этой связи в теоретическом и методическом отношениях необходимо определение границ применения морфоструктурного анализа, за пределами которых достоверность его становится недостаточной и спекулятивной.

В основе анализа междуречий в морфоструктурных целях лежит выделение морфоструктур по совокупности междуречий разных типов, подтипов и видов. Типология учитывает очертания в плане, форму поперечного сечения междуречий и морфологию их вершинных поверхностей. Разделение междуречий на массивные, грядовые и останцовые позволяет при картировании обратить особое внимание на участки их сочленения, как правило, являющиеся границами разнотипных морфоструктур. Распределение морфоизогипс позволяет определить степень симметричности междуречья. Это зависит, прежде всего, от первичного наклона исходной поверхности, при расчленении которой сформировались нынешние междуречья. Особое значение приобретает сочетание междуречий с разной асимметрией. Обычно разделяющие их долины заложены по системам разрывных тектонических нарушений. Асимметричные междуречья хорошо подчеркивают разнообразные кольцевые морфоструктуры. Пологие склоны междуречий направлены преимущественно к центру таких структур.

Еще один признак, анализируемый в морфоструктурных целях, — расчлененность междуречий долинами низких порядков и другими эрозионными формами. Установлено, что эволюция междуречий при их расчленении, превышающем 30% от их общего объема, происходит путем денудационного распада наиболее расчлененных участков на обособленные массивы и сопки, короткие хребты и т. п. В связи с этим территории, обладающие минимальным и максимальным расчленением, могут рассматриваться как геоморфологические аномалии. На морфоструктурной карте последние показываются контурами и интерпретируются главным образом как участки постепенного и длительного разрушения горного рельефа и связанной с этим обстоятельством интенсивной переработки больших объемов обломочного материала.

Итак, при анализе междуречий в морфоструктурных целях должны быть соблюдены три условия: определение границ применения метода; проведение морфологической классификации междуречий; использование принципа соразмерности объектов.

В последние годы наметилась некоторая тенденция к углубленной проработке геоморфологами геологического и геофизического материала для использования его в морфоструктурных целях. Это верный, но не единственный подход. Анализ междуречий показал, что одновременно необходимо разрабатывать новые подходы и в морфологическом анализе рельефа, информативность которого далеко не исчерпана.

И. В. АНТОЩЕНКО-ОЛЕНЕВ

О ПОНЯТИИ «РЕЛЬЕФ» И ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Рельеф удобно рассматривать как структуру поверхности раздела литосферы, поверхностной гидросферы и атмосферы. Эта структура может быть представлена в виде определенных комбинаций разноориентированных двух- и трехмерных (по с большим радиусом кривизны) элементов поверхности разного порядка и сети образующихся при их сопряжении скелетных линий (талвегов, водоразделов, перегибов склонов). Представление о порядках рельефов [Хортон, 1948; Философов, 1960; Черванев, 1979б; и др.] позволяет, не прибегая к условным численным границам классов элементов поверхности Земли, ранжировать их по размерам. Реальный рельеф — это структура поверхности, образованная из элементов первого порядка. Модели рельефов более высоких порядков всегда загрублены. Разрушение поверхности сопровождается изменением

ее структуры. Поэтому, говоря о возрасте рельефа какого-либо порядка, необходимо иметь данные для датировки в таком числе точек поверхности, которое позволяет построить хотя бы линии тальвегов (килевые) и водоразделов (гребневые) соответствующего порядка, совпадающие с реальными или отклоняющиеся от них незначительно как в плане, так и по высоте. Знание того, что неровность существовала на месте реального рельефа и раньше, не дает права говорить, что реальный рельеф одновозрастен какой-то «первичной» неровности. При исследовании рельефа надо различать несколько дат: возраст реального рельефа — время образования наблюдаемой сейчас структуры поверхности; дату образования неровностей; возрасты реконструируемых рельефов разрушения разных порядков.

Рассмотрение рельефа как структуры поверхности раздела избавляет от выяснения допустимых соотношений «геологического» и «географического» в геоморфологии. Никто, кроме геоморфолога, не исследует структуры поверхности Земли; но объяснение различий структуры поверхности, истории ее формирования невозможно без сведений о геологической среде, атмосфере, гидросфере, биосфере, климате. Такое понимание рельефа объясняется и другими факторами: во-первых, рельеф пассивен (структура поверхности раздела сред является структурой системы-границы или системы-следствия, которая не показывает внутренних причин развития системы, системе-границе не свойственно саморазвитие, она состоит только из пассивных элементов); во-вторых, поверхность Земли гетерохронна (из-за разной степени устойчивости геологической среды при постоянных воздействиях внешних сред, из-за разной степени нарушения устойчивости минеральных масс близ поверхности в условиях гравитационного поля Земли). Поверхность, сохраняясь сама собой, может меняться в одном плане: деформироваться без разрывов (изгибы); любой разрыв — это появление новых элементов поверхности. Каждое изъятие вещества из тела сопровождается разрывом, разрушением исходной поверхности, заменяемой на участке разрыва новой. Пассивность рельефа часто не воспринимается из-за искажения смысла слова «поверхность» в понятиях геоморфологии, когда поверхность представляется объемным вещественным элементом, «слоем вещества». В словаре русского языка она определяется как «граница, отделяющая геометрическое тело от внешнего пространства», как «наружная сторона чего-нибудь. П. Земли» [Ожегов, 1960, с. 518].

Есть геологическое пространство, геологическая среда, внутри которой и на ее контакте с другими средами идут геологические процессы, часть из них может быть названа геоморфологическими, так как они сопровождаются изменениями структуры поверхности Земли, меняя условия взаимодействия геологической среды с внешними средами (атмосферой, гидросферой, биосферой). В зоне контакта взаимодействие сред сопровождается перемещением вещества. Из контактирующих сред наиболее статична, наименее подвижна геологическая, поэтому структура граничной поверхности в большей степени предопределена свойствами геологической среды. Она меняется в зависимости от распределения выходов геологических тел с разной устойчивостью на воздействия гидросферы, атмосферы, биосферы, от тектонических деформаций геологического пространства, которые нарушают устойчивость его частей в гравитационном поле Земли, в условиях земной поверхности при разной интенсивности проявления разрушающих и созидających воздействий водной и воздушной сред на геологическую (горно-породную) среду. В подавляющем большинстве случаев собственно тектонической деформации поверхности мы не наблюдаем. Сначала идет восприятие реального рельефа, потом, после анализа структуры поверхности (морфоструктурный, морфометрические анализы), удается реконструировать распределение тектонических деформаций земной поверхности (от анализа реального рельефа мы идем к абстрактному морфоструктурному построению). Поэтому морфоструктуры не воспринимаются как аналоги реального рельефа. Скорость разрушения ис-

ходной поверхности и замены поверхностей новыми тем выше, чем интенсивней идет процесс тектонической деформации геологического пространства. Судя по отношению высоты к ширине многих выделяемых морфоструктур, тектонические изгибы поверхности литосферы пологи (слабо вздуты), тогда как структура реальной поверхности на таких участках бывает весьма контрастной по распределению высот, уклонов.

Итак, рельеф Земли — структура поверхности раздела сред. Причина изменения этой структуры — процессы в контактирующих средах, ведущие к изменению характера взаимодействия сред между собой (в условиях гравитационного, радиационного, магнитного полей), а также характера воздействия на геологическую среду биосферы, подземных гидро- и атмосферы. Структуру поверхности раздела сред можно рассматривать как структуру системы-границы (системы-следствия [Лукин, Гудымович, 1982]), состоящей из пассивных элементов. Ее развитие — следствие нарушения — восстановления равновесия масс горных пород в условиях гравитационного поля Земли на контакте с гидро- и атмосферой. Система-причина, которую можно рассматривать как геоморфологическую систему, — это планета Земля с внутренними изменениями структуры геологической среды, ее гравитационными и другими геофизическими полями и изменениями структуры и состояния внешних оболочек Земли (атмосферы и гидросферы, характера взаимодействия с геологической средой, с биопосредником и без него).

Л. Б. АРИСТАРХОВА

ВАЖНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОРФОСТРУКТУРНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Для познания причин и законов образования рельефа необходим комплексный учет всех рельефообразующих факторов: собственно тектонических, структурно-литологических, экзогенных с их зонально-климатическими и провинциальными особенностями, историко-генетических, саморазвития, антропогенных. Сделать это в рамках какого-либо одного направления геоморфологической науки (морфоструктурного, климатического или системно-формационного) невозможно, поскольку каждое из них нацелено на преимущественное исследование ограниченной категории рельефообразующих процессов. Однако в методическом аспекте выделение направлений закономерно и полезно. Важно только не противопоставлять их друг другу, стремясь доказать преимущество одного за счет другого, что нередко делается.

Морфоструктурное направление нацелено на выявление связей рельефа Земли с ее тектоническим строением. Главные его задачи, во-первых, установление общих законов отражения в рельефе тектонического строения и тектонических движений земной коры; во-вторых, обнаружение геоморфологических признаков тектонического устройства и движений, в том числе проявляемых через экзогенную моделировку рельефа. Решение этой задачи имеет практическую ценность, что и способствовало выдвиганию морфоструктурного направления в последние годы на первый план. Морфоструктурный анализ способствовал изучению новейшей тектоники, сейсмичности, познанию глубинного тектонического строения, поиску полезных ископаемых и т. п. Тем не менее основные задачи морфоструктурного направления в изучении рельефа еще не решены. Одна из главных трудностей, стоящих на пути решения этих задач, связана с недостаточным вниманием к роли истории рельефа и климатически обусловленным факторам рельефообразования. Очевидно, настало время от резкого размежевания климатической и структурной геоморфологии обратиться

к их слиянию на новой основе, которой, вероятно, должна стать концепция геоморфологических формаций.

Среди других нерешенных проблем морфоструктурного направления, сдерживающих его дальнейшее развитие, можно отметить следующие.

1. Отсутствие однозначного понимания и, как следствие, четкости в определениях распространенных морфоструктурных понятий. Особенно это касается термина «морфоструктура», дискуссия по поводу которого идет давно. Если отвлечься от деталей, основное различие в предлагаемых формулировках этого понятия состоит в том, что одними (более всего геологами-производственниками) в основу определения положена известная заранее тектоническая структурная форма, т. е. они идут «снизу», от геологии. Другие (к ним относятся большинство геоморфологов) опираются в первую очередь на рельеф. Второй путь точнее отражает сущность морфоструктурного исследования, конечная цель которого состоит в решении обратной задачи — через рельеф к тектоническому строению. Ведь в процессе морфоструктурного анализа геоморфолог сначала выявляет обособленные участки земной поверхности с характерными чертами рельефа и лишь затем ищет связь выделенного участка с типом тектонических движений и конкретной формой тектонической структуры. Морфоструктуры, выделенные таким образом «сверху», от рельефа, позволяют геоморфологии внести свой вклад в изучение тектоники. Это стало особенно очевидным в связи с использованием космоснимков.

Геоморфологам необходимо как можно скорее прийти к однозначному определению термина «морфоструктура». Для тех морфоструктурных элементов, которые не будут охвачены этим унифицированным определением, следует искать свои названия. Кроме термина «морфоструктура», нужна унификация и других распространенных морфоструктурных понятий (линеамент и морфолинеамент, тектогенная геоморфологическая аномалия и др.).

2. Назрела необходимость в сквозной классификации морфоструктур по разным показателям. Предложенные ранее классификации планетарных морфоструктур и опыты классификации морфоструктур меньших рангов на региональной основе могут служить базой для единой морфоструктурной классификации, на создание которой, вероятно, имеет смысл нацелить (или организовать) специальный научный коллектив. В первую очередь нужно классифицировать морфоструктуры по размерности (от глобальных до самых малых с применением количественных характеристик), по их геометрической форме (изометричные и линейные разных типов), по тектоническому генезису, морфологическому типу. Отсутствие единой классификации морфоструктур затрудняет корреляцию региональных морфоструктурных построений и мешает развитию геоморфологической теории.

3. Мы еще плохо умеем сравнивать и однозначно оценивать геоморфологическую составляющую выделяемых нами морфоструктур. Поэтому следует согласиться с Р. О. Радкевич, который, говоря о путях развития геоморфологии, указывает на необходимость разработки формализованных оценочных критериев объекта исследования, т. е. рельефа и процессов рельефообразования во всем их многообразии. Данные, накопленные на основе таких критериев, несомненно будут способствовать углублению геоморфологической теории вообще и ее морфоструктурного направления в частности. Начать можно с самого простого — с формализации критериев оценки геомегрии рельефа. Вопрос в том, кто и когда возьмет на себя этот нелегкий труд.

4. Несмотря на нерешенные проблемы морфоструктурного анализа, имеющийся в настоящее время материал позволяет подойти к выявлению общих законов и признаков отражения в рельефе тектонического строения земной коры. Представляется, что в региональном масштабе для малых морфоструктур одним из общих показателей отражения в рельефе элементов тектонического строения является тектогенная геоморфологическая аномалия. Это понятие, более десяти лет назад независимо пред-

ложенное Б. Н. Можаявым, Г. С. Ананьевым и автором статьи, употребляют для обозначения локальных участков территории, особенности рельефа которых отличаются от фоновых (т. е. свойственных данной региональной тектонической, историко-генетической и зонально-климатической обстановке) и связаны с местным воздействием эндогенного фактора. Выявление тектогенных геоморфологических аномалий, возможное только на основе тщательного общего историко-генетического анализа рельефа и рельефообразующих процессов, помогает избежать в процессе морфоструктурного анализа ошибок, связанных с недоучетом историко-генетической и экзогенной составляющей рельефообразования.

5. *Вопрос о содержании картографических материалов, составляемых в процессе морфоструктурного анализа, не раз обсуждался и практически уже перестал быть нерешенной проблемой. Десять лет назад среди геоморфологов по этому поводу было достигнуто определенное единство. Так, структурно-геоморфологической, как правило, называют карту, главное содержание которой — фактический геоморфологический материал, т. е. морфохроногенетическая характеристика поверхности, дополненная выделением элементов рельефа, фиксирующих локальные проявления эндогенного фактора рельефообразования. Нередко на этой карте наложенными знаками показывают также контуры морфоструктур. Изображение же только морфоструктур, подразделенных по типу, размерности, возрасту и т. д., является содержанием морфоструктурной карты, составляемой на основе структурно-геоморфологической карты и других специальных графических документов.*

Е. И. АРЧИКОВ

О ДВУХ ОСНОВНЫХ КАТЕГОРИЯХ ГЕОМОРФОЛОГИИ

В данной статье остановимся лишь на двух определениях термина «морфоструктура», не разбирая варианты его толкования. По И. П. Герасимову, «морфоструктурами называются формы рельефа, созданные тектоническими движениями земной коры в их взаимодействии с процессами денудации и аккумуляции» [1959]. По нашему мнению, даже такое концентрированное определение содержит неясности. Во-первых, какова мера сравнения действия тектонических движений и процессов денудации и аккумуляции, если действия этих процессов равнозначны или последние преобладают? Во-вторых, эндогенные процессы проявляются не только в виде тектонических движений, но и в виде магматизма, вулканизма, метасоматоза и т. д.

Г. И. Худяков под морфоструктурой понимает тектоническую структуру с конформной ей внешней геоморфологической поверхностью. В то же время монография «Геоморфотектоника юга Дальнего Востока» начинается словами: «Сейчас ни у кого не возникает сомнения в том, что крупные формы рельефа Земли созданы тектоническими движениями. Такие формы получили название морфоструктур» [Худяков, 1977, с. 7]. То, что в одном случае Г. И. Худяковым морфоструктура понимается как тектоническая структура, в другом — как форма рельефа, вызывает недоумение. Стремление дать термину и геоморфологическое, и геотектоническое содержание приводит только к неопределенности. К тому же существуют гигантские формы рельефа, созданные экзогенными процессами.

Различная трактовка самого популярного и основного термина геоморфологии — морфоструктура — отражает разный подход к предмету науки.

По нашему мнению, выход из этой ситуации состоит в необходимости признания существования структурно-тектонической или структурно-геологической основы рельефа, которую следует назвать морфоструктурой. Об этом еще в 1978 г. писал Н. А. Флоренсов, утверждавший, что нужно перестать видеть в морфоструктурах самые формы рельефа.

Если признать существование структурно-геологической основы рельефа, то следует признать и существование в геоморфологии двух основных категорий: названной основы рельефа и самого рельефа, который развивается на этом фундаменте. При этом следует отметить, что основа рельефа как материальное тело — понятие не статичное. Тело под действием внутренних и даже внешних сил может принимать качественно другое состояние. Но и до такого изменения на морфоструктуре под действием различных комплексов экзогенных сил могут развиваться различные генетические типы рельефа.

Следовательно, действие денудационно-аккумулятивных комплексов заключается в создании рельефа или непосредственно на его основе, следующий генетический тип рельефа развивается уже на сформировавшемся рельефе. Чем выше ранг рельефа, тем больше в нем морфоструктурных черт, чем ниже — тем больше эти признаки теряются, однако рельеф любого ранга имеет свою структурно-геологическую основу.

Формирование рельефа — явление непрерывное. В ходе развития рельефа, в результате качественных изменений основы рельефа и условий действия денудационно-аккумулятивных комплексов, возникают новые генетические типы рельефа. Следовательно, рельеф определенного типа имеет пространственно-временную границу. Структурно-геологическая основа, на которой сформировался рельеф, может иметь одни и те же пространственные границы и возраст, что и рельеф. Но в основном ни планового, ни возрастного совпадения морфоструктуры и рельефа не наблюдается. Рельеф почти всегда моложе своей структурно-геологической основы, так как на одну и ту же основу может действовать ряд сменяющих друг друга, качественно отличных денудационно-аккумулятивных комплексов. Последний из них, сформировавший интересующий нас генетический тип рельефа, и определяет его пространственную границу и возраст. Следовательно, вопросы классификации и установления возраста рельефа распадаются на два аспекта: возраст и классификация структурно-геологической основы рельефа, возраст и классификация самого рельефа.

А. А. Асеев и Н. С. Благоевлин [Проблемы..., 1982б], подводя итоги дискуссии о содержании и задачах геоморфологии, отметили, что исследование морфоструктур и денудационно-аккумулятивных комплексов может вызвать представление о пространственно-временной разобщенности действий эндо- и экзогенного факторов рельефообразования. На первый взгляд кажется, что при таком подходе морфоструктура может быть представлена как «безликий фон» или основание последующего формирования рельефа путем действия на этот фон денудационно-аккумулятивных комплексов. Причем допускается даже пассивное состояние фона; при подобном подходе предмет геоморфологии должен сузиться до изучения исключительно экзогенных процессов и создаваемых при их преобладающем влиянии относительно мелких форм рельефа, т. е. морфоскульптуры. Действительно, определение морфоструктуры как структурно-геологической основы рельефа говорит о ее безликости. Фундамент, основание любого материального создания не имеет лица. Он создается последующей надстройкой или сооружением чего-либо на основании. Кроме того, на определенном отрезке геологического времени морфоструктура вполне может находиться в стабильном состоянии. Именно так понимается нами пассивность морфоструктуры.

Исследование морфоструктур и денудационно-аккумулятивных комплексов не приводит к сужению геоморфологии до изучения экзогенных процессов и морфоскульптур. Морфоструктура как материальное геологическое тело и сформировавшийся на ней рельеф постоянно находятся

под действием внутренних и внешних сил. Их пространственного разобщения нельзя представить, и такое разобщение нежелательно. Структурно-геологическая основа рельефа реально существует. Она имеет свои внутренние показатели (вещественный состав, температурный режим и т. д.), пространственно-временные границы. В то же время рельеф имеет свои параметры: морфометрические, вещественные, структурные и др.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. В геоморфологии существуют две категории разного содержания: морфоструктура и рельеф.

2. Морфоструктура является понятием не ареальным, а площадным, непрерывным. Вся литосфера состоит из морфоструктур разного ранга и возраста.

3. Рельеф создается действием денудационно-аккумулятивных комплексов на морфоструктуру или на сформировавшийся на ней рельеф. Изменение качественного состояния морфоструктуры или денудационно-аккумулятивного комплекса приводит к возникновению нового генетического типа рельефа.

4. Пространственные и временные границы морфоструктуры с рельефом в основном не совпадают.

5. Проблемы классификации рельефа и установления возраста делятся на два аспекта разного содержания: структурно-тектонической, геологической основы рельефа и самого рельефа.

Н. В. БАШЕНИНА

НЕКОТОРЫЕ СПОРНЫЕ ВОПРОСЫ В ТРУДАХ XVII ПЛЕНУМА ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КОМИССИИ

К дискуссионным вопросам геоморфологии можно отнести положение О. В. Кашменской [1982] о геоморфологической форме движения материи. По ее мнению, эта форма движения или бытия материи имеет четкие границы. Верхняя — гипсометрическая поверхность Земли, а нижняя — поверхность Мохо. Следствием этой формы движения автор считает перемещение определенных объемов масс вещества в геоморфологическом пространстве, т. е. для исследования геоморфологического движения материи предполагается использовать анализ движения масс в земной коре. Результатом перемещения — балансом — объясняется все разнообразие рельефа. Положение о балансе масс как результате перемещения вещества очень перспективно в качестве реального показателя морфогенеза, единого для геоморфологической системы и всех ее подсистем, как бы они ни трактовались. Но границы, в которые автор заключает геоморфологическую форму движения, не могут предоставить исследователю такую возможность.

Объясняется это тем, что генезис многих крупных черт рельефа обусловлен процессами, происходящими в мантии. Верхняя граница — гипсометрическая поверхность рельефа — важнейший раздел внутренних и внешних оболочек Земли, являющийся ареной сложного взаимодействия процессов, происходящих как в земной коре и мантии, так и в атмосфере и гидросфере. Процессы, обусловленные последними, вызывают денудацию и аккумуляцию, которые не могли бы создать рельеф «экзогенного» происхождения, если бы не было тектонических неровностей на поверхности Земли. В результате взаимодействия процессов в указанных оболочках Земли на поверхности формируются рельеф и коррелятивные отложения, образующие значительную часть «гранитного» слоя. Таким образом, «геоморфологическое пространство», заключающее в себе геоморфологическую форму движения, не укладывается в границы, устанавли-

ваемые О. В. Кашменской. Такое суженное представление и привело к едва ли верному утверждению о том, что верхний уровень гор определяется балансом их эндогенного прироста и денудации. Заметим, что это положение выдвинуто не К. К. Марковым, а еще А. Ценком. Основная причина верхнего предела роста гор иная. В основном гравитационная энергия и энергия вращения Земли обуславливают тектоническую активизацию. На определенных высотах, неодинаковых для разных горных поясов, оба вида энергии изостатически уравниваются, что вызывает прекращение дальнейшего роста гор.

Возвращаясь к вопросу о формах движения, отмечу, что В. М. Кедров в 1963 г. выделил (ссылка О. В. Кашменской) в качестве «высшей» формы движения геологическую, считая, что она обусловила появление другой высшей формы — биологической. В. М. Кедров включил в геологическую форму движения все сложные явления, происходящие в мантии, коре, атмосфере и гидросфере. Однако, поскольку речь идет о всей планете, вряд ли эту форму движения можно назвать «геологической». Позднее появилось представление о географической форме движения, диалектически четко и интересно обоснованное в 1978 г. В. С. Ляминим. Но из нее автор исключает биологическую форму движения, вследствие чего географическая оболочка лишается ландшафта. В эту форму движения входит только неотектонический рельеф экзогенного происхождения, и, таким образом, рельеф как бы «разрезается» на две неравные части. Проблема форм движения материи Земли интересна и заслуживает дальнейшей разработки, но в настоящем виде она сложна и весьма спорна. Она недостаточно обоснованна даже с точки зрения диалектической философии, когда одним из критериев признается существование особой науки, изучающей данную форму движения. А применим ли этот критерий к сложным комплексам географических или геологических наук? И с этой позиции указанная проблема требует дополнительного изучения.

Далее остановимся на статье В. П. Философова с соавторами «Теоретические основы историко-генетического метода исследования рельефа» и на его статье «Эндогенные режимы и рельеф материков» [Проблемы..., 1982б]. В первой изложено, по сути, все уже известное и даны ссылки лишь на старые работы, изданные более 20 лет назад. На новые работы тех же авторов ссылок нет. Но дискуссия тогда плодотворна, когда ее ведут на современном уровне знаний. Во второй статье мы находим приложение «эндогенных режимов» В. В. Белоусова [1975] к рельефу. Урал, Тянь-Шань, Алтай рассматриваются как одинаковые орогенные пояса. Но В. В. Белоусов, употребляя понятие «эпиplatformенная активизация» как синоним понятия «возрожденные горы», «дейтероорогенез», Урал к ним не относит. Геологи и геоморфологи Урал, Бырангу, Скадинавские горы относят к платформенным (или эпиplatformенным) горам, в отличие от «возрожденных» орогенических поясов, поясов рифтогенной активизации и эпигеосинклиналичных. Вряд ли верно утверждение о сходстве облика рельефа всех этих орогенических зон и, как пишет В. П. Философов, «эпиplatformенных с рифтовым режимом». Рельеф поясов рифтогенной активизации весьма специфичен. О последних упоминается вскользь, и они не отражены в схеме, что не соответствует современным представлениям о рифтогенезе. Попытки увязать разные эндогенные режимы с рельефом предпринимались на основе новейших данных об этих режимах. На данном материале составлены и геоморфологические классификации.

Что касается терминологии, то еще в начале 900-х годов В. Дэвис писал, что «нельзя молодое вино исследования вливать в старые мехи незнания». Нужны новые понятия. Так, термины «морфоструктура», «геоморфологическая система», «геоморфологическая формация» в литературу никто не «насаждал», но их приняли, потому что суть уже была ясна и были найдены удачные термины. А войдут ли в литературу понятия «мобилтон», «блокоген», «пленоген», «кряжевые массивы» (почему же не кряжи?), «геоморфологический этап», «догеоморфологическая поверхность»?

Рельеф развивался в течение всей геологической стадии развития Земли; докембрийский рельеф местами влияет на более поздний; известны и реликты древнего рельефа. Перечисленные понятия вряд ли войдут в геоморфологию.

Несколько слов о тектонике плит. Каждую глобальную гипотезу надо как бы «примерить» к рельефу Земли. Это был бы один из путей проверки любой гипотезы, возможно позволивший объяснить некоторые черты рельефа. Автор с О. К. Леонтьевым «примерили» тектонику плит к рельефу на основании большого геологического материала, использованного для составления геоморфологических карт мира (м-б 1 : 15 млн.) и СССР (м-б 1 : 4 млн.). Это не дало доказательств в пользу тектоники плит. Гипотеза первичности океанической коры — также лишь одна из нескольких, и все они имеют право на существование [Проблемы..., 1982б]. Тектоника плит нуждается не в постулатах, не в общих идеях, а в конкретном геологическом анализе.

Б. П. ВАЖЕНИН

ЛИТОСБОРНЫЕ БАССЕЙНЫ И ИХ СВОЙСТВА

Выделение объекта исследования и его формализация являются важными звеньями системного анализа. В качестве конкретного примера эрозионно-денудационной геоморфологической системы [Борсук, Симонов, 1977] предлагается литосборный бассейн (ЛСБ), т. е. часть земной поверхности, с которой обломочный материал поступает в данный створ. Самые крупные литосборные бассейны включают в себя в качестве элементов целые речные системы, элементарные ЛСБ могут состоять из одного склона, русла или даже их частей. Одноранговый и сопряженный с ним — литоприемный бассейн (ЛПБ). Граница между ними достаточно условна и определяется в значительной мере положением створа, которое, в свою очередь, во многом зависит от целей исследования. ЛСБ, как и всякое другое сложное явление, характеризуется множеством морфолого-морфометрических, динамических и иных параметров. Среди них отмечаются: площадь ЛСБ, коэффициент компактности Гравелиуса [Рош, 1971], гипсографическая кривая и эквивалентный прямоугольник, порядок ЛСБ, скорость нарастания порядка речной сети [Симонов и др., 1981; Бгатов, 1982], расхód наносов, минимальная крупность обломков горных пород, для которых площадь ЛСБ равна нулю, и многие другие [Борсук, Симонов, 1977; Симонов и др., 1981; Важенин, 1982].

Для характеристики динамики литосбора представляет интерес режим функционирования ЛСБ, определяемый набором процессов, участвующих в транспортировке обломочного материала, и их активностью. На этой основе возможно выделение этапов функционирования ЛСБ с различными по набору процессов режимами.

Особого внимания заслуживает площадь ЛСБ. Величина ее и границы определяются не только орографией, но и рядом других факторов. В первую очередь это крупность способного мигрировать обломочного материала и длительность промежутков времени, для которых определяется площадь ЛСБ. Чем больше крупность обломочного материала, поступившего в данный створ, тем меньше при прочих равных условиях площадь его литосбора. Для самого мелкого материала площадь литосбора за все время существования ЛСБ имеет верхним пределом площадь водосборного бассейна (без учета эолового переноса). Изменение предельной крупности способного мигрировать обломочного материала определяется изменением во времени динамики литосбора: водности потоков,

активности склоновых процессов, эволюции морфологии и морфометрии бассейна литосбора.

Одним из достоинств представляется возможность создания моделей ЛСБ по трем пространственным и одной временной координатным осям. Понятие ЛСБ поддается строгой формализации, что позволяет производить операции преобразования: рассчитывать потоки, объемы, балансы наносов и т. п. Разработка данного направления дает возможность использовать знания о ЛСБ при интерпретации геохимических аномалий, при поисках россыпных и коренных месторождений полезных ископаемых, при выявлении морфоструктур и ландшафтоведческих построениях. Понятие ЛСБ может послужить центром консолидации для совокупности направлений геоморфологии при создании в дополнение к морфоструктурному анализу целостной системы морфоскульптурного анализа и совершенствовании комплекса методов общего геоморфологического анализа, сформированного на базе понятий морфоструктура и морфоскульптура И. П. Герасимова [1946]. Еще одно положительное следствие развития данного направления — выработка своеобразного «литосборного» мировоззрения, в соответствии с которым каждую точку пробоотбора из рыхлых отложений можно рассматривать как створ ЛСБ.

Первым и, пожалуй, преодолимым недостатком данного направления является существенная неразработанность его теории. К недостаткам направления следует, по-видимому, отнести и большую трудоемкость анализа, нежели в случае более простых систем, применяемых при изучении геоморфологических объектов, входящих в ЛСБ. Некоторую трудность, вероятно, будет представлять сбор данных для характеристики конкретных ЛСБ. Выход из этого положения видится в выявлении закономерных взаимосвязей параметров ЛСБ для получения нужных материалов менее трудоемкими косвенными методами.

В решении поставленных проблем наиболее эффективным представляется комплексное использование полевых исследований, картографической и аэрокосмической информации, стационарных наблюдений и экспериментов, физического и математического моделирования.

Место данного направления в ряду других направлений геоморфологии определяется в первую очередь особенностями их объектов исследования. Сходство ЛСБ с водосборным бассейном выражается в однотипности их формального определения, в идентичности набора геоморфологических элементов, входящих в них, в частом топографическом совпадении их границ. Наиболее существенным различием для них является фазовое состояние мигрирующего вещества. В первом случае это жидкость, во втором — твердое вещество. Такое фундаментальное отличие наделяет ЛСБ специфическими свойствами, не присущими водосбору: изменение площади ЛСБ в зависимости от крупности обломочного материала, преодоление обломочным материалом водоразделов посредством ледникового и эолового переноса. Понятия литосборный бассейн и геохимический ландшафт Б. Б. Полюнова [1953] сближает одинаковый набор геоморфологических элементов, а также однотипный характер связи этих элементов в системах — посредством миграции вещества. Различия между ними проявляются в изучении миграции вещества в системе ЛСБ в виде обломков горных пород, а в системе геохимического ландшафта — в виде химических элементов, в распределении акцентов при изучении этих явлений. В случае ЛСБ упор делается на изучение системы геоморфологических элементов, связанных миграцией обломочного материала, а в случае геохимического ландшафта — на изучение миграции химических элементов в различных ландшафтных условиях. Еще одним объектом, близким ЛСБ, является система водораздел — склон — русло. Сходство в данном случае выражается в одинаковом наборе геоморфологических элементов и в способе их связи посредством миграции обломочного материала. Главное различие заключается в большей степени приближения ЛСБ к реальной действительности благодаря четырехмерности модели ЛСБ, тогда как система водораздел — склон — русло только трехмерная.

ЭНДОГЕННО-ВОЗРАСТНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЛЬЕФА

Известно, что вопросы геоморфологического картирования, основой которого является классификация рельефа по различным принципам, относятся к наиболее актуальным. В последние 20—30 лет геоморфологические карты составлялись по морфологическому, морфогенетическому, генетическому, возрастному и другим принципам. На наш взгляд, наиболее прогрессивный из них — *возрастной (историко-генетический)*. По этому принципу построены средне- и мелкомасштабные карты на районы Урала, восточной части Русской платформы, Якутской АССР и др. В 1973 г. СНИИГГИМСом опубликована геоморфологическая карта Западно-Сибирской равнины м-ба 1 : 1 500 000, включающая ее горно-складчатые обрамления и часть Сибирской платформы.

Следует отметить, что использование геоморфологических карт, построенных по возрастному принципу, дало большой экономический и геологический эффект при металлогенетических, инженерно-геологических, гидрогеологических и других прикладных работах, а также при поисках структурных ловушек нефти и газа. Основная нагрузка их учитывалась при составлении карт четвертичных отложений, геологических, палеогеографических и тектонических. Практика показала, что такие карты являются наиболее выдержанными в таксономическом отношении.

Упомянутая карта Западно-Сибирской равнины, которую следует относить к историко-генетической группе карт, построена по эндогенно-возрастному принципу. Этот принцип базируется на признании ведущей роли в рельефообразовании эндогенного фактора, в первую очередь цикличности * проявления тектонических движений, имевших решающее значение в формировании основных элементов рельефа: поверхностей выравнивания и их склонов, речных террас и других, создающих многоярусность в рельефе. Неравномерное проявление тектонических движений в пространстве и особенности воздействия экзогенных процессов обусловили территориальное распределение тех или иных основных структурно-геоморфологических и морфогенетических комплексов рельефа. В этапы активизации тектонических движений создаются преимущественно поверхности врезания, в этапы же относительного покоя или резкого замедления поднятий — поверхности планации. В зависимости от продолжительности этапов формирования эти поверхности могут быть подразделены на макро-, мезо- и микроповерхности врезания и выравнивания.

Данная легенда состоит из трех частей. В первой части ее выделяются поверхности вреза и планации, возникшие в результате проявления начального («восходящего») и конечного («нисходящего») этапов верхнемезозойско-эоценового макроцикла (раздел I). В разделе II выделяются поверхности вреза и планации, созданные в начальную («восходящую») фазу второго незавершенного олигоцен-четвертичного макроцикла. В процессе проявления ряда мезоциклов этой фазы, приуроченных к эоцен-раннеолигоценному, олигоцен-ранне-среднемиоценовому, поздне-миоцен-ранне-среднеплиоценовому и средне-позднеплиоценовому времени были сформированы поверхности выравнивания второго порядка. В разделе III дается подразделение поверхностей вреза и планации (террасы и их уступы), возникших в результате проявления микроциклов, приуроченных к начальной фазе последнего мезоцикла. Данная фаза началась в конце позднеплиоценового времени и, по-видимому, не закончилась в современную эпоху. Эти микроциклы соответственно охватывают конец позднеплиоценового и начало раннечетвертичного времени, вторую по-

* Под цикличностью тектонических движений понимается лишь некоторая относительная повторяемость этих движений в общем, весьма сложном процессе геологического развития земной коры.

ловину раннечетвертичного и первую среднечетвертичного, вторую половину среднечетвертичного, первую половину позднечетвертичного и позднечетвертично-голоценовое время. Возраст и этапы формирования поверхностей вреза и планиции разных порядков изображаются соответствующим цветом. В этой же части легенды приводится подразделение историко-генетических элементов рельефа, обусловленное дифференцированностью проявления новейших тектонических движений, выделяются аккумулятивные, эрозионно-аккумулятивные («цокольные») и эрозионные элементы рельефа, что показано на картах соответствующим крапом.

Выделенные поверхности выравнивания и вреза, образованные при ведущей роли тектонических движений, классифицируются и по основным экзогенным факторам рельефообразования, взаимодействовавшим с этими движениями в процессе формирования данных форм рельефа. По экзогенным факторам рельефообразования они подразделяются на денудационные, аллювиальные, морские, озерные, озерно-аллювиальные и т. д. Генезис их, определяемый по ведущему экзогенному фактору, показывается различными штриховками.

Во второй части легенды дано подразделение элементов рельефа, возникших при ведущей роли экзогенных факторов рельефообразования. Среди них выделяются формы рельефа, возникновение которых обусловлено проявлением древнего оледенения, эоловыми и гравитационными процессами. Генезис этих элементов рельефа изображается также различными штриховками, а возраст — цветом, но в широй гамме, чем для историко-генетических элементов рельефа, чье формирование обусловлено преимущественно эндогенным фактором.

В третьей части легенды соответствующими значками показаны морфология основных элементов рельефа, отдельные характерные его формы, палеогеоморфологические элементы (цветовыми контурами и линиями) и элементы новейшей тектоники, а также связь рельефа со структурой рельефообразующих пород.

Рассматриваемые легенды, как показывает практика, с успехом могут быть применены как для составления мелкомасштабных геоморфологических карт, так и для крупномасштабных. Мелко- и среднемасштабные карты на различные районы Сибири нами составлялись и составляются по возрастному принципу с целью подсчета амплитуд неотектонических движений, оценки перспектив бокситоносности и т. д. Неотектонические карты, в свою очередь, широко используются для установления условий сохранности углеводородов, путей миграции нефти и газа, степени активизации структур платформенного чехла в новейший этап и в конце концов для оценки перспектив нефтегазоносности тех или иных территорий по неотектоническим параметрам.

В итоге необходимо подчеркнуть, что апробированные на практике «возрастные» легенды послужат базой для создания общей легенды геоморфологических карт съемочных масштабов для всей территории СССР.

Н. Г. ВОЛКОВ

ТРЕХФАКТОРНЫЙ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЛЬЕФА (на основе новой концепции системного подхода в геоморфологии)

При решении геоморфологических проблем рационального природопользования наряду с учетом климата и геологического строения, рассматриваемых во времени, особое значение приобретают исследования ди-

намической связи между разнофакторными процессами рельефообразования и их производными — формами рельефа.

Новая концепция системного подхода в геоморфологии способствует дальнейшему развитию представлений о неразрывности процессов, происходящих в недрах Земли, вне ее и на ее поверхности, взаимодействие которых обусловило формирование рельефа современной поверхности (процессы — формы рельефа). При этом особое внимание уделяется изучению рельефообразующих отложений как связующего звена между процессами и формами рельефа. Широкое применение количественных оценок рельефообразующих процессов и привлечение данных морфометрии при анализе форм рельефа позволяют установить корреляционные связи в системе «процессы рельефообразования — формы рельефа», а также моделировать и прогнозировать развитие рельефа. Прогноз развития рельефа имеет важное значение при решении конкретных геоморфологических проблем рационального природопользования.

В основе изучения эндо- и экзогенных процессов рельефообразования лежит энергомассоперенос вещества в земной коре. Перемещение вещества происходит в результате сложного взаимодействия тепловой энергии недр Земли, солнечной и других видов.

Формирование рельефа земной поверхности эндо- и экзогенными факторами рельефообразования рассматривается в системе: суммарный поток энергии → перемещение вещества → рельеф (морфоструктуры + морфоскульптуры) (см. схему).

В связи с интенсивной хозяйственной деятельностью человека и усилением его влияния на формирование рельефа антропогенные (техногенные) процессы можно рассматривать как третий фактор рельефообразования.

Выделяются восемь основных методических направлений исследования:

морфологии рельефа (морфографический, морфометрический, анализ геоморфологических уровней разного генезиса, сравнительно-морфологических и др.);

рельфообразующих отложений (мощностей, объемный, коррелятных отложений, литолого-фациальный и др.);

палеорельефа (анализ палеогеоморфологической этапности, морфодиклов, палеогеоморфологического анализа и картирования, анализ «откопанных» форм рельефа, реперных поверхностей и береговых линий и др.);

эндогенных процессов рельефообразования (постепенное изучение неотектонических, в том числе современных движений в земной коре, установление суммарных амплитуд неотектонических движений и др.);

экзогенных процессов рельефообразования (анализ поверхностей междуречий, изучение склоновых процессов, исследование речных долин, мощностей и фаций аллювиальных отложений и др.);

антропогенных (техногенных) процессов рельефообразования (изучение форм рельефа, возникших при интенсивной хозяйственной деятельности человека);

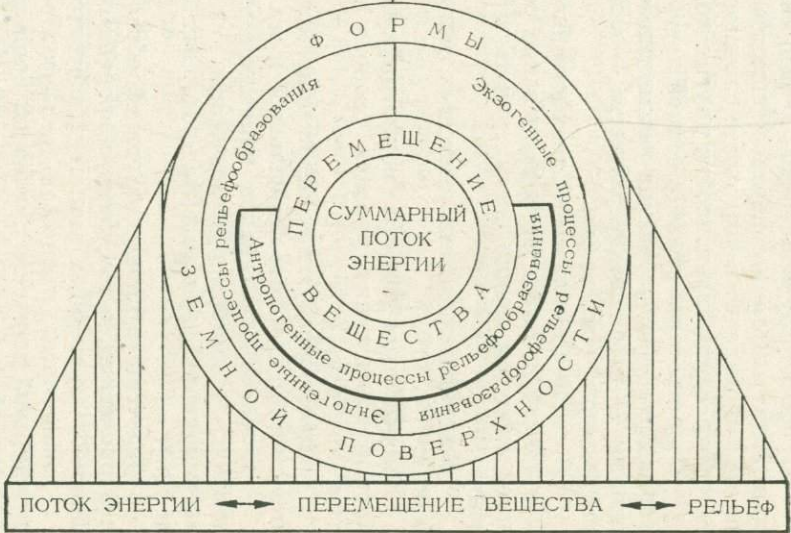
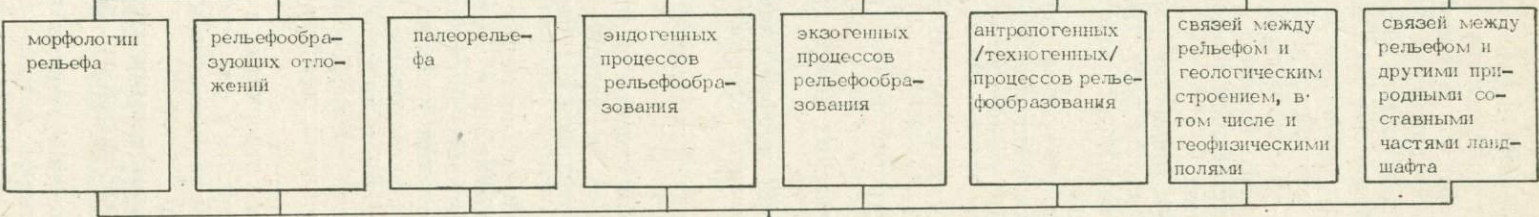
связей между рельефом и геологическим строением, в том числе геофизическими полями (морфоструктурный анализ и его комплексирование с геотермическими, сейсмометрическими, гравиметрическими, магнитометрическими и другими исследованиями);

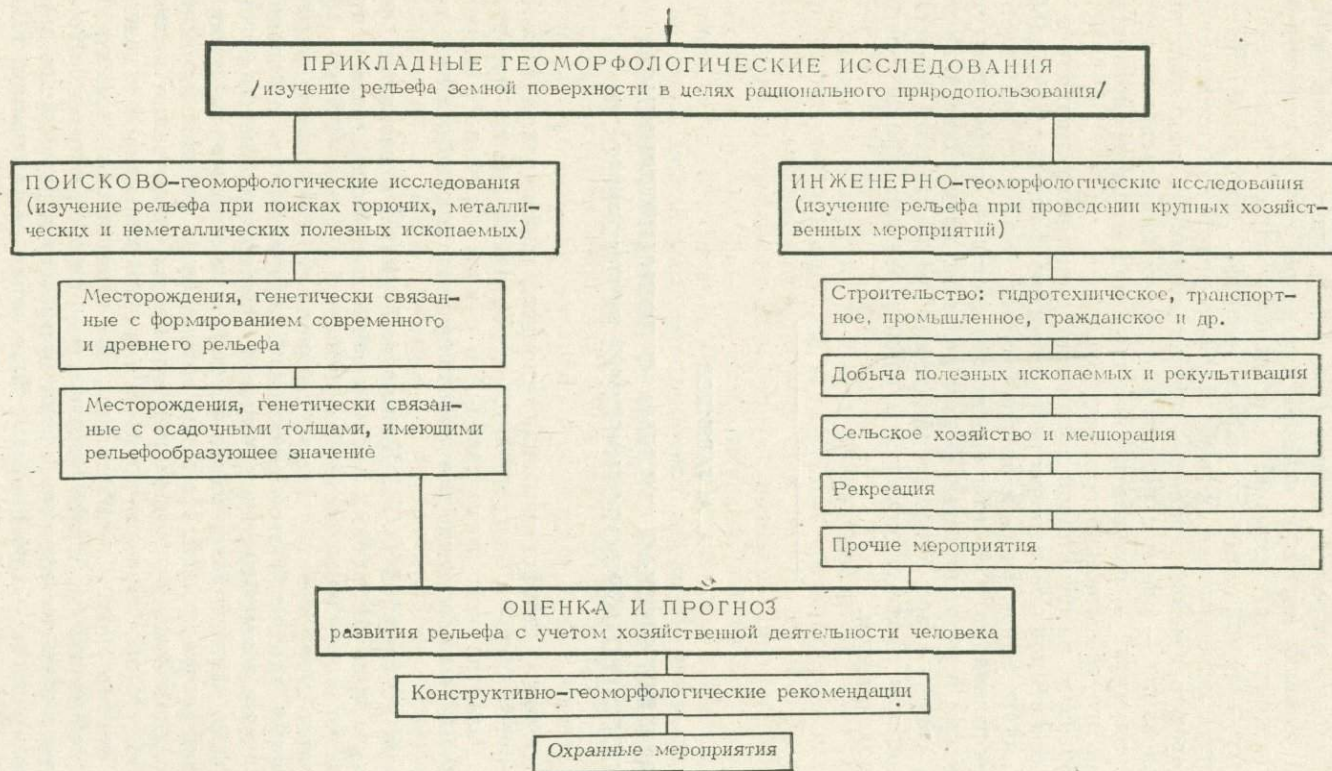
связей между рельефом и природными составными частями ландшафта (анализ связей рельефа с зональными особенностями климата, гидрологией, почвами, растительностью и т. д.).

В изучении рельефа земной поверхности (с целью рационального природопользования) важное место занимают методы дистанционного зондирования земной поверхности с ИСЗ, аэрокосмического дешифрирования, математической статистики и моделирования геоморфологических процессов, изучения современных геоморфологических процессов (при-

ТРЕХФАКТОРНЫЙ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ*
 /изучение морфоструктуры, морфоскульптуры и антропогенных форм рельефа в их взаимной связи/

Основные методические направления в изучении





родных и природно-антропогенных) на геодинамических полигонах, стационарах и др.

Изучение рельефа в целях рационального природопользования (прикладные геоморфологические исследования) проводится для обеспечения поиска и комплексного использования минерально-сырьевых ресурсов (поисково-геоморфологические исследования), крупных хозяйственных мероприятий (инженерно-геоморфологические исследования).

Анализ, оценка и прогноз развития рельефа с учетом хозяйственной деятельности человека являются основой для разработки конструктивно-геоморфологических рекомендаций его использования, неотъемлемая часть которых — мероприятия по охране рельефа. Предусматривается следующий путь исследования рельефа при его рациональном использовании: геоморфологический анализ — оценка с позиций рационального природопользования — прогноз развития с учетом планирования хозяйственных мероприятий — разработка конструктивно-геоморфологических рекомендаций его рационального использования.

Таким образом, на базе новой концепции системного подхода к изучению рельефа земной поверхности разработан трехфакторный геоморфологический анализ эндо-, экзо- и антропогенных (техногенных) процессов рельефообразования. Объекты его исследования — морфоструктуры, морфоскульптуры и антропогенные формы рельефа, изучающиеся во взаимосвязи на основе современной геодинамики. Трехфакторный геоморфологический анализ является основой изучения рельефа при его рациональном использовании.

А. А. ГАВРИЛОВ

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С ПОЗИЦИЙ ПРИНЦИПА ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КОНФОРМНОСТИ

Представления о морфогенезе как процессе перемещения геологического материала экзо- и эндогенными силами имеют давние исторические корни. Развитие этих представлений в рамках системного подхода открывает новые возможности для совершенствования парадигмы геоморфологии.

Не умаляя достижений О. В. Кашменской [1980] в развитии системного анализа применительно к целям и задачам геоморфологии и принимая данное ею определение геоморфологической системы (ГС) как сферы планетарного морфогенеза, нельзя согласиться с ее определениями других основных категорий этой системы. В частности, по ее мнению, элемент ГС — это элементарная поверхность, образование которой связано с действием единого экзогенного фактора при конкретном проявлении эндогенной составляющей. Но такое определение, по мнению автора, позволяет предположить существование множества качественно различных элементов, что противоречит понятию элемента как единой и неделимой ячейки организации. Следовательно, из определения элемента ГС необходимо исключить историко-генетические характеристики. Кроме того, принятие в качестве элемента сферы морфогенеза двумерного образования — поверхности — противоречит принципам организации ГС.

Элементом ГС предлагается считать элементарный объем кристаллической решетки минерала, а элементарной поверхностью — проекцию этой решетки на плоскость, в пределах которой происходит взаимодействие с реагентами экзогенной сферы рельефообразования. Выделяемый элемент отличается отсутствием историко-генетического содержания и является сквозным для системы как трехмерного образования.

Элементарную геоморфологическую систему можно рассматривать как элементарный объем, перемещаемый эндо- или экзогенными силами. Различие условий и механизмов переноса вещества в зонах господства эндо- или экзогенных факторов обуславливает бинарное строение ГС и всех ее иерархических подразделений.

Выделение двух главных подсистем ГС, объединяющих эндо- и экзогенную сферы рельефообразования, основывается на понятии сущности морфогенеза не как баланса масс, а как единства и борьбы внутренних планетарных (эндогенных) и внешних космогенных (экзогенных) сил. Геоморфологическая подсистема I порядка эндогенная — тектоносфера, ограниченная сверху поверхностью, отвечающей максимальным глубинам проникновения реагентов экзогенного рельефообразования (нижняя граница малой геоморфологической сферы [по А. Е. Кривоуцкому, 1971]; морфоскульптурного пространства [по В. В. Никольской, 1972]), по своему значению отвечает понятию морфоструктурного пространства [Худяков, 1975].

Геоморфологическая подсистема I порядка экзогенная — сферическое тело, соответствующее малой геоморфологической сфере [по А. Е. Кривоуцкому, 1971], включая био-, гидро- и атмосферу.

Проведенное деление на эндо- и экзоподсистемы справедливо и для геологической системы. Различие геологической и геоморфологической систем заключается прежде всего в объекте и предмете исследования, так как выделение и изучение ГС направлены прежде всего на познание рельефа Земли.

В основе развития ГС и всех проявлений морфогенеза лежит планетарный круговорот вещества и энергии планеты (восходящая и нисходящая ветви литодинамического потока [по Н. А. Флоренсову, 1978б]). Главными внутренними движущими противоречиями эндогенной подсистемы ГС являются, видимо, энергетические (тепловые) и плотностные неоднородности [Артюшков, 1979; и др.]; основные противоречия внутри экзогенной подсистемы определяются неравномерным распределением внутри планеты солнечной энергии и масс горных пород (гравитационный потенциал) относительно геоида. Целостность и единство общего планетарного круговорота масс основаны на асимметрии строения Индо-Атлантического и Тихоокеанского сегментов Земли, отмеченной впервые А. Д. Архангельским и В. И. Вернадским. Наличие внутренних движущих противоречий обязательно для любого иерархического подразделения ГС.

Единство и неразрывность процессов эндо- и экзогенного рельефообразования, с одной стороны, и их несомненная специфика — с другой, потребовали установления «сквозных» признаков общности и различия эндо- и экзогенных подсистем ГС. Выявляются два основных полярных процесса общего механизма переноса вещества и энергии: явления аккумуляции (концентрации) и рассеивания вещества и явления аккумуляции и рассеивания энергии рельефообразующих процессов. Согласно предлагаемой модели, аккумуляция вещества происходит в областях рассеивания эндо- и экзогенной энергии, а рассеивание вещества вызывается аккумуляцией энергии в определенных зонах эндогенной (рифты, разломные зоны и т. п.) и экзогенной (речные долины и др.) сфер рельефообразования. Области эндогенной аккумуляции выступают все положительные морфоструктурные элементы, экзогенной — отрицательные, характеризующиеся либо отсутствием континентальной коры (океан), либо ее сокращенными мощностями (суша). Круговорот вещества и энергии ГС в пределах материка начинается и заканчивается в областях аккумуляции глубинной эндогенной энергии, отвечающих континентальным рифтам, рифтогенным приразломным прогибам, впадинам и другим структурам деструкции (глубинной эрозии) континентальной коры, которым соответствуют отрицательные морфоструктуры.

В областях рассеивания эндогенной энергии происходит аккумуляция эндогенного материала, приводящая к формированию положитель-

ных морфоструктурных элементов Земли (тектономагматические пояса, зоны, сводово-блоковые поднятия и т. п.).

В экзогенной сфере морфогенеза области эндогенной аккумуляции (конструктивного тектогенеза) служат постоянным источником сноса, обеспечивая непрерывное поступление переработанного экзогенными процессами материала глубин и осадочной оболочки в зоны утонения (деструкции) земной коры, восполняя сложившийся дефицит масс. Особое значение в обмене масс вещества и энергии эндо- и экзогенной подсистем принадлежит зонам перехода и активных материковых окраин, так как именно там накапливаются значительные объемы материала, сносимого с суши, и оттуда он снова вовлекается в планетарный круговорот за счет мощного теплового потока из глубин [Любимова, 1980].

Формула планетарного морфогенеза и развития ГС в самом общем виде может быть представлена следующей последовательностью явлений: эндогенная глубинная эрозия (за счет создания кумулятивных потоков энергии и вещества) — эндогенная аккумуляция — экзогенная эрозия — экзогенная аккумуляция.

Новые интересные задачи познания развития рельефа Земли возникают при изучении связей (причинно-следственных, функциональных и др.) частей и структурных элементов, анализе информационной структуры, разработке вопросов эволюции и направленности развития ГС. Решение их может быть положено в основу формирования более совершенных представлений о строении и развитии рельефа планеты, что в значительной мере способствовало бы созданию единой теории морфогенеза.

Н. Ф. ГОНЧАРОВ, В. А. МАКАРОВ, В. С. МОРОЗОВ

**О СООТВЕТСТВИИ ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ
СРЕДИННО-ОКЕАНИЧЕСКИХ ХРЕБТОВ
И ДРУГИХ ПЛАНЕТАРНЫХ СТРУКТУР
ИКОСАЭДРО-ДОДЕКАЭДРИЧЕСКОМУ
СИЛОВОМУ КАРКАСУ ЗЕМЛИ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭТОГО КАРКАСА**

Подобие контуров Африки и Южной Америки явилось для А. Вегенера толчком к созданию гипотезы дрейфа континентов, а повторение этих контуров Срединно-Атлантическим хребтом — к рождению новой глобальной тектоники. Следовательно, геометрические очертания морфоструктур и их подобие достойны пристального внимания, так как способны породить новое направление в тектонике и геоморфологии.

Вокруг Антарктиды (рис. 1) океанические хребты и возвышения дна образуют волнистый пояс с гребнями: южнее Австралии, юго-восточнее Новой Зеландии, у развилки хребтов в Индийском океане, на юге Атлантики — угол поворота Срединно-Атлантического хребта с меридионального направления на субширотное, у юга Анд — угол поворота структур с субмеридиональных на субширотные. Волны примерно равны (по долготе $72 \pm 8^\circ$). Вершины четырех из пяти гребней лежат примерно на одной широте (около 50° ю. ш.); в Индийском океане на 50° ю. ш. — поднятия дна. Далее отметим пять субмеридиональных морфоструктур: южная часть Срединно-Атлантического хребта, часть Индоокеанского хребта от развилки до поворота на северо-запад, зона Бенъофа через Новую Зеландию, меридиональный отрезок хребта через о. Пасхи; зона Бенъофа западнее Анд. Расстояния между ними по долготе $2 \cdot (36 \pm 5^\circ)$, $3 \cdot (36 \pm 5^\circ)$,

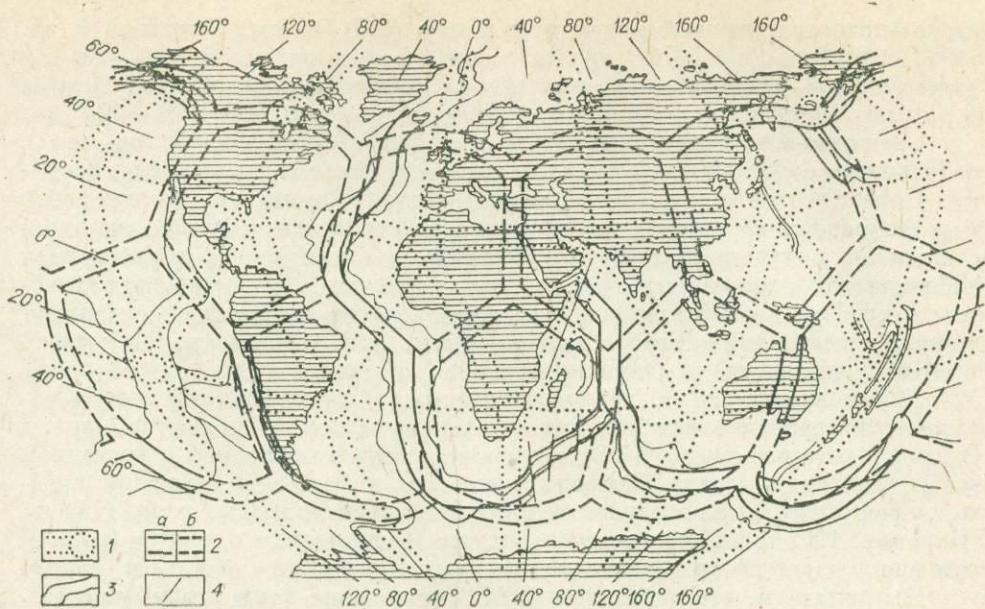


Рис. 1. Схема глобальных морфоструктур [по Башенной и др., 1967] с моделью икосаэдра — додекаэдра.

1 — ребра икосаэдра и узлы модели; 2 — ребра додекаэдра (а — расчетное положение, б — фактическое проявление); 3 — границы срединно-океанических хребтов и поднятий дна; 4 — глубинные разломы.

$36 \pm 5^\circ$, $2 \cdot (36 \pm 5^\circ)$, т. е. кратны величине $36 \pm 5^\circ$; первые две структуры в северных концах изогнуты на северо-запад под одним азимутом. Итак, просматриваются геометрические закономерности, симметрия и подобие.

Мы аппроксимировали симметрию структур Земли моделью сферических икосаэдра (20 треугольников) и пентадодекаэдра (12 пятиугольников) (рис. 2). Две вершины икосаэдра — на географических полюсах, остальные — на 27° с. и ю. ш., вершины додекаэдра — на 41 и 50° с. и ю. ш., пересечения ребер — на $0, 30$ и $58^\circ 30'$ с. и ю. ш. Долгота ребер икосаэдра $67^\circ 9'$ в. д. и т. д. через 72° , додекаэдра — $31^\circ 9'$ в. д. и т. д. через 72° . Ребрам модели соответствуют значительные части срединно-океанических хребтов, границ литосферных плит, зон глубинных разломов, геосинклинальных областей и др.; центры всех мировых геомагнитных аномалий — в узлах модели. Это привело нас к выводу о существовании ико-

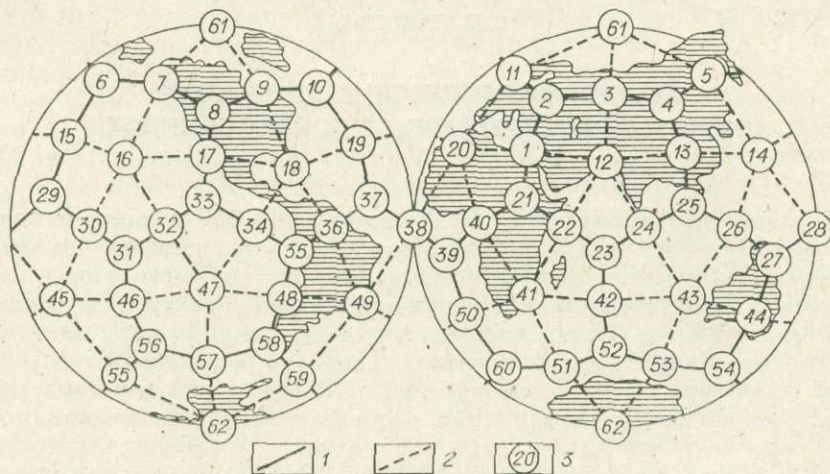


Рис. 2. Модель икосаэдра — додекаэдра.

1 — ребра додекаэдра; 2 — ребра икосаэдра; 3 — узлы и их номера.

саэдро-додекаэдрической структуры Земли (ИДСЗ) (см. Гончаров и др. [1982, 1983]). Ребра ИДСЗ проявляются в полосе шириной 300—600 км, узлы (часто — кольцевые структуры) — в диаметре 350—800 км. Иногда в разные геологические периоды проявления смещены на ± 300 —800 км.

Срединно-Атлантический хребет идет по ребрам додекаэдра или с небольшими отклонениями от них, лишь на крайнем севере уходя в сторону. Пояс хребтов вокруг Антарктиды отвечает волнистому поясу ребер додекаэдра: длины их волн почти равны, на гребнях (в узлах додекаэдра) совпадение почти полное (кроме Индийского океана), а в промежутках наблюдаются отклонения. Рассмотрим геометрию Индоокеанских хребтов: и хребты, и ребра додекаэдра (южнее) имеют Y-образную развилку; меридиональная часть хребта идет по ребру, долготы их совпадают; часть хребта от развилки до Оманского залива примерно равна длине ребра 52—23 додекаэдра; изгиб ребер додекаэдра у Сейшельских островов повторяется хребтом (севернее) под тем же азимутом (и поднятием дна у Сейшел — старый след ребер?); южнее развилки на западной и восточной ветвях хребтов — следы больших сдвиговых деформаций, участки хребта смещены к северу по разломам на сотни километров (см. схему Хизена [Воронов, 1968]). Анализ показывает, что Индоокеанские хребты (рифты) как проявления ребер додекаэдра, по-видимому, были смещены к северу.

Мы полагаем, что симметрия ИДСЗ порождена конвективными ячейками восходящих и нисходящих потоков вещества от субъядра (предполагаемого в форме пентадодекаэдра), растущего при кристаллизации на нем вещества из внешнего ядра. Но додекаэдру вещество поднимается от ядра (каркас расширения — рифты и океанические хребты), а по икосаэдру опускается. Сдвиг поднимающейся мантийной струи, вероятно, и произошел в Индийском океане. Есть случаи обратной функции ребер (запад Анд и др.). К ИДСЗ приурочены дуга Алеутских островов, хр. Ломоносова (и южнее — граница плит), стык хребтов у о. Пасхи и др. Разломы Красного моря и Калифорнийского залива лежат на дополнительных линиях, соединяющих узлы 1—22 и 17—34; иногда морфоструктуры лежат на медианах треугольников (21—41, 4—12, 2—12, 47—58) (см. рис. 2).

Замеченную симметрию и приуроченность структур (особенно Срединно-Атлантического хребта) к ИДСЗ нельзя игнорировать, исследование их может послужить толчком к развитию нового направления в тектонике и геоморфологии.

В. В. ЕРМОШИН

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ ПРИ МОРФОСТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Согласно предложенной Г. И. Худяковым [1977] концепции геолого-геоморфологической конформности, предполагается наличие детерминированных связей между формами геоморфологической поверхности и организуемыми ее однородными и однопорядковыми элементами геологического пространства. Отсюда следует, что определенному типу геоморфологической поверхности должен соответствовать определенный тип геологической структуры. Однако основная масса морфоструктур по виду связей между геологическим строением и формой геоморфологической поверхности, если не учитывать условия однородности и однопорядковости, заключена между крайними значениями — от полной конформности до полной дисконформности. При всем многообразии морфоструктур примеры с полными конформными соотношениями уникальны.

В триаде «форма — структура — вещество», определяющей предмет морфоструктурных исследований, устанавливаются следующие соотношения между реальными природными образованиями и философскими категориями:

геологические тела (вещество) — содержание (элементы);

геологическая (тектоническая) структура как способ организации элементов — внутренняя форма (структура);

геоморфологическая поверхность — внешняя форма, характеризующая взаимодействие эндо- и экзогеосфер.

Аналогичного подхода к проблеме соотношения геоморфологических объектов и философских категорий придерживается Н. А. Флоренсов [1978а, б]. Геоморфологическая поверхность здесь лишь часть (грань) геологического пространства, а именно — грань, выражающая контакт литосферы с атмо-, гидро- и гляциосферами.

В соответствии с общими диалектическими положениями при становлении и развитии геоморфологических структур того или иного типа форма будет запаздывать по отношению к своему геолого-структурному содержанию. Запаздывание наблюдается как на стадии конструктивного развития, так и в процессе разрушения конкретной геоморфологической структуры и переходе ее в новое качественное состояние. В последнем случае в геоморфологической поверхности длительно сохраняются формы, не соответствующие геодинамической обстановке на конкретный отрезок времени.

При переходе геологической (тектонической) структуры в реликтовое состояние и продолжающемся активном длительном сохранении формы образуются геоморфологические аномалии — реликтовые, и потому пассивные, геологические структуры с активной функционирующей формой геоморфологической поверхности, не соответствующей современной геодинамической обстановке.

Подобные образования в большом количестве обнаружены и изучены на примере магматогенных, преимущественно плутоногенно-вулканогенных и вулканогенно-дислокационных, морфоструктур мел-палеогенового возраста. Практически для всех характерен один тип отношений связи между тектонической структурой и формой поверхности. Это вулканогенные палеокальдеры с соответствующим этапу их становления структурно-вещественным выполнением в виде пластующихся покровов, даек, радиально-концентрической сети разломов и конформной им отрицательной формой рельефа. Современная геодинамическая обстановка характеризуется локальным подъемом в пределах данной структуры, но форма, отвечающая предшествующему состоянию, не исчезает.

Возможность формирования геоморфологических аномалий обусловлена тем, что в парной категории «форма — содержание» оба ее компонента обладают активностью и самостоятельностью. Форма, кроме того, еще инерционна.

Активность формы проявляется в первую очередь относительно внешних воздействий. Эндогенная форма регулирует воздействие на себя процессов экзогенной деструкции таким образом, что они не уничтожают форму уже реликтовой морфоструктуры, а сохраняют ее и, вероятно, способствуют более резкому выражению (увеличение гипсометрических градиентов, врезов и т. д.). Как показали исследования, это возможно благодаря тому, что при фоновом распределении климатических параметров процессы экзогенной деструкции активизируются по тем линейным и узловым зонам, в которых наблюдались и (или) наблюдаются эндогенная кумуляция вещества и (или) энергия. Данное положение является, в свою очередь, частным выводом из предложенного Г. И. Худяковым [1977] принципа кумулятивной деструкции: максимальное сосредоточение энергии экзогенно-эндогенного разрушения литосферы происходит вдоль рифтогенных зон. Эндогенная форма проявляет тем самым некоторую самостоятельность и в отношении определившей ее тектонической структуры, сохраняя саму себя неопределенно длительное время. Необходимо еще

раз подчеркнуть, что речь идет не об активности морфоструктуры после завершения формирования конформного структурно-вещественного комплекса, а об экзогенной активности ее экспонированных форм на стадии эндогенной пассивности.

Частичное несоответствие между геоморфологической формой и геологическим содержанием на определенных временных рубежах развития геоморфоструктур является следствием общих положений диалектики о категории «форма — содержание». Широкое распространение геоморфологических аномалий не противоречит, таким образом, концепции геолого-геоморфологической конформности, а свидетельствует о наличии более мобильных связей, чем можно предположить из формального понимания обсуждаемой концепции. При рассмотрении динамики конформных соотношений в конкретных морфоструктурах можно проследить, с некоторой долей допущения, конечно, во-первых, изменение тесноты связи (степень конформности — аномальности), во-вторых — изменение типа связи в процессе развития морфоструктур. Эти параметры — тип связи и теснота связи — необходимо использовать в качестве основных при классификации морфоструктур.

Изменение соотношений в категории «форма — содержание» наблюдается у всех видов геоморфологических структур — как у морфоструктур, так и у морфоскульптур.

Ф. В. ЗАХАРОВ

МОРФОСТРУКТУРА КАК ОСНОВНАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Геоморфология как учение о поверхности Земли возникла гораздо раньше, чем геология. Об этом говорит тот факт, что Атлас Российской Академии наук вышел в свет в 1745 г. и содержал перспективное изображение рельефа большой территории, тогда как геологической съемкой еще не занимались. С момента своего возникновения геоморфология явилась инструментом познания внутреннего строения Земли. Это подтверждается дошедшими до нас работами первых геоморфологов, в частности сочинением Струве, вышедшим в 1802 г. и озаглавленным «Опыт физиогномии Земли, или искусство заключать по поверхности Земли о ее внутреннем строении». Совершенно очевидно, что первые геоморфологи отчетливо представляли себе генетическую связь рельефа и геологического строения. Было ясно и то, что рельеф Земли во многом обусловлен экзогенными процессами.

С появлением и развитием понятия «морфоструктура» [Герасимов, 1946; Мещеряков, 1965; Воскресенский, 1968; Башенина, 1967; Симонов, 1972; Худяков, 1975; Флоренсов, 1978а, б] геоморфологическая наука перешла на новый уровень своего развития, когда достаточно четко произошел синтез структурной и климатической геоморфологии. Стало очевидно, что морфоструктура — некая достаточно сложная саморазвивающаяся система, где эндогенная и экзогенная составляющие функционально взаимосвязаны. Эндогенные факторы — это, прежде всего, тектонические движения, геологическая структура и литология. Экзогенные силы — выветривание, склоновые процессы, работа рек.

Абсолютно прав В. П. Философов [Проблемы..., 1982б], говоря, что эндогенные силы в полной мере являются производными эндогенных режимов, выделенных В. В. Белоусовым [1975], — геосинклинальных, платформенных, орогенных, рифтовых, магматической активизации платформ и окраин материков. Экзогенные силы — производные климата и

эндогенных сил. Таким образом, эндогенные силы участвуют при создании как структурного, так и скульптурного рельефа.

Одна из трудностей развития геоморфологической теории — определение соотношения эндо- и экзогенной составляющих при формировании тех или иных морфоструктур. Это связано с тем, что мы не имеем количественных характеристик тектонических движений, геологической структуры и литологии, с одной стороны, и выветривания, денудации и работы рек в различных ландшафтно-климатических условиях — с другой.

Трудность заключается и в иерархическом (таксономическом) подразделении рельефа. Подразделение рельефа на геотектуры, морфоструктуры и морфоскульптуры, предложенное И. П. Герасимовым [1946], как справедливо отмечают А. А. Асеев и др. [Проблемы..., 1982б], является неполным. Морфоструктурный анализ показывает существование иерархического ряда и внутри морфоструктур. Иерархические ряды создаются не только линейными размерами, но и глубиной заложения [Пиотровский, 1982] и обусловлены, таким образом, генетически. Верхняя граница — гипсометрическая поверхность, а нижняя зависит от размеров и возраста геолого-геоморфологических тел. К необходимости такого подхода, совершенно верного, на наш взгляд, приходят В. П. Философов, А. А. Асеев и другие и формулируют его примерно одинаково. Вероятно, это не случайно, а вполне закономерно, так как вопрос о создании размерно-генетической иерархии морфоструктур стоит очень остро, что связано, прежде всего, с переходом к системно-формационному подходу в познании рельефа.

Основной геоморфологической системой, на наш взгляд, должна быть морфоструктура или морфосистема, т. е. объект системного анализа в геоморфологии — морфоструктура, основная геоморфологическая единица. Морфосистема Ю. Г. Симонова по своей сути та же морфоструктура, «комплекс форм рельефа, созданных системой экзогенных рельефообразующих процессов в условиях определенной морфоструктуры и ландшафтно-климатической обстановки» [1972].

Понятие «морфоструктура» глубоко укоренилось в современной геоморфологии и отражает в целом описательный уровень системного анализа, т. е. современный уровень. При моделировании геоморфологических систем с целью выявления функциональных связей между элементами системы, т. е. при выражении этих связей языком формул, целесообразно говорить о «морфосистемах».

Говоря о геоморфологических системах как о саморазвивающихся системах, необходимо определить меру их развития, которой может служить степень дисконформности эндогенной составляющей и современной поверхности. Мерилом развития морфосистем должно служить и его усложнение, т. е. появление в процессе развития новых подсистем и связей.

Кроме моделирования основной геоморфологической системы — морфосистемы, вероятно, возможно моделирование и частных систем.

При решении практических задач, а именно при прогнозировании полезных ископаемых с применением геоморфологических методов, возникает необходимость рассматривать такие геоморфологические системы, одним из элементов которых являются полезные ископаемые. В качестве таковых могут рассматриваться рудоморфосистемы. Пример рудоморфосистемы — очаговая структура, являющаяся специфическим образованием областей тектономагматической активизации и отражающая определенный класс эндогенного режима.

Очаговая структура как рудоморфосистема состоит из магматогенной геологической структуры, рудных источников, комплекса форм рельефа, рыхлых отложений и гипергенного ряда полезных ископаемых. Если магматогенная структура — «кухня», где формируется рудный источник, т. е. образование того или иного типа коренного источника зависит от характеристик магматогенной геологической структуры, то выход на дневную поверхность, эрозионный срез и уничтожение коренного источника происходят одновременно с ростом очаговой структуры и формированием комп-

лекса экзогенного рельефа. Более того, появляются новые элементы рудоморфосистемы — рыхлые отложения и россыпи.

Развитие геоморфологической науки, как и всех наук о Земле, на современном этапе должно идти по пути развития системно-тектонической концепции. Для этого нужны фундаментальные исследования, дающие в количественном выражении весь комплекс рельефообразующих факторов: тектонических движений, геологической структуры, литологии, выветривания, денудации, работы рек и волн.

Л. Н. ЗОГРАБЯН, Г. Р. МКРТЧЯН

НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ О НАПРАВЛЕНИЯХ В РАЗВИТИИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

В последнее время наблюдается тенденция к разделению развития геоморфологической теории (подход к познанию рельефа) на два главных направления — структурно-климатическое и системно-формационное. По нашему мнению, стилистическая форма этих определений нелогична, ибо их составляющие — понятия разного значения и содержания.

Так, структура — это объект (субстрат), созданный воздействием определенных сил, а климат — совокупность ряда действующих факторов. С другой стороны, структурно-климатический подход можно с таким же успехом приписывать климатологии (направление, изучающее структуру климата).

Было бы логично и объективно этот подход к познанию рельефа называть либо по формам рельефа (объектам), суть которых четко определена И. П. Герасимовым еще в 1946 г., — *скульптурно-структурным*, либо по воздействию на них факторам — *тектооклиматическим*. Это же относится и ко второму — системно-формационному подходу.

Геоморфологическая формация — новое обобщенное понятие о статике рельефа земной поверхности, рассматривающее морфоструктуру и морфоскульптуру в единстве [Флоренсов, 1976], а системное изучение рельефа — один из методов познания, который можно использовать при решении любых задач и проблем геоморфологии. Было бы правильным это направление в геоморфологической теории называть просто *формационным*.

По нашему мнению, не надо искать «принципиальных различий» осуждаемых направлений, поскольку они не противоречат и не отрицают друг друга, а наоборот, дополняют. Поэтому механическое противопоставление существующих двух подходов к познанию рельефа не обогащает теорию геоморфологии. Но это не компромисс, а признание богатства и многообразия методов и теоретических направлений в геоморфологии, позволяющих решать любую поставленную задачу. Появление нового подхода или метода, который помог бы еще глубже проникнуть в тайны природы, надо приветствовать, и наоборот, следует осуждать механическое противопоставление направлений или методов в геоморфологии, ибо признание одного из них доминантом только повредит развитию теоретической геоморфологии и разорит богатый методами изучения и путями к познанию особенностей рельефа арсенал, которым сегодня располагает геоморфологическая наука.

Многолетние исследования привели к заключению, что большинство существующих методов и направлений в познании рельефа приемлемы в изучении того или иного участка или региона. Поэтому невозможно обойти любой из существующих методов (или подходов) — морфоструктурный, морфоскульптурный, формационный, системный и т. д. Причем ни один

из методов не должен быть доминантным и никакой не следует предпочитать, ибо каждый из них приемлем в изучении определенных регионов или в решении какого-либо вопроса.

Что касается выбранного нами направления — это *комплексный подход* к познанию рельефа не только при решении прикладных задач, но и теоретических проблем с математическим или физическим моделированием исследуемых проблем, закономерностей или черт рельефа для получения количественных характеристик.

Нами принимается следующая модель к познанию рельефа. Рельеф рассматривается как непрерывное поле, сложенное дискретными параметрами. Следует отметить, что каждый подчиненный общему параметру тоже можно рассматривать как новое непрерывное поле со своими дискретными параметрами. Это выглядит примерно в следующем виде для структурных единиц рельефа.

Непрерывное поле	Дискретные параметры
Геонд (земля)	Геотектуры (архитектуры) I порядка
Геотектура I порядка	Геотектуры II порядка
Геотектура II порядка	Морфоструктуры I порядка
Морфоструктура I порядка	Морфоструктуры II порядка и т. д.

Такие же модели можно построить для морфоскульптурных или геоморфологических формационных единиц (земная кора, слой коры, мегаформации, формации, субформации). Они изменчивы во времени и пространстве и обусловлены эндо- и экзогенными силами и явлениями или их совместными воздействиями.

Преимущество комплексного подхода в геоморфологии неоспоримо. Во-первых, при комплексном подходе мы пользуемся большим количеством различных данных, анализ которых позволяет более объективно определить генезис, развитие и современное состояние исследуемого объекта. Во-вторых, можно решить многие вопросы, ибо данный подход предполагает разнообразными методами, и при решении предъявленной проблемы или задачи возможен подбор соответствующих методов, требуемых для решения данной задачи. В-третьих, комплексный подход к изучению рельефа для прикладных целей позволяет не только констатировать факты, выявлять закономерности и особенности, но и прогнозировать их изменения.

При изучении развития склонов мы пользовались комплексом методов, что позволило наметить закономерности формирования и деформирования склонов. Склоны находятся в процессе непрерывного изменения, являются ареной борьбы между эндо- и экзогенными факторами. Это — аксиома. Но из этой аксиомы вытекают многие нерешенные вопросы. Например, вопрос ступенчатости склонов, которым занимались многие исследователи, начиная с В. Пенка [1961]. Ступени на горных склонах считались неотектоническими ступенями, террасами, фрагментами поверхностей выравнивания и т. д. Однако более подробный анализ склонов молодых гор показал, что эти ступени имеют сложный и различный генезис.

Следует отметить, что для территории развивающихся гор террасы не являются характерным элементом рельефа. Их образование в основном связано с изменением общего базиса эрозии. На склонах гор часто формируются псевдо-террасы путем временного запруживания долины, образованные сейсмогравитационными наложениями, морфоструктурами, гидрологическими явлениями и т. д. Таким образом, однотипные формы рельефа могут иметь различный генезис, и наоборот.

Представляет интерес и вопрос, касающийся геоморфологического аспекта гипотез по тектонике. В последнее время появилась новая широко распространенная гипотеза тектоники плит, идеями которой руководству-

ются для объяснения генезиса многих эндогенных форм рельефа. Это, по нашему мнению, преждевременно.

Неоспорим тот факт, что формирование различных форм рельефа легко объясняется горизонтальными движениями, раздвигом, вертикальными движениями, внедрением магматических тел, совместным воздействием горизонтальных и вертикальных усилий и т. д. Поэтому можно говорить о геоморфологическом аспекте не только гипотезы тектоники плит, но и других, что и доказывается фактами, приведенными разными авторами в предлагаемых к обсуждению сборниках по проблемам познания рельефа. Отметим также, что из существующих гипотез по тектонике ни одна не претендует на общую теорию тектогенеза.

Геоморфология, порожденная геологией и географией, в начале своего существования пассивно воспринимала достижения «наук-родителей». Но на сегодняшний день она стала самостоятельной наукой и в ее достижениях нуждаются почти все науки, занимающиеся природными компонентами земли [Зограбян, 1976]. Подтверждение этому находим у Н. А. Флоренсова, который пишет, что геоморфология проникает все глубже и дальше от своей пограничной позиции в смежные области геологии — тектонику, вулканологию и т. д.

Изложенное позволяет утверждать, что настало время, когда геоморфология при решении теоретических вопросов, касающихся развития и положения земной коры и ее поверхности (рельеф Земли), вместо того чтобы приспособиться к идеям той или иной по тектонике гипотезы (их много), должна опираться на «собственную» гипотезу или теорию, разработанную «своими силами», используя при этом также данные геологии, геофизики и других смежных наук.

В. А. ИСАЧЕНКОВ

О МОРФОЛОГИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ

В самом названии науки, которой мы занимаемся, геоморфология отражается объект наших исследований — формы поверхности Земли. В известной геоморфологической триаде — форма, генезис, возраст — обычно первоначально называется форма. И это справедливо, поскольку исходным (начальным) моментом любого геоморфологического исследования является выделение форм поверхности как реально существующих природных образований.

В принципе, необходимость морфологических исследований никто из геоморфологов не отрицает, однако до настоящего времени при осуществлении конкретных исследований морфологическому анализу уделяется обычно весьма мало внимания. Соответственно методы выделения различных по размерам форм поверхности разработаны еще слабо, а критический анализ сложившихся часто еще в прошлом веке орографических представлений осуществляется редко. В целом можно констатировать значительное отставание морфологических построений от разрабатываемых генетических концепций.

Псковскими геоморфологами (В. А. Исаченков, В. И. Митасов, О. М. Татарников, А. В. Исаченков) осуществлен комплекс морфологических исследований на территории центра и северо-запада Русской равнины.

Для выделения форм рельефа различного порядка среди прочих использовался метод построения карт осредненных поверхностей. Осреднение осуществлялось путем определения средних высот равновеликих участков. Соответственно было проведено осреднение поверхности по

участкам площадью 5, 25, 100, 500, 10 000, 100 000 км² и построены карты осредненных поверхностей шести порядков. Анализ этих карт позволяет выделить различные по размерам формы поверхности: крупнейшие (более 100 000 км²), крупные (1000—100 000 км²), средние (10—1000 км²), мелкие (0,1—10 км²), очень мелкие и мельчайшие.

Несомненно, морфологический анализ предполагает использование и традиционных методических приемов. Особенно большое внимание следует обратить на учет геологических и палеогеоморфологических рубежей. Для территории северо-запада и центра Русской равнины такими рубежами являются границы структурно-литологических комплексов, участки значительных изменений мощности и состава четвертичных отложений, границы зон преимущественной экзарации и аккумуляции, распространения средне- и верхнеплейстоценовых отложений, различных типов рельефа, разновозрастных краевых комплексов и т. д. Результаты проведенных морфологических исследований и их генетическая интерпретация опубликованы в тезисах к XVII пленуму в журнале «Геоморфология» № 4 за 1981 г.

Однако для иллюстрации значимости морфологических построений для генетической геоморфологии хотелось бы привести один интересный пример. Всем исследователям хорошо известны выделенные в прошлом веке Средне-Русская, Смоленско-Московская и Валдайская возвышенности. Причем на орографических схемах они имеют обычно северо-восточное простирание. Осуществленный по указанной выше методике морфологический анализ позволил сделать выводы, что в центре Русской равнины выделяются различные по размерам положительные и отрицательные формы рельефа. Наиболее значительная из них — Центрально-Русская макровозвышенность, которая простирается от Онежского озера до Средне-Русской возвышенности. В ее составе, в свою очередь, выделяются: на юге — Средне-Русская, в центре — Московско-Валдайская и на севере — Вепсовско-Шериховитская возвышенности. Московско-Валдайская возвышенность занимает Днепровско-Волжско-Балтийское междуречье, вытянута в северо-западном (а не северо-восточном) направлении на расстояние до 350 км при ширине до 200 км.

Естественно возникает вопрос, что же собой представляют Смоленско-Московская и Валдайская возвышенности в традиционном понимании. Детальный морфологический анализ показал, что эти образования представляют собой комплексы мелких, частично средних по размерам форм рельефа, образующих орографически полосы северо-восточного простирания, наложенные на более крупные формы рельефа.

Сопряженный анализ структур фундамента и осадочного чехла литологии пород, новейшей тектоники, дочетвертичной денудации, плейстоценовой экзарации и аккумуляции позволил сделать вывод, что орографические элементы северо-западного простирания (Московско-Валдайская возвышенность и др.) являются элементами тектонического происхождения, а северо-восточного (Смоленско-Московские и Валдайские гряды) — экзогенные образования, соответствующие зонам преимущественной аккумуляции средне- и позднплейстоценовых ледников.

Следовательно, детальный морфологический анализ — необходимое условие, а не формальный элемент любого геоморфологического исследования.

В заключение хотелось бы обратить внимание на проблему терминологического творчества. Несомненно, по мере развития геоморфологии будут появляться и новые термины, раскрывающие вводимые в науку понятия. Однако «терминологический взрыв», наблюдающийся в последние годы в условиях интенсивного нарастания общего потока информации, приводит нередко к излишней нагрузке. Создание сложных, плохо запоминающихся и трудно произносимых терминов следует всячески ограничивать.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ЭВМ

Одно из главных направлений системного анализа в геоморфологии — изучение динамики геоморфологических систем, т. е. хода их развития под влиянием рельефообразующих факторов, а также отражения динамики систем в их современном строении.

Развитие рельефа происходит в геологическом масштабе времени, исключая прямое наблюдение. Реконструкция развития рельефа проводится на основе изучения его современного строения. При этом в самом процессе развития в условиях преобладающей денудации разрушаются ранее образовавшиеся формы рельефа и отложения. Отсюда главная трудность в изучении эволюции и динамики геоморфологических систем заключается в оценке потерь информации о прошедших этапах развития. Необходимое условие изучения геоморфологических систем — исследование соотношений между строением и историей рельефа, иначе говоря, выявление закономерностей отражения динамики систем, а также режима экзо- и эндогенных факторов в современном строении рельефа.

Один из путей преодоления указанной трудности — разработка математических моделей геоморфологических систем. Реализация на ЭВМ моделей, имитирующих поведение систем под влиянием действующих факторов, позволяет «сжать» время и непосредственно наблюдать за развитием модели системы в условиях полного контроля над режимом учтенных факторов.

В качестве примера, показывающего необходимость целенаправленного исследования динамики систем в масштабе времени их формирования и соотношений между динамикой и строением систем, приведем некоторые результаты моделирования на ЭВМ процессов развития речных долин и их элементов — террасовых комплексов.

Процесс моделирования состоит в разработке и реализации на ЭВМ серии последовательно усложняющихся моделей. Наиболее простые имитируют развитие террасовых рядов на поперечном профиле долины или на серии поперечных профилей. Изменение ширины дна во времени, интервал врезания, боковое смещение дна при врезании имитируются с помощью генерируемых на ЭВМ стационарных случайных последовательностей. Свойства террасовых рядов, полученных путем моделирования, в своих главных чертах аналогичны свойствам террасовых рядов речных долин ряда горных регионов СССР. Действие закономерностей потерь информации проявляется в том, что стационарный режим изменения ширины дна долины во времени отображается в террасовом ряде как направленный, т. е. в неполном и искаженном виде. Большая часть террасовых уровней, образующихся в процессе врезания реки, в дальнейшем разрушается. Соответственно большая часть истории долины не фиксируется в террасовых рядах. Основные их свойства, например увеличение интервалов превышений между соседними уровнями по мере роста относительных высот, вполне объясняются самим механизмом врезания долины, действием закономерностей потерь информации, а также статистическим характером этих закономерностей.

Динамика террасовых комплексов при врезании долины выражается в непрерывном процессе замены элементов этих комплексов при сохранении их общих свойств. Террасовый ряд как бы «врезается» вместе с долиной. Разработана серия моделей, описывающих динамику террасовых комплексов, режим денудации, динамику эрозионно-аккумулятивных комплексов, формирование россыпей на поперечном профиле долины.

На базе моделей поперечного профиля долины разработаны и реализованы на ЭВМ модели геоморфологической системы — речного бассейна, основанные на вычислении баланса наносов. Режим и пространственное распределение внешних воздействий на систему, т. е. вертикальные тек-

тонические движения и водность потока, имитируются с помощью как случайных, так и детерминированных функций в соответствии с представлениями о пространственно-временном режиме рельефообразующих факторов. Ввод в модель различных режимов внешних воздействий и наблюдение ответных реакций позволяют изучать динамику системы и отражение этой динамики в строении речного бассейна, т. е. «проекцию» истории системы на текущий момент времени.

Приведем в качестве иллюстраций некоторые результаты моделирования речной долины. Так, в условиях наклонного тектонического поднятия при постоянных во времени скорости поднятия и водности потока получен эффект автоколебаний в системе. Этот эффект выражается в деформациях продольного профиля дна, в колебаниях ширины дна и мощности аллювия. Данный результат требует дальнейшего анализа, а также ставит задачу оценки уровня возникающего в системе «шума» при геоморфологических, палеогеографических и неотектонических интерпретациях строения продольного профиля дна долины и ее террасового комплекса.

Далее, имитация импульсных блоковых движений на отдельных участках долины показала, что дифференцированные тектонические движения оказываются не только на участках деформаций, но и на продольном профиле дна и террасовом комплексе всей долины, которая реагирует на локальные воздействия как единая система.

Наконец, при моделировании установлено, что кратковременные остановки движений на фоне общего поднятия «не замечаются» рекой, т. е. не являются непосредственной причиной террасообразования. Речная долина обладает значительной инерционностью. Именно запаздывание реакций системы на общие тектонические поднятия обуславливает «саморазвитие» долин.

Решение главной задачи — анализ динамики геоморфологических систем и отражение этой динамики в современном строении систем — требует дальнейшей разработки методов моделирования на ЭВМ. Совершенствование модели речного бассейна как модели геоморфологической системы включает учет колебаний базиса эрозии, влияния притоков, литологических различий и других рельефообразующих факторов. При решении прикладных задач необходимы изучение реакций модели на « типовые » экзо- и эндогенные воздействия, сравнение их с моделью — « эталоном » с последующей идентификацией этих воздействий в природных условиях. Наконец, необходимы постановка и решение задач моделирования на ЭВМ других геоморфологических систем на пути разработки теории геоморфологии.

И. П. КОВАЛЬЧУК

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ДИНАМИКИ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

В последние десятилетия при изучении экзогенных рельефообразующих процессов все большую роль приобретают стационарные методы. Исследования, проведенные в различных районах территории СССР [Швебс, 1974, 1981; Заславский, 1966; Сурмач, 1976; Сток наносов..., 1977; Орлов, 1971; Водный баланс..., 1974; Титова, Баженова, 1978; Ковальчук, 1981; и др.] и посвященные динамике современных геоморфологических процессов (в основном эрозионных), показали, что наиболее надежные количественные и качественные характеристики интенсивности преобразования рельефа можно получить путем стационарного изучения

речных систем как универсальных геоморфологических объектов. Речная система n -го порядка рассматривается как структура, состоящая из n -го числа более простых систем N_n , усложняющихся последовательно и на определенном уровне организации трансформирующихся в систему порядка N_{n+1} , N_{n+2} и т. д. Примером может служить разветвленная речная система, состоящая из разнопорядковых водосборных бассейнов с постоянными и временными водотоками. В свою очередь, элементарные водосборные бассейны как системы состоят из подсистем, представленных склонами различной экспозиции и формы продольного профиля, аккумулятивными образованиями и каналом стока воды и наносов.

Из принципа системной концепции следует, что структура речной сети определяет ее функционирование, т. е. развитие во времени и пространстве. При анализе развития любой геоморфологической системы следует обращать особое внимание на изучение баланса минеральных масс [Николаев, 1982], с которым тесно связаны все гипсометрические и динамические характеристики рельефа. В связи с тем что рельеф представляется как сочетание генетически различных элементов, объединенных парагенетическими связями, для оценки темпа и направленности его развития при системном подходе объектом исследования должна быть система типа «элемент склона — склон — первичный водосбор — водосбор реки I порядка — водосборы рек последующих порядков». Опыт убеждает, что изучение экзогенных (главным образом эрозионных) процессов, играющих основную роль в моделировании рельефа возвышенных равнин, должно проводиться по нескольким направлениям.

Почвенно-эрозионное и геоморфологическое картографирование, составление серии морфометрических карт. Данные, полученные на этом этапе исследования, позволяют выявить особенности строения объекта исследования (параметры структуры рельефа и др.), оценить потенциал экзогенного морфогенеза, вычленив системообразующие звенья для постановки в них стационарных и полустационарных наблюдений.

Синхронные стационарные и полустационарные исследования смыва почв, линейного размыва почвогрунтов тальми и ливневыми водами, массового движения рыхлого материала, химической денудации в системе «элемент склона — склон — водосборы — русла», проводимые на стоковых площадках, в замыкающих гидростворах, на площадках шпилек и глубинных реперов, на типичных формах рельефа. Эти исследования — главная составляющая комплексной методики, они позволяют установить темп, ритм и направленность экзогенного преобразования речной системы и отдельных ее элементов.

Экспериментальные исследования интенсивности дождя, влияния крутизны склонов, состояния агрофона и фильтрационных свойств почв на интенсивность ливневой эрозии почв.

Составление серии карт состояния, многолетней динамики и прогноза эродированности почвенного покрова, оврагов и речной сети.

Составление картосхемы интенсивности экзогенного преобразования разнопорядковых сопряженных звеньев эрозионной (речной) системы.

Расчет интенсивности денудации (аккумуляции) за весь период континентального развития рельефа и за историческое (период земледелия) время.

Стационарные исследования проводились на территории Предкарпатья (1972—1974 гг.), Подольской возвышенности (1977—1983 гг.), Закарпатья (Выгорлат-Гутинская вулканическая гряда, 1981—1983 гг.) и Расточья (1979—1982 гг.). В Предкарпатье и Расточье они проводились по сокращенной программе, т. е. охватывали только верхние звенья эрозионной сети (склоны и ложбинные водосборы), а в западной части Подолии и в Закарпатье — по полной, т. е. в системе «элемент склона — склон — первичный водосбор — водосбор реки I порядка — водосбор рек последующих порядков».

Проведенные исследования позволили установить, что интенсивность денудационного преобразования рельефа Западной Подолии за период

континентального развития рельефа (12 млн. лет) колебалась в пределах 0,005—0,01 мм/год. В зависимости от продолжительности распадки склоновых земель и воздействия на них эрозии (200—500 лет) темп исторической антропогенной денудации составляет для Подолии 0,31—0,755 мм/год, Предкарпатья — 0,2—0,5 и Расточья — 0,26—0,88 мм/год. Средневзвешенная современная интенсивность денудации Предкарпатья не превышает 0,35 мм/год, а Западной Подолии — 0,55 мм/год при колебаниях по этим регионам (в зависимости от агрофона) соответственно от 0,003 до 4,7 и от 0,001 до 3,5 мм/год (учет смыва производился на стоковых площадках длиной до 300 м).

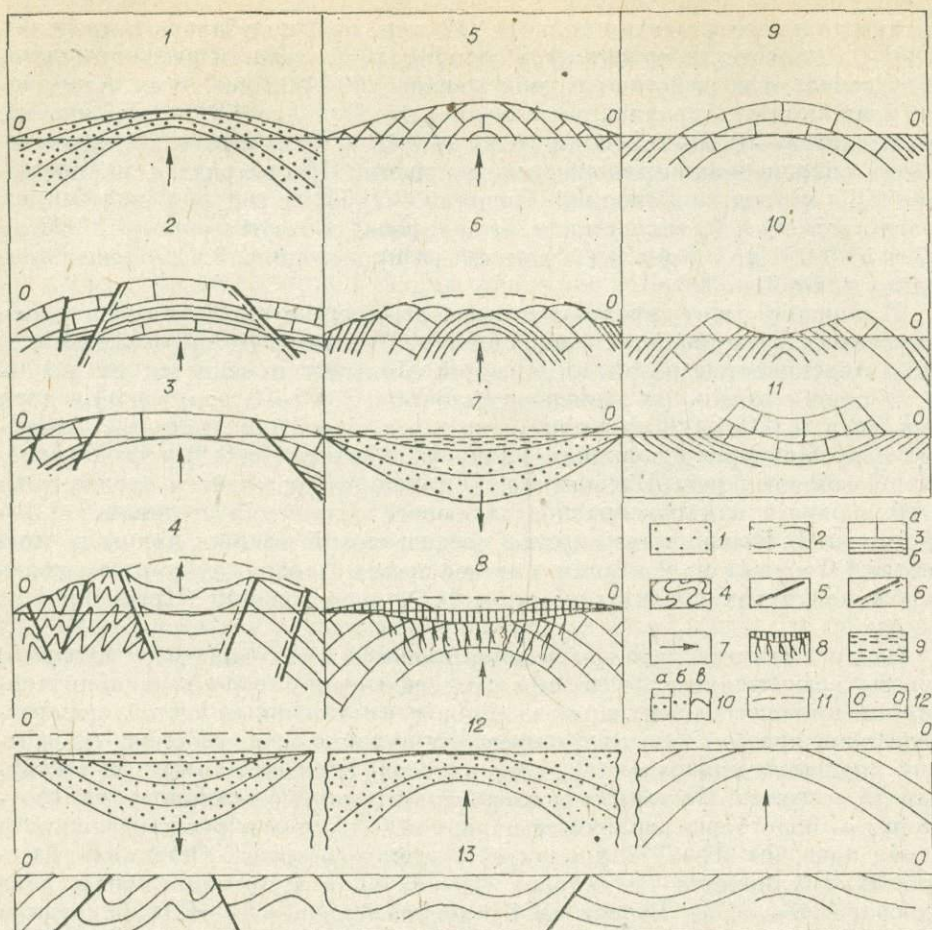
В зависимости от порядка звена, его структурного и функционального положения в разветвленной речной системе (системе водосборов) современная интенсивность эрозии в Западной Подолии изменяется от 0,14—7,1 мм/сезон с отдельных элементов склонов и 0,001—3,5 мм/год в среднем со склонов до 0,06—0,8 мм/сезон с первичных водосборов, 0,06—0,23 мм/сезон с водосборов рек I порядка и 0,009—0,08 (максимум 0,3) мм/год с водосборов основных рек. Интенсивность линейного размыва в зависимости от типа оврага и характера подстилающих отложений составляет 0,3—2,6 мм/год. В большинстве случаев среднегодовой прирост длины не превышает 1,0 м/год с максимумом в летнее время. Близкие результаты получены и на других объектах стационарных исследований (Предкарпатья, Расточье).

Следует отметить, что эрозионные процессы в условиях расчлененного рельефа возвышенности с давним сельскохозяйственным использованием территории приводят к денудации склонов и их отдельных частей, перераспределение продуктов смыва в пределах склонов и водосборов, транзитному удалению минерального (сток наносов) и главным образом растворенного вещества. По данным исследований в системе «элементы склона — склоны — водосборы различных порядков — русло» в русло временного потока попадает 46—67% продуктов склонового смыва. Остальной материал аккумулируется на склонах (20—27%) и в притальвежной зоне водосбора (13—34%). В реки же I порядка попадает 11—43% (в среднем 27%) продуктов эрозии первичных водосборов и склонов. Сток наносов рек более высоких порядков формируется за счет нескольких источников: наносов рек более низких порядков и временных водотоков, склонового стока и смыва, донной и боковой эрозии в самой реке. Наблюдения, проводимые нами в Западной Подолии, показывают, что «вес» отдельных источников в суммарном стоке наносов рек подвержен значительным временным и пространственным колебаниям и зависит от изменений климата, распаханности склонов, противозерозионной стойкости почвогрунтов и сложности структуры эрозионной (речной) системы. Это обстоятельство требует постановки довольно продолжительных (6—11 лет) опытов на базовых (репрезентативных) объектах — геоморфологических системах. Как свидетельствует наш опыт, наиболее надежные результаты можно получить при комплексном исследовании эрозионных (и других видов экзогенных) процессов по охарактеризованной методике в системе «элемент склона — склон — водосбор I порядка — водосборы более высоких порядков — русло реки».

Н. П. КОСТЕНКО

К ПРОБЛЕМЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СТРУКТУРНЫХ ФОРМ

Идеи С. С. Шульца, Н. И. Николаева, И. П. Герасимова и других ученых в области исследования выражения тектонических деформаций в рельефе, а также представления, развиваемые автором, послужили базой



Примеры геоморфологических типов деформаций (схемы 1—13).

1—4 — породы: 1 — новейшие (01 — Q), 2 — чехла, 3 — различной устойчивости (а — бронирующие, б — неустойчивые), 4 — фундамента; 5, 6 — разрывы: 5 — мертвые, 6 — живые; 7 — развивающаяся СФ; 8 — трещины на склонах и дне западины; 9 — локальная заболоченность; 10, 11 — поверхности выравнивания: 10 — динамического (а — конаккумулятивные, б — конседиментационные, в — кондендационные), 11 — статического, конечного; 12 — поверхность сравнения 0—0.

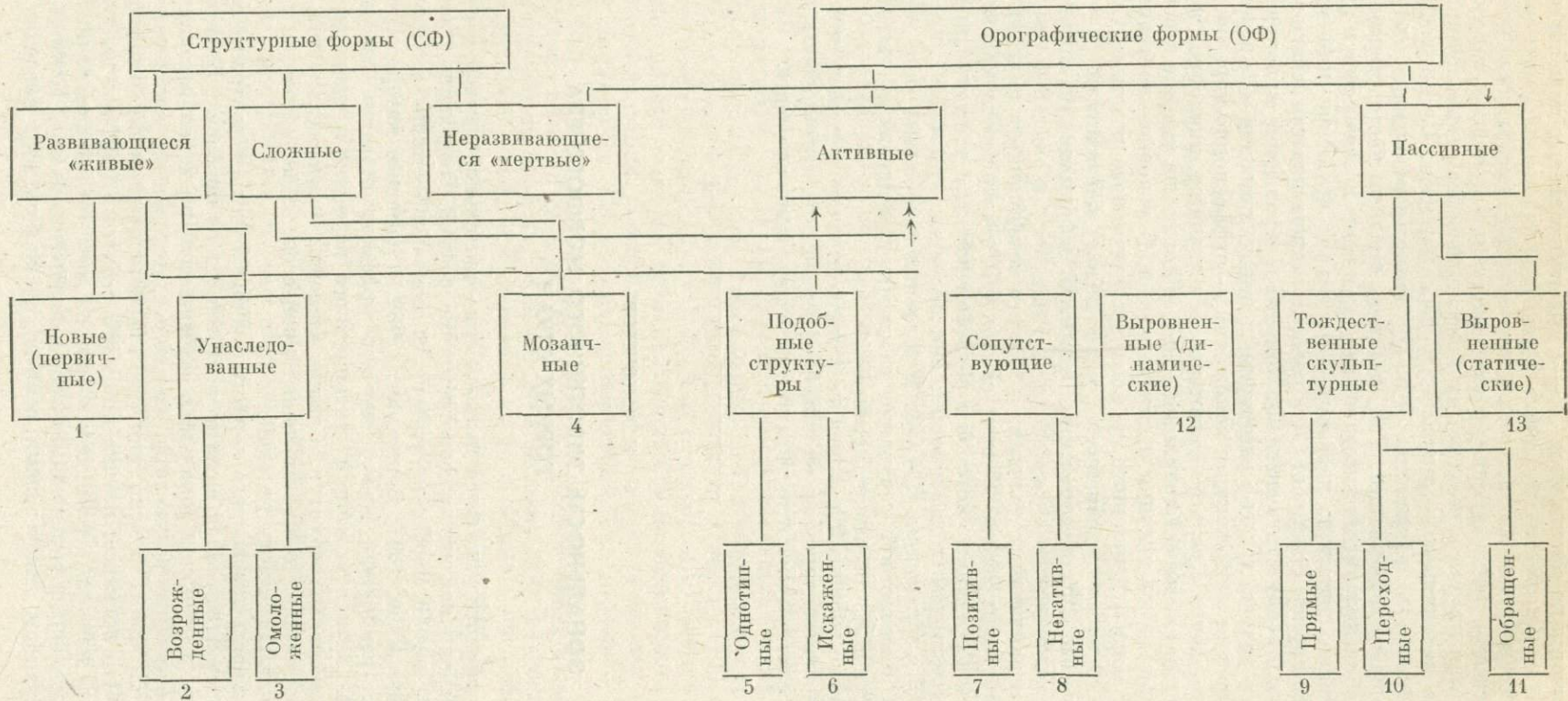
для создания классификации геоморфологических типов тектонических деформаций (см. схему, рисунок). В ее основу положены следующие принципы: подразделение структурных форм (СФ) на развивающиеся (живые) и неразвивающиеся (мертвые), соответственно создающие активные и пассивные орографические формы (ОФ), причинно-следственные связи между развитием СФ (причиной) и нивелирующим влиянием денудации и аккумуляции (следствием), взаимодействие которых определяет разнообразие неровностей земной поверхности; степень соответствия новейшего внутреннего строения его внешнему выражению в рельефе.

Среди живых СФ выделяются новые — впервые возникшие (1)* а также унаследованные от древних деформаций; характер новейшей активизации позволил Н. И. Николаеву выделить возрожденные (2) и омоложенные, т. е. только слабо обновленные СФ (3). В большинстве случаев тектонические деформации представляют сочетания живых и мертвых элементов, образующих мозаичные СФ (4).

Активные ОФ созданы живыми СФ. В соответствии со скоростью «роста» и морфологической выраженностью выделяются три разновидности (см. таблицу). Подобные (структурные) представляют ОФ, очертания которых в различной степени подобны развивающейся деформации; они

* Цифры в скобках соответствуют цифрам на рисунке и схеме.

Геоморфологические типы тектонических деформаций



Примечание. Цифры 1—13 соответствуют примерам на рисунке. Двойной стрелкой показаны причинно-следственные зависимости.

подразделяются на *однотипные* (5) — с высокой степенью подобия и *искаженные* (6) — расчлененные и сивелированные под воздействием экзогенных процессов. В условиях весьма незначительного преобладания роста СФ над процессами выравнивания (преимущественно в период зарождения поднятий или впадин в рельефе) их морфологическое становление сопровождается различными — *сопутствующими* формами. Среди последних могут возникнуть позитивные ОФ (7), прямо отражающие характер зарождающейся деформации. Так, развитие впадины часто вызывает локальное заболачивание или местное выполаживание врезом рек и ручьев, а становление поднятия, наоборот — локальное осушение или местное углубление врезом. Реже рост СФ в рельефе сопровождается образованием *негативных* (8) сопутствующих ОФ. Например, зарождение куполовидного поднятия в условиях легко растворимых пород приводит к образованию на своде трещин растяжения и понижения — суффозионно-карстовой впадины; становление в рельефе антиклинали в условиях наклонной поверхности (склона) вызывает локальное выполаживание на участке несовпадения уклонов крыла складки и склона и т. п. В условиях конседиментационного, кондендационного и конаккумулятивного развития СФ возникают локальные выровненные (динамические) поверхности.

Пассивные ОФ, обусловленные мертвыми деформациями, могут представлять *тождественные* (скульптурные) поднятия и впадины. Они образуются в ограниченных условиях — общего воздымания и наличия пластов бронирующих пород. В этом случае СФ подвергаются селективной денудации, в результате которой в рельефе возникают тождественные элементы прецарируемых деформаций; они образуют *прямые* (9), *промежуточные* (10) и *обращенные* (11) ОФ. В условиях однородных толщ под воздействием плоскостной денудации создаются выровненные статические поверхности (13), срезающие мертвые СФ.

Основной причиной различного морфологического выражения СФ в рельефе является характер их новейшего развития. Литолого-стратиграфические факторы имеют подчиненное или зависимое значение.

Н. И. КОЧЕТОВ

ЗОНАЛЬНОСТЬ ЭКЗОГЕННОГО МОРФОГЕНЕЗА ГОРНЫХ СТРАН

Геоморфология является целью самостоятельной наукой о рельефе Земли, пограничной между геологией и географией. Выделение в ней морфоструктурного и морфоклиматического подходов — лишь методический прием [Герасимов, 1967; Борисевич, 1976], с помощью которого геоморфолог, абстрагируясь, может изучать морфоструктурные особенности рельефа в связи с новейшим тектоническим режимом и препарировкой древних пассивных структур, а также элементы морфоскульптуры, набор и динамику создавших их экзогенных процессов, их модификации при изменении климатических условий.

Зональность экзогенного морфогенеза вообще и горных стран в особенности представляет собой важную и нестарющую проблему. К настоящему времени в познании зональных особенностей рельефообразования достигнуты ощутимые результаты, однако остается ряд все еще нерешенных вопросов. До конца не ясно, как лучше выявлять влияние климатического фактора. Что логичнее, изучив комплекс реальных морфоскульптур, судить о роли климата в их моделировке или «искать» эти формы рельефа в составе выделенных ранее климатогеоморфологических зон? Какими должны быть границы между зонами, если комплекс форм в их пределах скла-

Зона	Число станций	Денудация, мм/год			D _{мех} D _{хим}
		мм/год на 100 мм водн. стока			
		механическая	химическая	общая	
I	21	0,162	0,056	0,218	2,9
		0,044	0,015	0,059	
II	19	0,242	0,072	0,314	3,4
		0,028	0,008	0,036	
III	19	0,143	0,044	0,187	3,2
		0,013	0,004	0,017	
IV	3	0,203	0,028	0,231	7,8
		0,026	0,002	0,028	
Зап. Кавказ в целом	62	0,187	0,056	0,243	3,3
		0,030	0,008	0,038	

дывается из гетерогенных и гетерохронных форм унаследованного развития или реликтовых элементов? Каковы факторы, определяющие тип, направленность и интенсивность экзогенных процессов? Изменяется ли динамика рельефообразования с высотой?

Изучение особенностей денудации Западного Кавказа позволило несколько дополнить существующие представления об экзогенном морфогенезе горных стран.

По ведущему комплексу экзогенных процессов и характеру морфоскульптур нами выделены четыре высотные геоморфологические зоны. Зона I характеризуется предгорным и низкогорным эрозионно-денудационным и аккумулятивным рельефом, во II, среднегорной зоне, господствуют эрозионные и денудационные формы, III зона отличается древнеледниковым рельефом, осложненным современными эрозионно-денудационными формами, а в IV развита нивально-гляциальный рельеф. Граница между зонами служит линия перехода от низкогорья к среднегорью (1000 м), снеговая граница плейстоценового оледенения (1700—2000 м) и современная снеговая линия (2700—3000 м над ур. м.). Средняя и верхняя границы дифференцируют активность проявления физического и химического выветривания. Зоны I и II характеризуются гумидным умеренным типом морфогенеза, III — перигляциальным и IV — гляциальным [Дедков, 1976].

Анализ величин транзитной денудации, рассчитанных по справочным гидрологическим данным, показал, что механическая ее составляющая имеет два максимума, приходящихся на II и IV зоны (см. таблицу).

Ход процесса от зоны к зоне отражают отношения 1 : 1, 49 : 0, 88 : 1,25. Первый максимум закономерно связан со среднегорьем, ибо именно на интервал высот 1300—2000 м над ур. м. на крыльях растущих горных сооружений приходится наибольший эрозионный врез, второй определяется обильным (более 90% общего стока) летним выносом мелкозема за счет активной деятельности ледников и селей. Приуроченность минимума к III зоне также легко объяснима: эта зона снизу примыкает к современной снеговой границе и отличается широким развитием пологих склонов, созданных древними ледниками и еще слабо расчлененных истоками зарождающихся здесь рек.

Химическая составляющая денудации обнаруживает тот же ход, что и механическая до III зоны включительно (1 : 1, 29 : 0, 79 : 0,50), в IV спад продолжается. Максимум связывается со II зоной, ибо глубокий врез обеспечивает здесь значительную мощность зоны гидродинамически активных вод, увеличивает протяженность путей их фильтрации и способствует длительному контакту вод с породами. Благоприятный гидротермический режим зоны ведет к активному химическому преобразованию пород субстрата и формированию мощной коры выветривания. С высотой же, по

мере уменьшения степени расчленения рельефа, угнетения химического выветривания физическим и сокращения мощности рыхлых накоплений, воды быстро скатываются в речную сеть, мало контактируя с породами, и химическая денудация затухает, достигая минимума в IV зоне (см. таблицу).

Проведенные исследования привели к важному выводу: по величинам общей транзитной денудации на Западном Кавказе выделяются две зоны активного рельефообразования, причем высокогорный максимум обеспечен исключительно механической составляющей.

В целом для Западного Кавказа общая транзитная денудация составляет 0,243 мм/год, а соотношение между ее механической и химической составляющими равно 3,3 (см. таблицу). Величина комплексной (тотальной) денудации здесь с учетом соотношения, установленного В. А. Христановым [1979] для Центрального Кавказа, должна быть по крайней мере вдвое выше транзитной и близка, вероятно, к 0,5 мм/год.

Поскольку главным агентом транзитной денудации является вода, в качестве показателя интенсивности процесса предлагается показатель с размерностью мм/год на 100 мм водного стока. Из таблицы видно, что интенсивность денудации во всех случаях, исключая IV зону, затухает с высотой. Не исключено, что в I зоне ее показатели несколько искажены влиянием антропогенного фактора (ускоренная эрозия почв и внесение удобрений).

В заключение следует подчеркнуть, что к числу важных проблем экзогенного морфогенеза, требующих решения, нужно отнести также разработку методик изучения экзогенных процессов, создание оборудованных новейшими приборами наблюдательных стационаров для получения представительных количественных характеристик процессов в различных геоморфологических зонах, накопление надежных данных по современным тектоническим движениям и другие.

Я. С. КРАВЧУК, И. П. КОВАЛЬЧУК

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЭКЗОГЕННЫХ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ (задачи, пути и методы исследования, проблемы)

Под динамикой рельефа понимается ход, направление его развития, изменения морфологии и состояния отдельных форм и их комплексов под влиянием внутренних и внешних факторов. В связи с наличием взаиморегулирования в системе «геологическая структура — рельеф (морфоструктура) — неотектонические движения — экзогенные процессы рельефообразования (выветривание, денудация, транзит и аккумуляция материала)» для познания законов развития рельефа чрезвычайно важное значение имеет изучение интенсивности неотектонических движений, комплекса экзогенных процессов (ЭП) и результатов их взаимодействия. Влияние неотектонических движений и экзогенных процессов на развитие рельефа изучают неотектоника, структурная и динамическая геоморфология. Не касаясь здесь проблем исследования эндогенных процессов, рассмотрим некоторые важные вопросы изучения многолетней динамики экзогенного рельефообразования.

Основными задачами изучения экзогенных процессов на современном этапе познания природы считаются:

1. Установление спектра экзогенных процессов региона, выделение основных и второстепенных процессов (по их рельефообразующему эф-

фекту), анализ многолетнего, внутригодового (сезонного) и суточного хода интенсивности развития.

2. Оценка степени общей и видовой пораженности территории ЭП (устанавливается в ходе геоморфологического картографирования).

3. Оценка влияния различных факторов (рельефа, геологического строения, климата, хозяйственной деятельности, отдельных видов геоморфологических процессов и др.) на возникновение, спектр, темп и направленность ЭП (осуществляется путем морфометрического анализа рельефа, полевых маршрутных, стационарных и экспериментальных исследований и математического анализа количественных данных).

4. Изучение генетических типов рыхлых континентальных отложений, формируемых определенными видами ЭП с целью палеогеоморфологического анализа рельефа.

5. Разработка типовых схем оборудования стационаров, конструирование и изготовление приборов, инструментов, аппаратов и приспособлений, т. е. инструментальной базы геоморфологических исследований [Ступишин, Тимофеев, 1981], организация сети геоморфологических стационаров в различных ландшафтных зонах и регионах, работающих по единым программам.

6. Определение интенсивности каждого вида ЭП, установление времени их возникновения и продолжительности воздействия на рельеф.

7. Установление закономерностей возникновения, распространения и механизма развития ЭП, разработка формализованных моделей функционирования отдельных их видов.

8. Развитие теоретических представлений о динамической геоморфологии и направленности, механизмах развития, динамике рельефообразующих процессов и рельефа.

9. Прогнозирование естественного саморазвития и антропогенно регулируемого развития рельефа и экзогенных процессов.

10. Изучение взаимодействия эндо- и экзогенных процессов, сопоставление их рельефообразующего эффекта.

Решение стоящих перед динамической геоморфологией задач возможно путем использования различных методов и подходов:

полевое геоморфологическое картографирование территории, в результате которого составляются общие и частные (например, морфодинамические) геоморфологические карты; составление и анализ морфометрических карт, карт рыхлых отложений и др. (задачи 1—4);

постановка специальных многолетних стационарных и полустационарных исследований динамики отдельных видов ЭП. Данные стационарных исследований дают возможность установить интенсивность, закономерности возникновения и механизм развития ЭП (задачи 5—8);

полевые и лабораторные эксперименты (моделирование процессов), позволяющие изучать детали, познавать скрытые стороны явлений, сравнительно быстро получать данные об интенсивности развития, механизме функционирования объектов. Эти исследования дают возможность проверять логические модели процессов и формализовать полученные в результате стационарных и экспериментальных наблюдений результаты и выводы, прогнозировать развитие геоморфологических процессов во времени и пространстве (задачи 7—9);

формальный логический анализ (традиционный и математический), базирующийся на теоретических выводах и данных экспериментального моделирования современных ЭП. Это позволяет развивать теоретические представления геоморфологии и осуществлять региональный геоморфологический прогноз (задачи 9, 10).

Совокупность процессов экзогенного воздействия на рельеф обычно делится на три группы: процессы формирования чехла рыхлых отложений и подготовки их к смещению; денудация или сполс продуктов выветривания; аккумуляция отложений. Детальные характеристики, классификации ЭП, описания методов исследования различных их видов приводятся в геоморфологической литературе [Герасимов, 1970б; Воскресенский,

1971; Криволюцкий, 1977; Швебс, 1981; Сток наносов..., 1977; Борсук и др., 1977; Горшков, 1982; и др.). Теоретические представления и методы исследования постоянно совершенствуются. Примерами могут служить работы сибирских геологов — Н. А. Флоренсова, Г. И. Худякова, А. В. Позднякова, А. И. Короткого и др., а также новые разработки. В то же время существует еще целый ряд проблем, на решение которых необходимо направить усилия геоморфологов.

1. Проблема выбора методов исследования и обобщения данных, полученных при изучении различных типов современных ЭП, их динамики, темпа и направленности [Ступишин, Тимофеев, 1981].

2. Разработка единых теоретических подходов к исследованию современных ЭП, стандартизация инструментов, оборудования, единиц измерения.

3. Исследование цикличности, периодичности и направленности морфогенеза [Тимофеев, 1982; Чемяков, 1982], экстремальных и нормальных геоморфологических процессов и ландшафтных обстановок, обуславливающих их темп.

4. Анализ факторов, определяющих возможность возникновения, распространение и интенсивность развития ЭП. Оценка влияния неотектоники, геологического строения, климатических условий и хозяйственной деятельности на экзогенное рельефообразование в зональном аспекте.

5. Проблема горизонтальной и вертикальной зональности (морфо-климатической и ландшафтной) ЭП (И. С. Щукин, А. Е. Криволюцкий, И. П. Герасимов, Д. А. Тимофеев, А. П. Дедков и др.), вопросы исследования спектров ЭП отдельных зон, установление поясов минимальной и максимальной денудации.

6. Проблема увязки количественных и качественных данных изучения эндо- и экзогенных процессов, т. е. анализ соотношения и оценка роли внешних и внутренних факторов в развитии современного рельефа.

7. Более общие вопросы оценки величины денудационного среза, изучения механизмов формирования и развития склонов, педиментов, поверхностей выравнивания.

8. Геоморфологические аспекты рационального природопользования, борьба с процессами, причиняющими вред народному хозяйству.

А. Т. ЛЕВАДНЮК

ПРОБЛЕМЫ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Назрела необходимость более глубокого и целенаправленного изучения влияния неотектоники на активизацию экзогенных процессов. Установившееся мнение об усилении последних последних неотектоническим фактором не вызывает возражений. Однако недостаточно для объяснения причин существования очагов более активного проявления указанных процессов, обуславливающих развитие в гумидных морфоклиматических условиях так называемых локальных систем интенсивной денудации.

Подобные системы прослеживаются в пределах тектонически активных морфоструктур. Примером может служить Кодринская морфоструктура, занимающая центральную часть Молдавии и характеризующаяся сравнительно высокими скоростями поднятий (4 мм/год и более). Встречающиеся здесь системы представлены сложными формами, созданными взаимодействием эрозионных и оползневых процессов.

Установлена общая тенденция приуроченности систем интенсивной денудации к зонам простирания тектонических разломов. Очевидно, это

связано с ослабленным состоянием горных пород, нарушенных тектонической трещиноватостью. Однако оконтурить зоны с такой трещиноватостью в районах распространения рыхлых песчано-глинистых пород очень трудно, особенно если последние нарушены оползневыми деформациями.

В этой связи возникает необходимость разработки методики выделения указанных зон и определения степени влияния тектонической трещиноватости на активизацию экзогенных процессов. Данный вопрос имеет принципиальное значение не только для разгадки природы локальных систем интенсивной денудации, но и для определения состава защитных мероприятий.

Вопрос о получении количественных показателей, характеризующих интенсивность развития экзогенных процессов, заслуживает всестороннего обсуждения. Речь идет об унификации методов и единиц измерения скорости протекания того или иного процесса. Для этого необходимо совершенствовать существующие и разрабатывать новые приборы и измерительные системы, которые отличались бы надежностью при использовании в полевых условиях. Не менее важен и выбор экспериментальных участков или полигонов для проведения работ, связанных с получением названных показателей. Такие участки и полигоны должны быть репрезентативными, чтобы полученные результаты можно было бы экстраполировать на конкретную территорию.

Эффективное решение данного вопроса требует установления более тесных творческих контактов между специалистами, изучающими динамику и механизм развития экзогенных процессов. Подобные контакты, на наш взгляд, могут быть налажены путем проведения тематических школ и семинаров, а также разработки единой программы исследований, посвященных количественным оценкам экзогенных процессов. При этом всю организационную работу следует возложить на секцию экзогенных геоморфологических процессов, которую целесообразно создать при Геоморфологической комиссии.

Теоретические вопросы антропогенного морфогенеза сейчас приобретают все большее значение, поскольку хозяйственная нагрузка на природную среду, в том числе и на рельеф, непрерывно возрастает. Происходящая в результате активизация экзогенных процессов (эрозии, оползания, дефляции и др.) приводит не только к образованию более динамических форм рельефа, но и к неблагоприятным последствиям.

В связи с этим возникает потребность в разработке прогноза возможных последствий антропогенного морфогенеза. Он необходим прежде всего при оценке косвенного влияния антропогенного фактора на легкокоранимые элементы рельефа (оползневые склоны в гумидных морфоклиматических условиях, песчаные гряды и бугры — в аридных и т. д.). Для этого геоморфолог, кроме познания закономерностей развития современных процессов, должен изучать и среду их проявления, применяя количественные характеристики устойчивости указанных элементов рельефа.

Разрабатывая геоморфологическую теорию, следует стремиться к первоочередному решению проблем, выдвигаемых перед геоморфологией народным хозяйством. Известно, что решение таких проблем, связанных с поиском и прогнозированием полезных ископаемых, проектированием и строительством крупных инженерных сооружений, всегда способствовало обогащению геоморфологии новыми теоретическими положениями и выводами.

Так, при выяснении причин быстрого заиления водопропускных сооружений на автомобильных дорогах Молдавии были выделены и обоснованы особый тип морфоскульптуры — оползнево-эрозионный и особый тип оползней — овражный. Оценка условий размещения и защиты инженерных объектов от песчаных заносов и выдувания потребовала новых методических приемов изучения эоловых процессов. Были разработаны методики отбора проб эоловых песков, способы изучения интенсивности деф-

ляций и переноса золотого материала. Решение задач, связанных с проектированием инженерных объектов, обусловило развитие нового направления в тематическом картографировании — инженерно-геоморфологического.

К этому следует добавить, что разработка теоретических вопросов, выдвигаемых практикой, укрепляет позиции геоморфологии в системе наук о Земле, способствует выявлению новых потенциальных возможностей.

Геоморфология остается единой наукой, включающей теоретические и прикладные направления, возникшие в результате закономерной дифференциации ее в ходе развития.

В. В. ЛОБАНОВ

К ИЕРАРХИИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Системный подход к познанию земной поверхности вызывает необходимость прежде определить место данной проблемы в общей гносеологической структуре естествознания, т. е. нужны предварительные дефиниции. Это очевидно во многом и в отношении практически всей геологической отрасли знаний. В процессе дискуссии уже достаточно предложено вариантов определений системы Земли. Можно сослаться на очень выразительный граф в первом из опубликованных сборников [Лукин, Гудымович, 1982]. То же касается и системы «рельеф». Логичным будет вывод, что понятие «геологические явления» мы вправе рассматривать в широком смысле — как относящееся к любой из сфер системы Земля либо к их взаимодействию. Из этого следует, что вопросы программы XVII пленума как темы для дискуссии должны рассматриваться не в плане горизонтальном, а в вертикальном, т. е. они соотносятся как категории вертикального иерархического ряда. Это снимает необходимость дискуссии в плане, предложенном для обсуждения (т. е. противопоставления их), хотя, безусловно, не снимает проблем самих по себе.

В соответствии с марксистско-ленинской диалектикой — форма находится в неразрывном единстве с содержанием — это две стороны природной реальности. В приложении к геологическим объектам следует признать также справедливость рассмотрения в единстве категории «форма — содержание» в пространстве — времени. Таким образом, приходим к идее «конформности рельефа» [Худяков, 1977]. Это же внутреннее единство нашло свое выражение в развитии в рамках советской геоморфологической школы концепции морфоструктурного направления. Развитие данной концепции практически определило по праву принадлежащее геоморфологии место в ряду дисциплин геологических. Из сказанного очевидно бессмысленность рассмотрения рельефа в отрыве от его геологического содержания.

Исходя из изложенного, нетрудно проследить устройство иерархической системы «земная кора — рельеф» до любого частного уровня, имея в виду, что вся история эволюционно-революционного развития эндо-экзосистемы «рельеф», выражающаяся в перераспределении вещества и энергии в пространстве — времени, «запишется» в интегральной форме в распределении форм рельефа на поверхности Земли.

Рельеф — система саморегулирующая, и признание этого положения предопределяет соотношение «климатической» и «структурной» ветвей геоморфологии. В данном случае важно понимание детерминированности процессов в этой сложной системе. Для практических же приложений важно в конечном счете иметь инструмент, который позволил бы реконст-

руировать динамику системы во времени. Очевидно, что распределение форм рельефа на земной поверхности — это материализованная запись указанных взаимодействий. Инструмент должен дать возможность прочесть («прослушать») эту запись.

Поскольку наиболее «реактивными» элементами геоморфологической системы на уровне рельефа служат гидросистемы — «природные гравиметры», по весьма меткому определению В. П. Философова [1960, 1975], нетрудно прийти к выводу, что именно их деятельность содержит наиболее полную, а главное — наиболее доступную запись истории развития участка земной коры, дренируемого той или иной системой, на протяжении того или иного отрезка времени. Инструментом дешифрирования служит морфометрия, позволяющая в одном числе — порядке долины — выразить большой комплекс историко-геологической информации, притом именно в динамике.

В свое время В. М. Дэвис сравнивал гидросистему с листом растения: жилки — долины, края листа — водоразделы, поверхность — площадь водосбора. Этим подчеркивалось единство собственно долины с площадью водосбора. Это элементарная ячейка рельефа земной поверхности (первого порядка). Из сказанного следует, что «запись» истории долины данного порядка в ее строении есть запись истории всей элементарной ячейки. Нетрудно представить всю земную поверхность как плотную упаковку таких элементарных ячеек. Отсюда и вся история динамической системы — участка земной поверхности — будет записана в истории долины и выражена в их порядках в свернутой форме.

Идея скачкообразного прерывисто-непрерывного развития рельефа отчетливо дешифрируется в ритмичном строении разрезов водосборов (литосборов) потоков (при этом неважно каких — водных, ледовых, грязевых, осыпных и т. п.), а также в пределах динамической зоны водоемов, где такие условия наиболее доступны дешифрированию. При этом отчетливо реализуется динамическая триада состояний системы, открытая В. В. Ламакиным [1948] и построенная на учете баланса рыхлого материала в сечении потока и формы его взаимодействия с ложем: инстративное, перстративное и констративное. Каждая динамическая система, большая и малая, проходит в своем развитии полную триаду данных состояний, что отражается в строении осадочной толщи («свита аллювия» [Карташов, 1961]) в форме «осадочного ритма». Причем — именно ритма, поскольку, будучи законченным по своей динамической сущности, процесс этот не замкнут (и не может быть замкнут!) по временной координате. Такой ритм отвечает единице порядка долины (по В. П. Философову; рудиментированный ритм учитывается счетом порядков по А. Шейдеггеру [Девдариани, 1967]). В строении долины ритм отражается формированием слоистого тела, занимающего некоторое положение в поперечном сечении долины. Числу ритмов соответствует количество таких тел, которое, в свою очередь, отвечает численному значению порядка долины в данном сечении. С другой стороны, в горной стране такому «ритму» должно отвечать формирование деструктивного уровня без осадков (педиплена) — ступени «предгорной лестницы» В. Пенка.

Ритмичность рельефоформирования была открыта В. М. Дэвисом, им же сформулирована идея «геоморфологических циклов». Единственной поправкой в ней может быть приведенная выше оговорка относительно того, что это ритмы, а не циклы. В отношении долин эти идеи были развиты Ю. А. Билибиным. Сущность же процесса была раскрыта В. В. Ламакиным в его «триаде» динамических состояний водотоков, до сего времени по достоинству еще не оцененной. Иерархическая система ритмов может быть прослежена от самого элементарного уровня. Есть основания считать, что ритм в развитии рельефа не только может, но и должен быть адекватным понятию соответствующего целого геохронологического подразделения, а аллювиальное геологическое тело есть материализация соответствующего временного отрезка. Несколько таких ритмов приводят в конечном счете к тому, что гидросеть данного плана пройдет полный на-

бор стадий эволюции, а весь рельеф региона в целом — путь от «дифференциации» до «интеграции» на новом уровне [Флоренсов, 1976а, б]. Такой отрезок истории формирования рельефа поверхности Земли (как отражение развития всей большой геосистемы), состоящий из ряда «ритмов», может быть определен как макоритм. Граничным событием между макоритмами служит региональное выравнивание («интеграция») с полным отмиранием гидросети данного плана. Наступление нового — новая «дифференциация». Так выстраивается иерархия морфотекторитмов. Правда, в этом случае трудно представить оправданность выделения какого-то особого «геоморфологического этапа», поскольку сходные механизмы формирования рельефа земной поверхности существуют на всем протяжении геологической стадии осуществления планеты Земля.

Предлагаемая иерархия геоморфосистем представляется достаточно убедительной по причине единства подхода от самого низкого до самого высокого уровня классификации. Причем в основу положены наблюдаемые реальности, служащие отражением взаимодействий в большой системе на всех уровнях. Предлагаемая конструкция позволяет применить столь же четко построенную «встречнонаправленную» систему анализа с целью решения практических задач. При этом такая иерархическая система, обеспечивая последовательный анализ исходных данных, реализует на каждом уровне перемножение вероятностей, увеличивая возможность наступления конечного события. Описанный принцип предлагается брать за основу методики построения прогноза на экзогенные месторождения (в частности, на россыпи). Аналогичная система в отношении месторождений эндогенного типа еще нуждается в разработке. Создание подобных конструкций прогноза позволит сделать серьезный шаг в направлении решения проблемы высшего порядка.

Д. В. ЛОПАТИН,

Н. Р. ГОРБАЦЕВИЧ, Н. В. НИКИТИН, С. С. ШУЛЬЦ

ФОРМАЦИОННО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП В ДИСТАНЦИОННОМ АНАЛИЗЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В современной геоморфологической науке наблюдается разрыв между накоплением новых фактов и объясняющими их теоретическими построениями. Этому способствует все возрастающее проникновение геоморфологического анализа в смежные науки о Земле. Методологически данная ситуация объясняется как невозможность построения новой теории на основе традиционного (эмпирического) обобщения фактов. Выход из возникшего кризисного положения усматривается в создании максимально объективных моделей строения земной коры и ее рельефа и изучения их методами от частного к общему. Такой подход возможен на базе дистанционного анализа аэрокосмической информации. Под дистанционным анализом понимается совокупность методов и приемов аэрокосмического фотографирования, геофизического, аэрокосмогеофизического зондирования Земли, специального структурно-геоморфологического изучения ее поверхности и способность решать с их помощью самостоятельные задачи как общетеоретического, так и прикладного значения. Геоморфологический анализ в данном аспекте определяется как комплекс преимущественно дистанционных методов, способных устанавливать характерные особенности в геологии, тектонике и глубинном строении литосферы при помощи целенаправленного изучения неоднородностей земной поверхности [Соловьев, 1978]. Специальный геофизический анализ

выявленных морфологических закономерностей призван решать вопросы объясняющего характера [Lugovenko, 1982]. Их синтез, объединяемый дешифрированием обзорных и сверхобзорных аэрокосмических фотографий, позволяет идейно материализовать многое из того огромного банка данных, который и привел к кризисному состоянию в геоморфологии и отчасти в геологии.

При геоморфологическом осмыслении фотообразов, визуально формализуемых до линейных и плоских фигур округлых и изометричных очертаний, мы не пошли путем морфоструктурного анализа, так как он предполагает изучение рельефа через особенности структуры земной коры [Герасимов, 1946]. При нашем подходе решается обратная задача: средствами геоморфологического анализа изучить структуры земной коры [Лопатин, 1981]. При ее решении наиболее надежным является формационно-геоморфологический принцип, предложенный Н. А. Флоренсовым [1964а, б]. Им была замечена особенность горных пород воздействовать на рельеф, предопределяя его морфологию. Подвергая специальному структурно-геоморфологическому изучению формализованное фотоизображение, мы таким образом изучаем геолого-тектоническую природу земной коры через комбинации линейных элементов рельефа, отражающих всю совокупность геолого-структурных черт, или каркасной основы геоморфологических формаций.

Как известно, видеоизображение на фотографии в любой зоне спектра визуально нельзя формализовать в виде светового и каркасно-линеamentного рисунка. Фототеневые изображения несут в основном ландшафтно-географическую нагрузку и используются чаще для инструментальной или машинной обработки. При структурном дешифрировании чаще используется линеamentная информация. Известно, что линеamentы (прямолинейные, дуговые концентрические и криволинейные) и заключенное между ними пространство по размерности подразделяются на порядки. Каждому из порядков соответствует свой тектонический ярус. Линеamentы, соизмеримые со структурными чертами геологических формаций, обнажающимися в денудационном срезе, в зарубежной литературе называются линеарами. Они создают фоновый рисунок в основном в складчатых кратонизированных областях. В пределах плит их плотность очень незначительна, и основу каркасного рисунка создают единицы более крупного порядка — линеamentы, соответствующие более низким структурным горизонтам: фундаменту и более глубоким слоям коры. Третий масштабный уровень линеamentов — трансрегиональный. Трансинеamentы, как правило, секут не одно геоструктурное подразделение и соизмеримы с кратонами, складчатыми поясами, создающими рельеф и структуру континентов, неоднородности коры в верхней мантии.

Таким образом, линеamentные поля создаются трещинами, разломами, разрывными нарушениями локального, регионального и глобального масштабных уровней, различающихся по величине соотношений трех измерений: длины, ширины и, как следствие, глубины заложения. В рельефе местности они отражают всю сумму структурной неоднородности разных этажей земной коры и верхней мантии в денудационном срезе. Особенности их планового рисунка отражают не что иное, как скелетную структуру геоморфологических формаций. Следовательно, формационно-геоморфологический принцип — это использование свойства геоморфологических формаций создавать определенные типы линеamentных выражений всей совокупности явлений и процессов, происходивших в земной коре и верхней мантии, охвативших промежуток от начала формирования жесткой коры до настоящего геоморфологического типа в истории Земли на каждом из исследуемых участков. Такой подход позволяет ставить различные геоморфологические задачи, по крайней мере трех-четырех масштабных уровней, для решения которых имеются объективные предпосылки. По этой причине прямые корреляции с поверхностной геологией рационально оправданны на нижних масштабных пределах дистанционного анализа, когда результаты дешифрирования можно сочетать с поле-

выми заверками. Во всех остальных случаях более плодотворны корреляции с аномальными физическими полями.

При прогнозно-поисковых работах с использованием дистанционных методов задача сводится к выявлению рудоконцентрирующих структурных ассоциаций разных масштабных уровней. Каждому из них свойственны своя методика и свой круг проблем. С позиций формационно-геоморфологического подхода, как показали наши предшествующие работы, возможно выявление принципиально новых структурных комбинаций не только в поверхностных структурных этажах, но и в фундаменте плит.

Ю. И. ЛОСКУТОВ

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ И ТИПЫ РЕЛЬЕФА КАК СИНТЕТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ КАРТИРОВАНИЯ

Системный подход в изучении рельефа — синтез на высшем уровне. Остановимся на одном важном моменте этого синтеза — временном аспекте. Е. А. Куражковская в 1971 г. писала, что «...ведущим методом изучения геоморфологической системы является сравнительно-исторический». Это же отмечает в своих работах и О. В. Капменская [1976, 1980]: «...геоморфологическая система существует в пространстве и времени...» и «...понять любое явление геоморфологической системы можно, лишь зная историю и характер его развития...».

Изучая деформации поверхностей выравнивания при морфоструктурном анализе, выявляя роль тех или иных процессов при экзогенном рельефообразовании и т. д., мы должны оперировать временными категориями.

Таким образом, исторический (возрастной), или, как его еще называют, «историко-генетический», подход является ведущим при изучении рельефа.

Как было сказано выше, системный подход — это синтез, а синтез базируется на анализе. В основе анализа рельефа должна лежать карта, которая, по образному выражению, играет в науках о Земле ту же роль, что и ноты в музыке, будучи компактным и эффективным средством для установления закономерностей пространственного размещения и взаимосвязей явлений. При этом карта есть средство исследования и его предмет в виде моделей, заменяющей собой реальные явления. Существенно то, что карта дает возможность получать новые знания, помимо использованных при ее построении. Отбор элементов содержания карты, способы их изображения, масштаб и т. д. обуславливаются назначением карты.

Назначение общей геоморфологической карты как основного документа науки о рельефе заключается в отображении на ней основных свойств рельефа — морфологии, генезиса и возраста. Эти три свойства должны быть закартированы, т. е. проведены границы морфологические, генетические и возрастные. Они могут находиться между собой в различных взаимоотношениях — совпадать или не совпадать. Если мы хотим, чтобы геоморфологическая карта играла ту же роль, что и геологическая, то она должна строиться по возрастному принципу: цвет — основное изобразительное средство — должен использоваться для показа возраста рельефа.

В 1952 г. Н. А. Лебедева ввела понятие «единицы картирования», т. е. «элементарные поверхности рельефа, формы рельефа и сочетания этих форм (типы рельефа и геоморфологические районы)». В последующие годы различные авторы [Борисевич, 1969; Чемяков, 1982; и др.] стали употреблять понятие «объекты картирования», имея в виду практически то же са-

мое. Поэтому в дальнейшем мы будем использовать эти понятия как синонимы.

В 1975 г. было предложено разделять геоморфологические карты по объектам (единицам) картирования на «граневые» — картируются грани (поверхности) рельефа и «комплексные» — картируются комплексы (сочетания) граней (формы рельефа) и комплексы форм рельефа (типы рельефа) [Лоскутов, Филатов, 1978]. Указанные единицы картирования в зависимости от задач исследования могут выделяться по морфологии, генезису и возрасту.

Подобное разделение по объектам картирования не означает, что граневые карты составляются только для крупных масштабов, а для более мелких — карты форм и типов рельефа. Так, например, материк и океаны можно рассматривать как формы рельефа, взятые на более высоком порядковом уровне, а следовательно, их можно изобразить на карте путем показа граней, их составляющих.

Выделение типов рельефа как наиболее сложных единиц картирования вызывает наибольшие разногласия, ибо нет четкого определения понятия «тип рельефа»; они выделяются на основе самых различных признаков, что неизбежно ведет к субъективизму и эклектике. Видимо, следует ограничиться основными свойствами рельефа и понимать под типами рельефа комплексы (сочетания) форм рельефа, определяемые по сходству морфологии, генезиса, возраста или же по совокупности этих свойств. Таким образом, типы рельефа могут быть морфологическими, морфогенетическими, морфохроногенетическими и т. д.

Следует подчеркнуть, что формы и типы рельефа, как и весь рельеф в целом, мы понимаем как объемные категории [Филатов, Лоскутов, 1982].

Н. А. Флоренсов предложил ввести в геоморфологию новое понятие — «геоморфологическая формация». Ее можно рассматривать как комплексную (синтетическую) единицу картирования и составлять карты геоморфологических формаций подобно картам геологических формаций. Н. А. Флоренсов считает геоморфологическую формацию «морфолого-генетическим» понятием, «наиболее высокой генетической единицей» и определяет ее как сочетание форм земной поверхности, связанных друг с другом единством места и времени и существующих при определенных тектонических и климатических режимах [Флоренсов, 1964а, б, 1971, 1976].

Несмотря на то, что в определении имеется временная характеристика, при выделении тех или иных формаций (например, «формации трапных полей») она не учитывается автором. А в таком случае понятие «геоморфологическая формация» практически не отличается от понятия «морфологический тип рельефа». Неубедительным выглядит их главное, по мнению Н. А. Флоренсова, отличие — то, что геоморфологическая формация обнимает собой и рельеф, и его субстрат по крайней мере до глубины нижней границы зоны выветривания.

Если обратиться к понятию «тип рельефа», данному выше, то видно, что «морфохроногенетический тип рельефа» по сути своего выделения и является геоморфологической формацией, при условии, конечно, включения в ее определение возрастной характеристики.

В заключение отметим, что применение понятия «геоморфологическая формация» при анализе рельефа является весьма перспективным [Хворостова, 1976; Кашменская, 1980].

МОРФОСТРУКТУРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ОРТОГОНАЛЬНОЙ ВОЛНОВОЙ МОДЕЛИ (к постановке и решению обратных геоморфотектонических задач)

Теоретические аспекты основных современных направлений геоморфологии, вынесенные в повестку дня XVII пленума, взаимосвязаны объективной сущностью взаимодействия главнейших факторов геоморфогенеза. На совещании, на наш взгляд, единодушным было мнение о равнозначности эндо- и экзогенных сил рельефообразования. Очевидная правильность этого утверждения в оценке энергетики процесса и количества выполняемых этими силами работы не решает вопроса о их причинном соподчинении, принципиального для любой науки. Общенаучный принцип причинности, в частности, постулирует не только гомоморфную (в геоморфологии закрепляется термин «конформную» [Худяков, 1977]) обусловленность структуры следствия структурой причины, но в диалектическом единстве и обратное воздействие структуры следствия на структуру причины. Эта диалектическая двойственность причинных связей взаимодействующих систем широко закреплена в общенаучных понятиях «прямые» и «обратные» причинные связи. В соответствии с ними задачи по изучению взаимодействия систем также разделяются на прямые и обратные.

Разрабатываемая автором методика морфоструктурного и морфоструктурно-гидрогеологического районирования на основе принципа ортогональной волновой модели может быть использована для решения обратных геотектонических задач с применением методов геоморфологии (геоморфотектонические задачи), в частности при обосновании тектонической колебательно-волновой природы выделенных по этому принципу форм рельефа.

Изучение волновых процессов, играющих в системах Земли большую, но еще мало изученную роль, — задача сложная. Большие возможности ее решения у геоморфологии, так как рельеф прямо и непосредственно должен отражать волновые явления в земной коре. Для этой цели геоморфологами разрабатываются и применяются разнообразные методы, оценка которых дается, например, в работе А. Н. Ласточкина [1978].

Идею использовать принцип ортогональной волновой модели в методике районирования дала работа И. А. Одесского [1978]. Модель И. А. Одесского нами упрощена. Вместо 16 фазовых состояний в гармонической плоской волне и 256 структурных ячеек фазовых сочетаний в волновой матрице ортогонально суммированных плоских волн нами используются 2 или 4 фазы в плоской волне и 4 или 16 структурных элементов фазовых сочетаний в ортогональной волновой поверхности. В нашем случае границами выделяемых структурных элементов модели являются или линии перегиба поверхностей суммируемых плоских волн (четырёхэлементная модель), или наряду с ними еще и подошвенные линии впадин («килевые» линии), и вершинные линии гребней («гребневые» линии) ортогонально накладывающихся волн. Чтобы воспользоваться отмеченным правилом разграничения структурных элементов модели в любой сложной поверхности, последнюю предварительно следует разложить на элементарные гармонические волны разных длин, амплитуд, ориентировки. Задача, исходя из принципа суперпозиции, может вылиться в поиск бесконечного числа этих волн. Нами использовано другое правило.

Из дифференциальной геометрии известно [Гильберт, Кон-Фоссен, 1981], что поверхности могут быть определены целым рядом семейств ортогональных кривых. Если поверхность задана семейством кривых, линиями равных уровней и линиями наибольшего подъема (спада), то задача выделения структурных элементов форм поверхности, типизированных ортогональной волновой моделью, будет сводиться к правилу нахождения особых линий. Они разграничивают формы, различающиеся сочетанием

положительной и отрицательной кривизны отрезков дуг указанного ортогонального семейства кривых. Для разложения исходного рельефа поверхности на разночастотные и разноориентированные «волновые» составляющие используется принцип порядка базисных и вершинных поверхностей В. П. Философова [1960, 1975].

Краткое описание методики морфоструктурного районирования на основе принципа ортогональной волновой модели позволяет оценить черты сходства и различия в подходе к морфологическому и структурному (в системном смысле) анализу рельефа в сравнении с работами И. Г. Черванева [1982а, б] и А. Н. Ласточкина [1978].

Интерпретация прогрессивно-волновой тектонической природы выделяемых методикой форм поверхности рельефа значительно затруднена. Успех здесь возможен только при обязательном широком привлечении и взаимосвязанном анализе комплекса материалов по геоморфологии и смежным областям знания.

Л. С. МИЛЯЕВА

ОПЫТ СИСТЕМНО-ФОРМАЦИОННОГО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЭРОФОТО- И КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Прежде чем приступить к изучению современного рельефа любого региона, необходимо выбрать метод или подход к его исследованию. Этот выбор определяется задачей, которая ставится перед исследователем. В данном случае задача состоит в выяснении направленности развития рельефа и его динамического состояния. Из имеющихся в геоморфологии подходов к изучению рельефа наиболее уместным в этом случае представляется системно-формационный.

В основе системно-формационного подхода лежат рассмотрение изучаемого природного объекта в качестве сложной динамической системы, состоящей из компонентов, и определение характера структуры (взаимосвязи) этих компонентов. Рельеф в таком случае можно считать компонентом природного объекта или природной системы. В то же время рельеф следует считать продуктом взаимодействия климата, неотектоники и субстрата, т. е. идентичным понятию «геоморфологическая формация» Н. А. Флоренсова [1976а, б]. При изучении природной системы с использованием аэрофото- и космических снимков имеется возможность опереться на такое его свойство, как целостность. Оно заключается в том, что компоненты или элементы, из которых состоит система, связаны между собой таким образом, что хотя изменение одного из них и влечет за собой изменение системы в целом, но в то же время взаимообусловленность компонентов обеспечивает в конечном результате сохранение системы.

Если при изучении природной системы с применением дешифрирования иметь в виду ее свойство целостности, то можно выбрать для определенного масштаба снимков наиболее «физиономичный» (имеющий четкое отображение на снимках) компонент и использовать его в качестве индикатора структуры компонентов, что дает нам основу для выявления динамического состояния и направленности развития изучаемой природной системы, а значит, и рельефа. Такой подход к исследованию сложных динамических природных систем можно, по-видимому, сравнить с давно существующим (по времени использования в географии и геологии аэрофотоснимков) ландшафтным методом дешифрирования аэрофотоснимков [Виноградова, 1964]. Ландшафт при этом понимается также как целостное природное тело, изменение каждого компонента которого (рельеф,

климат, гидросеть, почва, растительность и животный мир) влечет за собой изменение ландшафта в целом. На разномасштабных аэрофото- и космических снимках мы видим отображение разноранговых природных систем. Космические снимки в силу своей более высокой, чем на аэрофото-снимках, естественной генерализации отображают и более глубокую связь между компонентами.

Индикаторами характера такой связи может быть, например, речная сеть или следы деятельности экзогенных процессов. По этим (или другим), показателям, учитывая взаимообусловленность компонентов, мы «выходим» на особенности рельефа. На любых космических и аэрофотоснимках различаются прямые и косвенные показатели структуры (характера взаимосвязи) компонентов. Если, например, рассматривать особенности речной сети с точки зрения таких показателей, то прямыми будут рисунок или конфигурация гидросети, густота водотоков, в то время как характер отображения рек на снимках (четкое, расплывчатое, слабое до невидимого), по-видимому, следует определять как косвенный показатель структуры компонентов природной системы [Миляева, 1979]. По прямым показателям при изучении речной сети, например, Восточного Саяна (имеющей в целом ортогональный рисунок и образующей решетку, совпадающую не только с орографическим планом, но и с тектоническим) можно составить представление о характере субстрата, климатических условиях, а по сочетанию этих показателей с косвенными (характер отображения рек на снимках) — выявить динамическое состояние и направленность развития рельефа.

Так, в пределах Восточного Саяна речная сеть на телевизионных космических снимках мелкого и среднего разрешения имеет три вида отображения: четкое, расплывчатое и слабое до невидимого. Четкое отображение на этих снимках всех времен года и в разных диапазонах волн получают верхние части большинства бассейнов рек в пределах рельефа, динамическое состояние которого определяется как относительно активное. К такому выводу приводит нас изучение природы границы между территорией с четким отображением гидросети и той, где речная сеть отображена нечетко. Эта граница проходит внутри одного типа растительности (по корреляционной эколого-фитоценотической карте, составленной под ред. В. Б. Сочавы в 1977 г.), не связана ни с высотной поясностью, ни с геологическими границами. Напротив, по ряду геоморфологических признаков (вертикальная расчлененность рельефа, крутизна склонов, особенности террас, баланс рыхлого материала) подтверждается динамическая активность рельефа в пределах площади четкого отображения гидросети.

Другим примером системно-формационного анализа рельефа может служить изучение следов деятельности экзогенных процессов, которые на разномасштабных аэрофото- и космических снимках получают не только косвенное, но и непосредственное отображение. Они также могут быть использованы в качестве индикатора направленности развития рельефа. Экзогенные процессы при этом рассматриваются, с одной стороны, как результат взаимодействия многочисленных природных факторов (включая климатические особенности, денудационную устойчивость пород и др.), определяющих степень динамической равновесности природной системы. С другой — представляют собой неотрывную часть общего баланса сил рельефообразования, отображенного в совокупности связей компонентов этой системы. Несмотря на то что генерализация отображения следов экзогенных процессов соответствует масштабу снимка, все же при одновременном дешифрировании снимков разного масштаба можно определить размеры и соотношения аккумулятивных и деструктивных поверхностей или ярусов рельефа в плане, постоянных и временных водотоков, выявить характер конусов выноса, внутренних дельт и т. д. При изучении таким способом Тувинских котловин Алтае-Саянской области [Миляева, 1983] выявилась направленность развития рельефа в них.

Следует заметить, что системно-формационное изучение следов экзогенных процессов в котловинах, так же как и речной сети Восточного Саяна, не исключает элементов традиционных приемов, например выяснения по скважинам мощностей и генезиса рыхлых накоплений или морфометрических измерений.

Дж. И. МЕСХИА

МОРФОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ В ПОЗНАНИИ РЕЛЬЕФА

Формы земной поверхности, созданные тектоническими движениями земной коры в их взаимодействии с денудационными и аккумулятивными процессами, представляют собой морфоструктуры [Герасимов, 1979] и имеют определенное пространственное размещение. Геоморфологическое изучение тектонических форм (морфологический анализ) дает возможность судить о генезисе, а иногда и о возрасте (в случае очень молодых конэрозионных форм) их рельефа. Возраст рельефа в целом зависит от возраста тектонических структур, составляющих субстрат рельефа, и для его определения следует привлечь геологические и геофизические данные. Таким образом, структуры представляют собой нижний возрастной предел для рельефа. Поскольку в тектонически активных зонах, к примеру в таких, как Кавказ, древний тектонический рельеф может быть взломан и разрушен молодыми неотектоническими движениями, морфоструктурный анализ существующего рельефа требует комплексного применения геоморфологических и чисто геологических методов (изучение хронологий складчатости, состава и распределения моласс, формировавшихся на «геоморфологическом этапе», точная корреляция свит различного литологического состава в молассах с изменчивой палеогеографической обстановкой на суше, палеоботанический анализ ископаемых фаун и флор в молассах, данные абсолютного возраста и т. п.). Такой подход дает возможность определить возраст неотектонических движений и закономерности их регионального геоморфологического проявления. Неотектоническая стадия соответствует в данном случае «геоморфологическому этапу», и нижней ее границей чаще всего принято считать сармат. «Геоморфологический этап» охватывает совокупность собственно структурогенеза и сводово-глыбовые движения, т. е. орогенез в геоморфологическом смысле. Тектонические формы любого ранга альпийского пояса продолжают развиваться в течение всего геоморфологического этапа, включая и четвертичный. Естественно, что формирование рельефа происходило на протяжении этого периода. Геологический возраст форм современного рельефа исчисляется с конца их формирования. В связи с тем, что свинцово-глыбовые движения имеют дифференцированный характер, происходит омолаживание глубинных разломов, возникают и молодые разрывы. В конечном счете это обстоятельство определяет некоторую автономность блоков, самостоятельное перемещение их вдоль разломов и обособление в виде морфоструктур с различным отражением на поверхности и различным внутренним строением. Основным геолого-геоморфологическим показателем этих движений являются положения поверхностей выравнивания, аккумуляция моласс и история речной сети. Разломы и разрывы (а также морфоструктуры от единичных складок до горных систем, пропиленные antecedentными долинами) контролируют рельеф и несут следы воздействия эрозии, одновременной с тектоническими движениями. Подобные разломы названы конэрозионными, поскольку они моложе рельефа прилегающих блоков, в их развитии устанавливаются геоморфологические перерывы. Естественно, что конэрозионный характер различим только в четвертичных

разломах, и они ясно и четко выявляют самостоятельную морфоструктурную роль разделяемых ими блоков в рельефе (дочетвертичная дифференциация может быть установлена только геологическими методами). Исходя из подобной трактовки, в Западной Грузии можно выделить три прямые морфоструктуры.

1. Главный хребет — Мегаантиклинорий Большого Кавказа, объединяющий в своем строении ряд гетерогенных и гетерохронных морфоструктурных комплексов более низкого порядка, носящих следы воздействия определенной экзогенной обработки (четвертичный и современный ледниковый, эрозионный и карстовый). Каждый морфоструктурный комплекс соответствует определенной выровненной поверхности, выраженной в виде ступени, с убыванием высот на юг, в сторону Колхидской межгорной впадины, от 4500 до 600 м. Ступени ограничены продольными глубинными разломами (Главный, Гагрско-Мухурский) и представляются как морфоструктуры более низкого порядка внутри Мегаантиклинория Большого Кавказа, ранга тектонических зон или подзон.

2. Колхидская межгорная впадина наложена в основном на западную, более погруженную часть Грузинской глыбы и выполнена мощными толщами нижних и в основном верхних моласс. Здесь глубинными разломами, а также надразломными деформациями (флексурный изгиб, брахиантиклинальные горы) обособливается несколько морфоструктур порядка тектонических зон и подзон с выровненными поверхностями. Поверхности морфоструктур достигают различных высот — от 600 до 2200 м.

3. Горный хребет — Мегаантиклинорий Аджаро-Триалети — включает в себя морфоструктурные комплексы, расположенные на различных абсолютных высотах (2600—600 м) и обособленные линиями глубинных разломов в виде ступеней с выровненной поверхностью со следами экзогенной обработки. Северный склон хребта ступенчато спускается к Колхидской межгорной впадине. Каждая ступень ограничена линиями продольных глубинных разломов (Мцхетско-Аджарский, Сурами-Гокишурский) и является самостоятельной морфоструктурой ранга тектонической подзоны.

Анализ новых данных в области геологии, геоморфологии и геофизики дает возможность определить все этапы морфоструктурного развития Колхиды и увязать развитие морфоструктур впадины с морфоструктурами прилегающих горных сооружений.

Названные поверхности выравнивания на Аджаро-Триалетском хребте срезают аттические складки, а на южном склоне Большого Кавказа — аттические складки и роданские надвиги. Анализ взаимосвязанных парагенетических явлений, образовавшихся на определенной глубине и наблюдающихся в настоящее время на поверхности выравнивания (возраст жил «кальцийского хрусталя»), аттический возраст кливажа и некоторых рудных месторождений, плиоценовый возраст интрузивов, выходящих на дневную поверхность, указывают на верхнеплиоценовый возраст поверхностей выравнивания, а полная серия террас или морен ниже этой поверхности — на непрерывность развития рельефа, начиная от выравнивания.

Т. В. НИКОЛАЕВА

К ВОПРОСУ О ВЫРАБОТКЕ ЕДИНОЙ ТЕОРИИ ГЕОМОРФОЛОГИИ

В настоящее время нет общей теории геоморфологии; существуют отдельные успешно развивающиеся морфоструктурное и морфоклиматическое направления и делающее свои первые шаги системно-формационное.

По мере углубления изучения рельефа в морфоструктурном и морфоклиматическом направлениях намечается все большее вынужденное удаление их друг от друга. Концепция морфоструктурного и морфоскульптурного анализа на данном этапе не способствует их объединению. Раздельное изучение морфоструктур и морфоскульптур, искусственный разрыв их изображения на некоторых геоморфологических картах ограничивают возможности выявления единых, целостных особенностей рельефа, эндогенно-экзогенного по своему происхождению. В природе трудно бывает провести границу между эндогенно и экзогенно обусловленными формами рельефа, и нельзя согласиться, например, с отнесением пенепленов к морфоскульптурам. Вероятно, системно-формационное направление геоморфологических исследований, которое предусматривает комплексное изучение рельефа как сложного динамического объекта, объединит морфоструктурное и морфоклиматическое направления и будет служить основой для выработки единой теории геоморфологии.

Созданию общей теории геоморфологии может способствовать геоморфологическая карта, для составления которой потребуются разработка всеобъемлющей классификации рельефа и единой легенды. Для этой цели следует классифицировать по важнейшим признакам естественные и исторически обусловленные сочетания объемных форм рельефа земной поверхности и их частей, образовавшихся в результате теснейшего взаимодействия разнообразных эндо- и экзогенных факторов рельефообразования, действующих (по мнению Н. А. Флоренсова) при определенных тектонических и климатических режимах (геоморфологические системы и их части). Разработка такой классификации и легенды — задача ближайшего будущего, требующая объединения усилий геоморфологов, занимающихся изучением рельефа с различных его сторон, и проведения исследований по единой программе.

Понимая значение комплексного подхода к изучению рельефа, считаем необходимым обратить внимание на роль эндогенного фактора в формировании рельефа. В последнее время в геоморфологической литературе стали высказываться мнения об излишней «геологизации» геоморфологии. Этого не следует бояться. Изучать рельеф как полую форму, без его внутреннего содержания — бесперспективно. Исследование гипсометрии рельефа, морфометрические измерения способствуют главным образом выявлению общих закономерностей строения поверхности рельефа, отражающих некоторые особенности геологического строения. Только изучение рельефа на глубокой геологической основе (изучение различных свойств геологического субстрата, новейшей тектоники и современной динамики литосферы, коррелятных отложений, геофизических полей) дает возможность определить генезис рельефа и этапы его формирования, выявить конформные связи геологических тел и рельефа, установить связь рельефа земной поверхности с рельефом поверхности Мохы и тем самым проследить глубокие исторические и глубинные корни его формирования и наметить перспективы дальнейшего развития рельефа. Практическое значение такого подхода настолько очевидно, что не требует специального рассмотрения.

Не умаляя значения геологического субстрата, не исключая рельефообразующего влияния мезозойской тектоники, мы склонны подчеркнуть особое значение новейшей и современной тектоники в формировании рельефа Земли — как континентов, так и океанов. Этот вопрос почти не обсуждался на XVII пленуме, а в работах некоторых геоморфологов наметилось заметное «охлаждение» к новейшей тектонике как фактору рельефообразования, которому еще совсем недавно отводили решающую роль в формировании современного рельефа. Это другая опасная крайность — всеми способами стараться доказать, что с плиоцен-четвертичными тектоническими движениями связана только моделировка рельефа. В каких-то отдельных случаях это может быть и так. Но в целом, проявляясь повсеместно, новейшие тектонические движения формируют современные геоструктурные области Земли, характеризующиеся различными режи-

мами неотектонического развития, что находит непосредственное отражение в рельефе через соотношение интенсивности тектонических и денудационных процессов. Они во многом определяют морфологические особенности различных типов горного и в какой-то степени равнинного и холмистого рельефа. И в плиоцен-четвертичное время новейшие движения активно формировали рельеф, создавая массивы значительной высоты на месте равнинных платформенных территорий суши и внося существенные изменения в рельеф дна акваторий. На суше, этому есть масса примеров. Наиболее выразительные из них наблюдаются в областях эпиплатформенного горообразования и рифтогенеза, где большинство горных поднятий и впадин являются выраженными в рельефе новейшими структурными формами, либо новообразованными, либо продолжающими развитие более древних структурных форм (чаще мезозойских). Прямых связей с древними складчатыми поясами не прослеживается. Отводя значительную роль новейшим тектоническим движениям в формировании рельефа дна акваторий, Г. Б. Удинцев основными признаками при выделении тектонических систем считает неотектоническое развитие и особенности современной динамики литосферы различных частей океанов; глубоководные желоба тихоокеанской окраины он рассматривает как молодые неотектонические структурные формы.

Кроме активного участия в рельефообразовании, новейшие и современные движения способствуют выявлению различных свойств сложно построенного геологического субстрата, которые по-разному раскрываются в тектонически-мобильных и тектонически-стабильных (относительно) областях; в областях эпиплатформенного и эпигеосинклинального горообразования; в областях молодых и древних платформ и даже в пределах одной структурной формы. Все свойства геологического субстрата, вовлеченного в новейший тектонический процесс и преобразованного экзогенными агентами морфогенеза, прямо или косвенно получают отражение в рельефе.

Новейшие тектонические движения являются при формировании рельефа земной поверхности наиболее ответственными за перемещения масс земной коры; возможно, какое-то влияние на тектонику оказывают и экзогенные факторы. Выявление этой взаимосвязи — одна из задач дальнейших исследований.

Учитывая активную и независимую роль новейших тектонических движений в формировании рельефа, предлагается использовать их как важнейший признак при классификации геоморфологических систем и отдельных их частей, особенно при классификации горной геоморфологической системы. При этом необходимо учитывать характеристики режимов неотектонического развития той или иной территории, среди которых одной из важнейших является соотношение интенсивности тектонических и денудационных процессов.

И еще один важный вопрос — о геоморфологических терминах. Геоморфологическая литература насыщена сложными, иногда трудно воспринимаемыми специальными терминами, часто неоднозначно и вольно трактуемыми разными исследователями. Это приводит к путанице и неправильному пониманию даже предмета исследований. Каждый термин следует употреблять в том смысле, в котором он впервые был введен в научную литературу. Даже если термин устарел, не следует наполнять его новым содержанием. К введению нового термина надо подходить строже, стремясь к тому, чтобы он отражал существо определяемого предмета или явления и, к тому же, благозвучно произносился. Появление, к примеру, таких терминов, как «неороферы», «иликаориды» и т. п., для определения морфоструктур разных рангов не украшает словарь геоморфологических терминов. В этой связи хочется согласиться с В. А. Исаченковым, отметившим, что геоморфологические названия даже в сокращенном варианте вызывают «стрессовую» нагрузку у студентов. Необходимо стандартизация основных понятий и терминов в геоморфологии.

МОРФОСТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВЫРАВНИВАНИЯ

Проблема поверхностей выравнивания относится к одной из важнейших в геоморфологии. Поверхности выравнивания выделены в рельефе всех регионов и континентов, на суше и на дне морей, а также в геосинклинальных и эпигеосинклинальных, платформенных и эпиплатформенных регионах. Каковы условия формирования поверхностей выравнивания, если они могут возникать в столь генетически разнородных структурно-тектонических обстановках? Большинство исследователей считают, что денепленизация рельефа осуществляется при затухании эндогенной активности, при относительной тектонической стабильности и явном преобладании экзогенных процессов над эндогенными [Мещеряков, 1965; Тимофеев, 1979; Наумов, 1981; и др.]. Но так ли это?

Начнем с того, что процесс формирования поверхностей выравнивания — процесс разрушения и выравнивания орогенного рельефа (или части его). Но разрушение орогенов — это уничтожение колоссальных объемов геологических тел, в несколько раз превышающих объемы денудационных срезов гипсометрической разности между горным и равнинным уровнями. Оно может произойти только в условиях и зонах, где деструкция земной коры осуществляется не только экзогенными, но и эндогенными процессами. Подобные условия характерны для рифтогенных зон. Здесь экзо- и эндогенные процессы «работают» не в противоборстве, а согласованно: и те и другие осуществляют разрушение континентальной земной коры. Представляется, что только с этими зонами и надо связывать формирование поверхностей выравнивания, следовательно, поверхности выравнивания нужно рассматривать не как экзогенные, а как экзогенно-эндогенные образования, формирование их связывать не со стабильным, а с активным эндогенным деструктивным режимом.

Представления о таком генезисе и структурной позиции поверхностей выравнивания были высказаны Г. И. Худяковым и Р. И. Никоновой еще в 1975 г. в монографии «Проблемы поверхностей выравнивания горных стран» и в ряде других работ [Худяков, 1977; Худяков, Никонова, 1979; Никонова, 1981; Никонова, Худяков, 1982]. Геологический смысл выравнивания в данном случае будет заключаться в подготовке ложа для осадочных чехлов. В таком аспекте проблема поверхностей выравнивания практически еще не обсуждалась в литературе.

Что же способствует быстрому разрушению рельефа и его выравниванию в зонах растяжения земной коры? Видимо, прежде всего то, что рифтогенные зоны в связи с высокой степенью тектонической раздробленности денудационно ослаблены. Это способствует быстрому экзогенному и вертикальному, и горизонтальному расчленению орогена. Растяжение коры обычно сопровождается ее прогибанием и соответственно эндогенным гипсометрическим понижением поверхности, что является главным фактором, благоприятствующим выравниванию рельефа. Генетическую связь процессов растяжения и прогибания отмечают многие исследователи, доказывая это тем, что в основании всех крупных прогибов и впадин лежат рифтогенные структуры. Так, в осевой части почти всех синеклиз Восточно-Европейской, Сибирской, Южно-Американской, Западно-Сибирской и других платформ обнаружены типичные структуры растяжения — авлакогены.

Латеральному распространению процесса выравнивания способствует расширение во времени рифтогенных прогибов за счет прилегающих областей сноса. Разрастание рифтогенных впадин за счет эндо- и экзогенного разрушения прилегающих хребтов и межвпадинных горных перемычек как особенность их развития отмечали Н. А. Флоренсов [1964а, б], В. П. Солоненко [1968]; А. Ф. Грачев [1977] на примере Байкальской

зоны современного рифтогенеза. Эту особенность можно проиллюстрировать и на примере эволюции рифтовых структур древнего заложения в пределах платформ. Почти все авлакогены по фундаменту плит со временем переродились в синеклизы в результате вовлечения в прогибание склонов обрамляющих их поднятий (а в некоторых случаях и их сводов) в условиях подолгающегося растяжения земной коры. Такой ход развития прогибов платформ (платформенных равнин) описан в ряде работ [Глубинная тектоника..., 1974; Тектоника платформ..., 1981; и др.].

Таким образом, поверхности выравнивания следует рассматривать как показатели рифтогенного состояния земной коры, и все вопросы по проблеме поверхностей выравнивания должны решаться в аспекте генетической связи поверхностей с рифтогенными зонами.

В соответствии с подобными представлениями поверхность выравнивания — это равнинная (или почти равнинная) денудационная поверхность литосферы, образовавшаяся при эндогенно-экзогенном разрушении орогенного сооружения или части его до общего или регионального базисов денудации в условиях растяжения земной коры.

Генетическая связь поверхностей выравнивания с зонами рифтогенеза заставляет по-другому оценивать и их пространственное распространение. Прежде всего их поиск нужно сосредоточить в пределах рифтогенных структурных зон: древних погребенных, эпирифтогенных и молодых формирующихся. Поверхности выравнивания в рифтогенах могут быть локальными, если они формируются в пределах и в обрамлении локальных рифтогенных впадин, краевыми региональными, если они пространственно связаны с линейно вытянутыми узкими регионально протяженными рифтогенными поясами и зонами. В условиях рассеянного (рассредоточенного) растяжения, когда «расползаются» крупные блоки земной коры, формируются не линейные (локальные, краевые региональные), а ареальные поверхности выравнивания — пенеплы [Никонова, Худяков, 1982].

Ареально-региональная поверхность выравнивания (пенеplen) фиксирует платформенное состояние земной коры. Видимо, в пределах платформ наиболее предрасположенными к деструктивным процессам были структуры фундамента плит: именно здесь отмечается большинство из известных в пределах платформ авлакогенов [Тектоника платформ..., 1981]. С поверхностью фундамента плит и следует связывать такие геоморфологические образования, как пенеplen [Никонова, Худяков, 1982].

Процесс выравнивания в рифтогенных зонах распространяется трансгрессивно — от осевой части к периферии. В соответствии с этим следует оценивать и возраст поверхностей выравнивания. Наиболее древние из них (всегда погребенные) будут характерны для центральных частей рифтогенных депрессионных морфоструктур (осевые части ложа осадочного чехла), к их краям они будут моложе, и самые молодые (возможно, экспонированные) будут наблюдаться в обрамлении депрессий. В целом же поверхности выравнивания при этом будут длительно формирующимися образованиями, разновозрастными в разных своих частях, погребаяющимися осадками по мере формирования, т. е. они будут конседиментационными. Коррелятными таким поверхностям выравнивания будут осадочные толщи, формирующиеся синхронно с поверхностями выравнивания и трансгрессивно их перекрывающие. По этим осадкам и следует определять возраст поверхностей выравнивания [Худяков, Никонова, 1975; Никонова, 1981].

Стадия пенеplenизации в процессе разрушения континентальной земной коры является переходной к следующей за ней — плитной. В конечную стадию деструкции континентальной земной коры (если этот процесс непрерывен) на ее месте формируется вторичная субокеаническая, а при экстремальном проявлении рифтогенеза — возможно, и океаническая кора. Эти стадии разрушения континентальной земной коры характеризуются образованием соответствующих им конформных комплексов горных пород с равнинными континентальными и морскими геоморфоло-

гическими поверхностями, фиксированными аккумулятивными телами, залегающими с угловым несогласием на подстилающих бывших орогенных структурно-вещественных комплексах. Примером такого рода образований служат плиты-равнины: Русская, Западно-Сибирская, Амуро-Зейская, Лено-Вилюйская, Охотоморская и др. В связи с одновременностью заложения и развития самих рифтовых систем в разных регионах и в связи с тем, что одновременно в одних регионах может идти становление, а в других разрушение континентальной коры, трудно рассчитывать на возможность выявления каких-либо одновозрастных уровней в глобальном масштабе.

Итак, к обсуждению предлагается вопрос о синрифтогенной природе поверхностей выравнивания. Согласно этому, разрушение орогенов с выравниванием рельефа до базисного уровня происходит в условиях и зонах активного деструктивного (рифтогенного) эндогенеза, эндо- и экзогеоморфогенеза. Рифтогенез и генетически связанное с ним выравнивание рассматриваются как основные процессы, которые осуществляют переход орогенных сооружений в платформенные равнины. Такое представление сложилось на основании морфоструктурного анализа территории Дальнего Востока с позиции концепции геолого-геоморфологической конформности, когда в анализ были вовлечены не только и не столько проблематичные по своему генезису и тем более возрасту обрывки геоморфологических уровней и весьма неполные по разрезу и локально распространенные коррелятивные осадки, но главным образом конформные рельефу структурно-вещественные комплексы, изучение которых необходимо.

Г. В. ОБЕДИЕНТОВА

К ЕДИНСТВУ НАУКИ

Геоморфология — наука о рельефе. Предметом ее изучения является морфология земной поверхности. Подход к изучению определяется как содержанием объекта изучения, так и целью исследования. Эти общие положения должны быть в основе любого метода исследования: структурного, морфоструктурного, морфоклиматического, морфологического, системного, историко-генетического и других.

Однако при любом подходе к познанию предметом изучения остается один объект — рельеф. В многочисленных дискуссиях о содержании и методах геоморфологии незыблемым и общепринятым остается представление о формировании рельефа во взаимодействии (точнее — в противоборстве) противоположно направленных внутренних и внешних сил. Процесс рельефообразования заключается в разрушении (расчленении) поднимающихся участков земной поверхности и в заполнении сносимых продуктами разрушения погружающихся участков.

Против общепринятой оценки противоборствующих внутренних и внешних сил выступил А. П. Рождественский, заявивший, что на некоторых этапах развития наблюдается «согласованность во взаимодействии внешних и внутренних факторов морфогенеза» [1982, с. 92]. С подобным утверждением нельзя согласиться. Если в период активизации поднятия за счет эрозионного расчленения увеличиваются относительные высоты, это свидетельствует лишь об относительно меньшей интенсивности внешних сил, которые не смогли уничтожить поднятие. При ином соотношении сил интенсивный размыв приводит к снижению размываемой поверхности вплоть до полной нивелировки горного рельефа. Об этом свидетельствует выравнивание горных систем герцинского возраста.

Познание, изучение рельефа выражается весьма простой формулой: «что» — «как». При всем многообразии содержания «что» (морфологии) «как» (процесс создания формы рельефа) познается путем анализа воздействия эндо- и экзогенных процессов, т. е. путем геоморфологического анализа.

В последние годы возросла тенденция дробления, дифференциации единой науки. А. П. Дедков, Г. П. Бутаков и В. И. Мозжерин [1982] утверждают, что дифференциация единой геоморфологии отражает качественные изменения в наших представлениях о рельефообразующей роли климата. Считая, что нагрузка рек и направление их работы определяются склоновыми процессами, зависящими от климата, авторы известный постулат «тектоника — реки — склоны» дополняют новой схемой: «климат — выветривание — склоны — реки». Причина и следствие в этой схеме поменялись местами. На самом деле: если нагрузка рек может определяться склоновыми процессами, то уж никак нельзя сказать, что склоновые процессы определяют направление работы рек. Кроме того, не только возникновение склонов, но в какой-то степени и интенсивность выветривания определяются тектоникой. При многообразии внешних сил само наименование ветви геоморфологии — климатическая — представляется не вполне удачным. Экзогенные процессы — понятие более широкое. Важность изучения внешних факторов рельефообразования подчеркнул в своих работах Д. А. Тимофеев. Изучение их возможно лишь совместно с эндогенными факторами.

Обоснованно изложив причины выделения другой ветви науки — структурной геоморфологии, Н. А. Флоренсов делает вывод, что «структурная геоморфология... связана с познанием специфических морфологических свойств самих этих структур» [1978а, с. 22]. И далее: «структурное и климатическое направления в геоморфологии способны объяснить пути и средства возникновения тех или иных форм рельефа в принципе только совместно, но в конкретных условиях: чаще необходим **неодинаковый вклад** (везде подчеркнуто автором статьи. — Г. О.) этих двух направлений в познание региональных геоморфологических объектов» [там же, с. 20].

Размер «вклада» этих двух методических направлений геоморфологии — структурного и климатического — зависит от объекта исследований (например, горная система, русловая гряда), неодинаковый вклад подразумевает обязательное сочетание в исследованиях структурного и климатического методов. Структурное направление как в теоретическом, так и в практическом отношении трудно переоценить. Его можно назвать ведущим в геоморфологии. И все-таки оно, как и другие направления, относится к категории методов.

Наиболее распространенным методом в настоящее время, пожалуй, является морфоструктурный анализ. Как это ни парадоксально, но именно в силу широкого признания этот метод утратил четкость, и понятия «морфоструктура» и «морфоскульптура» трактуются по-разному. Ю. А. Мещеряков в своем основном труде называет морфоструктурой «комплексы форм рельефа и геологической структуры, исторически связанные в единое целое общностью условий развития», считая, что «анализ морфоструктур — основной путь изучения взаимосвязи рельефа и тектоники» [Мещеряков, 1965, с. 17, 18]. Ю. А. Мещеряков предложил ряд методов, применяемых в морфоструктурном анализе. Позднее исследователи пошли по линии упрощения термина.

Как тектонические структуры, выраженные в рельефе, определяют морфоструктуры Ю. А. Мещеряков и С. С. Коржуев. Морфоструктуры характеризуются как «крупные формы рельефа, которые возникают в результате исторически развивающегося противоречивого взаимодействия эндогенных и экзогенных факторов при ведущей... роли эндогенного фактора» [Мещеряков, Коржуев, 1967]. И наконец, в работах И. П. Герасимова [1978], А. А. Асеева и Н. С. Благоволина [1981] мы видим возврат к первоначальному определению И. П. Герасимова «морфоструктура —

форма рельефа, созданная тектоническими движениями земной коры в их взаимодействии с процессами денудации и аккумуляции».

Развитие идеи морфоструктурного анализа совершило замкнутый круг. Д. А. Тимофеев [1981] справедливо отмечает, что определения, данные понятию «морфоструктура» его создателями, не вполне корректны, так как термин «морфоструктура» подменяет термин «рельеф». Он может употребляться как синоним термина «рельеф» и легко заменяется выражением «крупная форма рельефа». Удобную форму употребления слова предложил О. К. Чедия: среди многообразия геологических структур он выделяет морфоструктуры как новейшие структурные формы, выраженные в рельефе. А. И. Горшков с соавторами называют морфоструктурами «линементы и узлы» [1982, с. 43].

Менее приемлем термин «морфоскульптура». «Скульптура» подразумевает отделку, отшлифовку формы тела или поверхности, т. е. в геоморфологии она может относиться к денудационным формам. Выражение «ледниковый аккумулятивный рельеф» дает зримый образ, более точное представление о форме рельефа, чем выражение «ледниковая морфоскульптура».

Наличие множества ответвлений в единой и — это уже установлено — самостоятельной науке, отпочковавшейся от геологии (Я. С. Эдельштейн) и географии (И. С. Щукин), создает некоторого рода опасность вступления ее в критическое состояние. Но на данном этапе в геоморфологии кризиса нет. Происходит нормальное развитие науки. Со времени самоопределения и четких формулировок, данных в начале тридцатых годов Я. С. Эдельштейном, геоморфология претерпела бурное движение вперед, теряя и обретая в пути представление о процессах, расширяя методы и регионы исследований и в пути ставя перед собой практические задачи.

Кстати, еще об одной ветви геоморфологии — прикладной геоморфологии. Представляется, что это название употребимо, быть может, лишь в лекциях для студентов. Геоморфология — наука практическая. Используются ли ее данные непосредственно, например при строительных или поисковых работах, или посредством научных заключений, необходимых другим отраслям знаний, — практическое (но не прикладное) ее значение очевидно.

Работникам смежных наук, в первую очередь геологам и биологам разного профиля, необходимы четкость и простота изложения, без излишней специальной терминологии. Наличие «ответвлений» в науке опасно не само по себе, но более всего тем, что каждая «ветвь» приносит прежде всего обилие новых терминов, которые не столько объясняют содержание объекта исследований, сколько засоряют русский язык. Скоро «равнинники» перестанут понимать язык исследователей горных стран или русловых процессов, и наоборот. Кроме того, рельеф всегда изучается как часть единого природного комплекса. Рядом с доступной для понимания характеристикой растительности или климата должна быть столь же краткая и четкая характеристика рельефа.

Теоретические построения, соответствующие объекту исследований, возникают в результате завершения исследований. Первым этапом их всегда была полевая работа. Результат исследований часто определяется способностью исследователя «прочсть» рельеф. «Прочтение» рельефа в поле уже дает возможность ощутить его генезис. Сам рельеф, морфология земной поверхности, расскажет о своем генезисе, о связи с геологической структурой, о направлении эндо- и экзогенных процессов и подскажет путь геоморфологического анализа. Теория науки, основанная на полевых исследованиях, четкая терминология — вот залог единства геоморфологии.

Итак, объект изучения один: рельеф земной поверхности. Методы различны и зависят от региона, характеризуемого сочетанием морфологического облика, геологического строения, тектонического режима, географических (включая климатические) условий. Один объект — одна наука, со всеми ветвями.

Положения, высказанные в процессе дискуссии по теоретическим проблемам, необходимо привести в простую и стройную систему геоморфологической теории. Что это будет — толковый словарь или книга ведущих ученых?

С. С. ОСАДЧИЙ

ДИНАМИЧЕСКИ ОДНОРОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЛЬЕФА

При геоморфологических исследованиях всегда возникает необходимость синтеза сведений о рельефе и картографического их выражения. В сущности, составление любой геоморфологической карты общего назначения требует такого синтеза. При этом состояние геоморфологической теории, разработанность методов и сложность объекта исследований при прочих равных условиях определяют качество синтеза, системность подхода.

Один из путей подобного синтеза в геоморфологии, на наш взгляд, — теоретическое обоснование, выделение и, в конечном счете, картирование динамически однородных поверхностей (ДОП). Принцип выделения ДОП может базироваться на использовании четырехмерной характеристики рельефа: традиционной геоморфологической триады (морфология, генезис, возраст) и динамической составляющей (интенсивность процессов, баланс вещества). Эти четыре характеристики рельефа предлагается назвать геоморфологической квартадой или квадригой (термин Д. А. Тимофеева).

Как известно, геоморфологическая триада охватывает основные характеристики рельефа в целом или отдельных его форм, но динамическая составляющая оказывается неучтенной или учтенной (в генезисе) частично. Это вызывает необходимость параллельного изучения динамики рельефа. Динамика рельефа, особенно преобразующих его современных эндо- и экзогенных процессов, является одним из важнейших показателей состояния среды. Она проявляется в разных формах изменения: катастрофических, быстрых, замедленных и медленных (по интенсивности), обратимых и необратимых (по направленности). Между процессами изменения, их результатами всегда существуют тесные морфологические и генетико-возрастные связи, что и дает возможность качественной оценки динамического состояния того или иного участка поверхности путем комплексного (или системного) изучения рельефа (морфологии, генезиса, возраста, динамики процессов). Наблюдения показывают, что динамика и интенсивность развития процессов проявляется однотипно чаще всего на элементарных морфологически и генетически однородных поверхностях (склоны, уступы, днища речных долин и впадин, водораздельные поверхности и т. п.); их в связи с этим и можно назвать элементарными ДОП. Иными словами, элементарные ДОП представляют собой грани рельефа, на которых проявляются однотипные процессы. Однако совпадение генетически и динамически однородных поверхностей наблюдается не всегда. Именно поэтому они не тождественны. Вероятно, следует иметь в виду по меньшей мере три случая соотношения генетически и динамически однородных поверхностей: 1) поверхности совпадают, 2) на одной генетически однородной поверхности развиваются две или более ДОП, 3) одна ДОП объединяет (преобразует) две или более генетически однородные поверхности.

Динамическая составляющая выражает потенциальную и фактическую возможность реализации вещества верхних горизонтов земной коры в рельеф через действие эндо- и экзогенных процессов (Н. А. Флоренсов). Поскольку формационный анализ требует совместного рассмотрения фор-

мы, субстрата и процесса, любая ДОП может быть представлена в качестве систематической единицы геоморфологической формации Н. А. Флоренсова. Далее, «приуроченность» однотипных процессов главным образом к генетически однородным граням рельефа указывает на немислимость выделения ДОП вне рамок геометрического подхода в геоморфологии.

Наконец, с позиций системного подхода, сама сущность которого вытекает из анализа — синтеза рельефа в четырех его измерениях, требуется обоснование объекта, поддававшегося бы непосредственному изучению, систематизации, картированию. В качестве такого объекта предлагается ДОП.

Синтез разнообразных представлений о самых общих закономерностях экзогенного рельефообразования (снижение рельефа сверху, педиментация, развитие на литологически неоднородном субстрате и в условиях различной тектонической напряженности) позволяет выявить некоторый универсальный механизм взаимодействия эндогенных (предопределяющих) и экзогенных (преобразующих) процессов. Эта универсальность (кроме известного стремления экзогенных процессов сивелировать тектонические формы) выражается прежде всего в том, что процессы преобразования рельефа проявляются при прочих равных условиях медленнее на пологих и горизонтальных поверхностях и быстрее на крутых, независимо от того, представляют эти поверхности элементарный склон или поверхности высшего ранга, объемлемые гипсографической кривой Земли. При этом морфологический эффект преобразования поверхностей не всегда прямо соотносится со скоростями процессов. Так или иначе характер и степень преобразования тектонического рельефа экзогенными процессами определяются механикой и интенсивностью литодинамических потоков от элементарных до глобальных (Н. А. Флоренсов). По-видимому, отмеченные выше группы процессов можно представить в виде своеобразного круговорота, в котором четыре составляющие (вертикальное снижение, педиментация, экспонирование субстрата и направленность экзогенных процессов) рождают пятую — общую направленность снижения ДОП, их реккурентность (сохранение подобия), историчность. Поэтому, имея в виду то, что рельеф Земли есть сочетание ступенчатых поверхностей разного порядка (от элементарных до глобальных), можно сказать, что ДОП как понятие и объект глубоко иерархична и полимасштабна (при обосновании и картировании соответственно), т. е. подобна в этом смысле другим понятиям и объектам в геоморфологии и прочих науках о Земле.

Существенные различия между генетическим (аналитическим) и морфогенетическим методами, с одной стороны, и геоморфолого-формационным (или, в более широком смысле, системным) — с другой, заключаются, как известно, в том, что первые базируются в основном на отражении геоморфологической триады, в то время как второй, по выражению Н. А. Флоренсова, немислим без отражения пластики рельефа, его резьбы и лепки, т. е. в общем случае — динамичности процессов. Это, кроме сказанного выше, исключает возможность полного отождествления генетически однородных поверхностей и ДОП.

Попытки построения карт ДОП на отдельные участки горных территорий Прибайкалья и Забайкалья показывают, что картирование ДОП — очень трудная, но вполне разрешимая задача. Трудности заключаются, прежде всего, в самом постановочном характере подхода, неразработанности терминологии, слабой изученности динамики рельефа и интенсивности процессов. Вместе с тем на некоторых территориях, особенно контрастных по гипсометрии, даже при качественной оценке интенсивности процессов вполне отчетливо выявляются новые особенности строения и динамики рельефа. Вырисовывается несколько уровней (ярусов) с преобладанием определенных комплексов форм и процессов, зоны неотектонических разломов в коренном субстрате, площади с предполагаемым отрицательным, равновесным и положительным балансом пород рыхлого пласта, генезис форм и отложений. Читается общая объемность (морфо-

структурность), геометричность, динамизм рельефа и т. п. Все это говорит о том, что ДОП могут быть объектом комплексного (или системного) геоморфологического картирования.

Э. Т. ПАЛИЕНКО, В. В. СТЕЦЮК

О НАУЧНОМ СТАТУСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОМОРФОЛОГИИ

В последние годы расширение диапазона геоморфологических исследований в значительной мере обусловлено становлением нового научного направления — инженерной геоморфологии. Это связано преимущественно с разработкой теоретических основ рационального природопользования. Инженерная геоморфология представляет собой новую науку, изучающую возможности использования теоретических основ и методов геоморфологии в решении народнохозяйственных задач, разрабатывающую инженерно-геоморфологические методы оценки условий, характера и состояния земной поверхности для рационального природопользования.

Определение инженерной геоморфологии как научного направления, а тем более в качестве науки, вызывает ряд замечаний. Например, инженерную геоморфологию считают одной из составных частей инженерной геологии; рельеф рассматривается как один из компонентов земной коры, изучаемой и оцениваемой в связи с инженерной деятельностью в комплексе инженерно-геологических исследований и т. д. Однако опыт показывает, что многие аспекты общего и целевого анализа рельефа и современных рельефообразующих процессов значительно выходят за рамки, например, геодинамики, изучающей, как известно, исключительно современные инженерно-геологические процессы и явления.

Следует учесть, что исследование рельефа в инженерных целях должно быть прерогативой специалистов, изучающих рельеф, т. е. геоморфологов. Так же, как и другие компоненты природной среды (геологический субстрат, климат, поверхностные и подземные воды, ландшафты и т. д.), рельеф в этой связи должен изучаться специальными методами, после чего инженерная оценка рельефа может быть включена в любую отрасль знаний, в том числе в инженерную географию, инженерную геологию.

Следовательно, назрела необходимость сформулировать позиции в определении научного статуса инженерной геоморфологии, ее методологических основ, методических приемов общего и специального характера.

В методологическом аспекте отметим, что трактовка инженерной геоморфологии в качестве составной части инженерной геологии ставит ее в философскую категорию «обыденного знания», а попытка придать ей статус самостоятельной науки представляет инженерную геоморфологию как «научное знание». Прежде чем перейти к формулировкам качественных отличий между этими двумя категориями, вспомним, что любая наука возникает из обыденного знания. Как отмечает Ю. Г. Симонов, первые шаги инженерная геоморфология делала в рамках инженерной геологии, являясь скорее методом, нежели научным направлением [Симонов, 1979]. Это своего рода первый методологический этап становления инженерной геоморфологии, этап преемственности между знанием обыденным (инженерная геоморфология в рамках инженерной геологии) и знанием научным (инженерная геоморфология — новая наука).

Есть ли в настоящее время основания считать инженерную геоморфологию сложившейся наукой? Ответ на этот вопрос содержится в характеристике инженерной геоморфологии по определенным канонам, отражающим методологические предпосылки ее как науки.

1. Инженерная геоморфология не ограничивается нахождением новых данных и результатов изучения рельефа, современных рельефообра-

зующих процессов в инженерных целях. Она стремится объяснить важнейшие стороны и свойства рельефа земной поверхности и причины, его изменяющие, с помощью определенных гипотез, законов, теорий. Важнейшим теоретическим положением инженерной геоморфологии является положение о взаимодействии природных (географических) компонентов (геологического субстрата, поверхностных и подземных вод, метеоклиматических условий и др.) и рельефа, о влиянии этого взаимодействия на хозяйственную деятельность. Отсюда логически вытекает возможность инженерной оценки рельефа как результата указанного взаимодействия.

Над объяснением важнейших сторон и свойств рельефа «работают» в настоящее время различные теории: воздействия антропогенных факторов на земную поверхность и вызываемых ими рельефообразующих процессов; современных экзогенных рельефообразующих процессов; формирования склоновых и междуречных пространств, их защиты и выработки мер по приданию им устойчивости, других необходимых для хозяйственного использования качеств.

2. Как любая развивающаяся наука, инженерная геоморфология создает собственный методологический аппарат. Сюда следует отнести указанные выше теории образования и формирования склонов и междуречных пространств, их защиты, создаваемое новое инженерное понятие «геометризация» рельефа, утверждающийся процесс выделения «генетически однородных поверхностей», положение о предопределенности хозяйственной деятельности морфологией и устойчивостью рельефа, зависимостью размещения инженерных сооружений от данных характеристик. В инженерной геоморфологии в настоящее время в своих общих чертах сформулировано научно-практическое положение о единстве функционирования процессов рельефообразования и осадконакопления, понятие о их цикличности, унаследованности или неунаследованности на этапе интенсивной хозяйственной деятельности. Разрабатываются гипотезы прогноза функционирования динамической системы «рельефообразование — осадконакопление» в связи с сооружением и эксплуатацией инженерных объектов, обретает в геоморфологических исследованиях силу системный анализ геоморфологических процессов.

3. Отличительная черта процесса инженерно-геоморфологического изучения различных свойств и сторон рельефа, характеризующая инженерную геоморфологию как науку, — раскрытие сущности исследуемых явлений, для чего вводятся определенные абстракции и идеализации, применяются общенаучные гипотезы и теории. Так, для прогнозирования изменения рельефа инженерной геоморфологией успешно использована концепция унаследованности современного рельефа от древнего — актуалистическая идеализация общей теории эволюции рельефа. Для установления направленности и интенсивности протекания отдельных рельефообразующих процессов используются абстрактно-дедуктивные модели, позволяющие создавать на их основе более объективные модели (физические, математические и др.).

4. Инженерную геоморфологию характеризует в настоящее время наличие общих и специальных методов исследования, определяющих стратегию и тактику инженерно-геоморфологического изучения земной поверхности.

В числе общих методов доминирующее значение имеют сравнительно-геоморфологический метод, метод регионального геоморфологического анализа, анализа факторов морфогенеза и их геоморфологического выражения для конкретных видов хозяйственной деятельности, в своей основе опирающиеся на такие общенаучные методы, как системный, генетический и географический.

Специальные методы инженерно-геоморфологических исследований включают разнообразное количество частных методов и методических приемов, заимствованных из других отраслей знаний о Земле, но определенным образом избирательно «выпяченных» в связи с конкретными задачами народного хозяйства.

5. В качестве одного из доказательств эволюции инженерной геоморфологии на современном этапе следует указать ее подчиненность на ранних этапах развития решению непосредственных, узконаправленных задач: расчету устойчивости склонов, вписыванию инженерных объектов в рельеф, учету геоморфологии рельефа для различных видов хозяйственной деятельности и т. д. Вследствие этого инженерная геоморфология как часть инженерной геологии не была использована многими народнохозяйственными отраслями, так как не используя весь комплекс географических знаний, не могли создавать такие абстрактные модели и теории, с помощью которых познавались бы глубокие внутренние особенности и закономерности геоморфологических явлений, необходимых для учета при инженерной деятельности.

6. Наконец, инженерная геоморфология как наука от научного направления отличается тем, что применяет и разрабатывает специальные и общие методы познания, опирающиеся на открытые ею же закономерности.

На основе изложенных соображений можно точнее сформулировать практическое значение идей инженерной геоморфологии для решения многих проблем рационального природопользования, а это подтверждает необходимость рассмотрения инженерной геоморфологии как новой самостоятельной науки в системе наук о Земле.

В. С. ПОРЯДИН

О СИСТЕМНОМ ПОДХОДЕ В МОРФОСТРУКТУРНОМ АНАЛИЗЕ

До сих пор морфоструктурное и системное направления в геоморфологии развивались изолированно друг от друга. И это странно. Ведь в конечном счете морфоструктура — это типичная геосистема, состоящая из двух подсистем: рельефа R и геологической структуры G . Причина такого положения скрыта в еще недостаточной подготовленности морфоструктурного и системного анализов к плодотворному сотрудничеству из-за слабой формализации понятийного аппарата геоморфологии.

В последнее время появился ряд интересных работ о применении системного подхода к геоморфологическим объектам и процессам и возможностях приложения к ним теории информации и автоматизации регулирования. Однако в большинстве случаев это только первые подступы к проблеме. Не используется самое главное в системном анализе — математическое моделирование. Мало говорить о рельефе или морфоструктуре как системах — надо дать их формальные модели, оценить адекватность и устойчивость последних. Мало говорить об информационных процессах в рельефообразовании — надо охарактеризовать их количественно. Когда же возникает речь о регулировании, необходимо установить его законы, оценить эффективность, найти временные и частотные характеристики процесса.

Ключ к этому — в широком использовании современного математического аппарата. Одним из перспективных путей в геоморфологической теории является формализация ее понятий на базе теории вероятностей и системного анализа. По аналогии со статистической физикой это направление можно назвать статистической геоморфологией. Рассмотрим его основные принципы.

1. Рельеф R земной поверхности в силу многофакторности развития и сложности строения можно рассматривать как случайную динамиче-

скую систему. То же можно сказать о геологической структуре G . Их пересечение и образует систему «Морфоструктура» (в широком смысле).

2. В качестве модели R можно рассматривать адекватную ему поверхность в трехмерном евклидовом пространстве. Моделью G может являться множество поверхностей выбранных каким-либо образом маркирующих горизонтов. Тогда моделью морфоструктуры (R, G) будет система всех этих поверхностей.

3. Любая из поверхностей может быть охарактеризована некоторой случайной величиной, например высотой над уровнем моря H , что позволяет перейти к построению количественных математических моделей R и (R, G) в статике. Так, моделью рельефа могут служить функция плотности распределения высоты и ее числовые характеристики, главные из которых — математическое ожидание (средняя высота), дисперсия (расчлененность), асимметрия, эксцесс и др. В качестве модели морфоструктуры выступают плотность совместного распределения высот рельефа и маркирующих горизонтов S_i ($i = 1, n$) и его характеристики: вектор математических ожиданий и корреляционная матрица, моделирующая тесноту связи между каждой из входящих в морфоструктуру поверхностей. Такой подход позволяет, кроме того, получить информационные характеристики рельефа и морфоструктуры через энтропию по Шеннону.

4. В качестве кинетической модели процесса рельефообразования можно рассматривать случайную функцию времени $H(t)$, характеристики которой — математическое ожидание, дисперсия и корреляционная функция — описывают соответственно изменение во времени средней высоты, расчлененности и наследственности рельефа. Взаимная корреляционная функция $R_{HS_i}(t)$ характеризует изменение морфоструктуры.

5. Простейшей динамической моделью рельефообразования может служить, например, стохастическое дифференциальное уравнение:

$$\dot{H} = -AH + V(t), \quad (1)$$

где \dot{H} — скорость изменения высоты рельефа, A — коэффициент экзогенных воздействий (КЭВ), $V(t)$ — случайная функция скорости тектонических движений. Решение этого уравнения при заданных начальных условиях и $V(t)$ дает вид функции $H(t)$ и ее характеристики. Динамическая модель геологической структуры проще:

$$\dot{S}_i = V(t). \quad (2)$$

Совместное решение уравнений (1) и (2) дает возможность получить вид функции $R_{HS_i}(t)$.

6. Рельефообразование (1) допустимо рассматривать как процесс природного автоматического регулирования. При этом регулируемым объектом является земная поверхность; регулируемой величиной — ее высота; законом регулирования — максимальное приближение последней к уровню базиса денудации; возмущающими воздействиями — тектонические движения, космические факторы, деятельность человека; регулирующими — силы гравитации Земли, в условиях которой агенты атмо- и гидросферы выполняют роль усилителей. Геофизические поля в системе автоматического регулирования (САР) «Рельеф» выполняют функцию контуров обратной связи. Наличие последних обеспечивает функционирование системы на принципе стохастического регулирования по отклонению.

Предлагаемый подход позволяет формализовать основные понятия геоморфологической теории, перевести ее на рельсы математического моделирования и, следовательно, дает возможность широкого использования геоморфологами математических методов и ЭВМ. Он представляется весьма перспективным и для корректной постановки и решения практических задач анализа и синтеза (в процессе хозяйственной деятельности) геоморфологических систем, их диагноза и прогноза.

Вместе с тем применение математических методов имеет свои ограничения, связанные с определенной потерей информации при переходе от реальных объектов к моделям и обратно. Заметим, что некоторые из предлагаемых построений далеко не бесспорны: рассмотрение рельефа в качестве САР наталкивается на такие трудности, как отсутствие четких границей между ее функциональными элементами, неотделимость информационных процессов от масс-энергетических, неоднозначность в определении целей ее функционирования.

Конкретное использование динамических моделей рельефо- и морфо-структурообразования также сопряжено с рядом трудностей. К ним относится неопределенность \bar{C} КЭВ, который выступает в модели в качестве некоторой фундаментальной постоянной, что требует серьезных доказательств. Для решения ретроспективных и прогнозных задач морфоструктурного анализа необходимо знать характер прошлых и будущих тектонических движений, что, как известно, может иметь лишь приблизительную оценку.

Тем не менее необходимо признать, что дальнейшее развитие геоморфологической теории без использования математического моделирования и системного анализа немислимо.

Р. О. РАДКЕВИЧ

К ПРОБЛЕМЕ ОБОБЩЕНИЯ МОРФОСТРУКТУРНЫХ ЗАКОНОВ И РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ МОРФОСТРУКТУРНОЙ ДИНАМИКИ

У термина «морфоструктура» — большое будущее, так как он нацеливает на исследование единства таких всеобщих свойств материальных объектов, как форма и содержание. Морфоструктуру можно рассматривать как организацию системы пространственно-временного континуума в процессе динамического равновесия, соответственно выделяя морфоструктурные объекты, типы, классы и т. д. Однако именно в силу своей всеобщности термин не может быть отнесен только к одной науке, и можно различать гео-, и биоморфоструктуры и прочие и выделять типы эндо-эндогенные, экзо-экзогенные и экзоэндогенные. Эволюция морфоструктур — это и эволюция их динамического равновесия.

Морфоструктурное направление в науке плодотворно во всех отношениях: оно уже сейчас имеет высокую практическую значимость при самых широких обобщениях, например при рациональной классификации самих естественных наук.

Опыт показывает, что главной гносеологической задачей открытия закономерностей природы является выяснение генетических и причинных связей с предельным свертыванием полученной информации об этих связях в математической форме, с тем чтобы эти законы могли служить для последующих исследователей готовым эффективным инструментом познания, освобождая их от необходимости выведения этих же законов вновь в каждом конкретном случае. Именно этим и определяются высокая значимость и практичность теоретических законов.

Если бы существовали некоторая, пусть даже очень простая, всеобобщающая формула или модель и соответствующая, пусть даже весьма сложная или «блоково-ветвящаяся», схема вариантов ее трансформации с выведением известных более частных законов природы, это в корне упростило бы и сделало эффективнее всю систему научных знаний и ее преподавание.

Автору представляется, что в основу подобного обобщения должны быть положены такие всеобщие свойства, как количество и размер (или

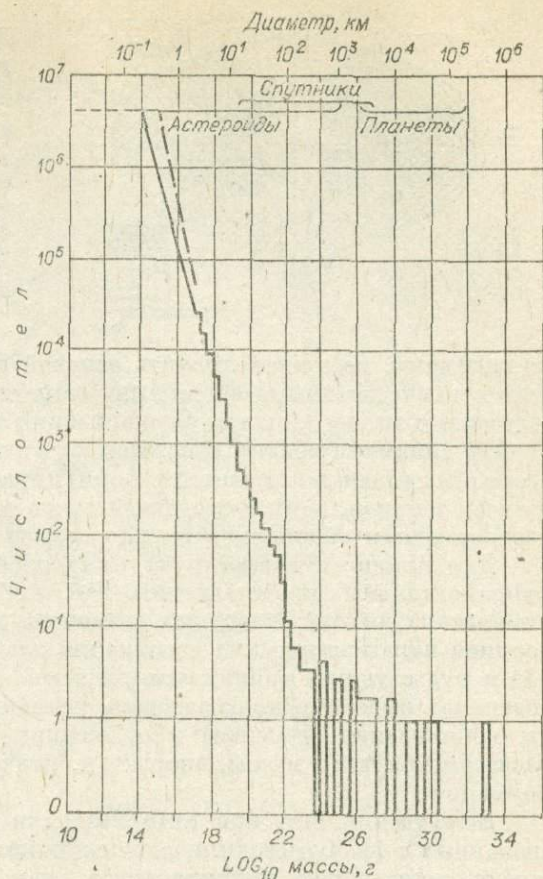
Рис. 1. Диаграмма концентрации — рассеяния естественных космических тел Солнечной системы [по У. К. Хартманну, 1978]. Штриховой линией показан эффект учета комет.

масса) морфоструктурных объектов в природных совокупностях. Закон взаимосвязи этих всеобщих свойств находит свое подтверждение и в случае совокупности естественных космических тел Солнечной системы (рис. 1).

В создании всеобщей системы знаний выделяется фундаментальное понятие о генетическом ряде мировых классов морфоструктур, отвечающих уровням организации материи и уровням ее энергии. В понятии «размер» объекта уже заключена информация об основных чертах его морфоструктуры. Поскольку конкретные естественные науки есть отражение природных совокупностей морфоструктурных объектов и свойственных им явлений,

составляющих предмет этих наук, то и единая классификация морфоструктурных объектов представляет собой основу сколько угодно подробной, но единой рациональной классификации естественных наук или системы естествознания. Графические формы такой классификации могут быть различными — дву-, трех- и многомерными, но общее для всех форм — ранжированный (по размеру или массе) ряд морфоструктурных классов природных объектов. Так, классификация естественных наук может быть представлена в виде секторной диаграммы, величина радиуса которой в логарифмическом масштабе представляет средний размер (или массу) соответствующих морфоструктурных объектов в классах последовательного ряда, а каждый из трех секторов, отвечающих космологии, геологии и биологии, в свою очередь подразделен (несколько условно) на подсекторы — физический, физико-химический и химический, а подсекторы — на теоретические и прикладные науки. При числе мировых классов морфоструктур, принятом, например, равным 29, количество естественных наук равно 522. Философия, очевидно, охватывает все диаграммное поле.

Классификация естественных наук может быть представлена и в объемной форме, например, в виде последовательного ряда «чехок», отвечающих соответствующим мировым классам морфоструктур. По оси этого ряда отложен тот же параметр, что и в предыдущем варианте, а по радиусу — время T . Модель структуры парадигмы отдельной науки в разрезе вдоль оси ряда схематически показана на рис. 2. Детали этой структуры могут быть отражены в сечениях, перпендикулярных оси. Возможны также и ветвящиеся формы модели. Классификация естественных наук на единой морфоструктурной основе позволяет не только более четко их разграничивать, но и намечать еще не существующие области знания. В то же время представление о мировом ряде классов морфоструктур,



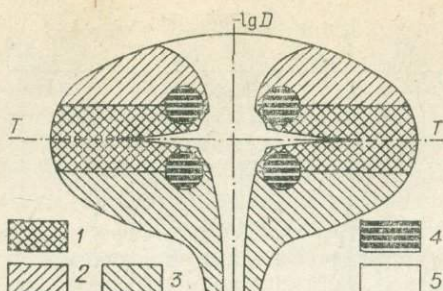


Рис. 2. Модель структуры парадигмы естественной науки в разрезе вдоль оси классификационного ряда. 1 — теоретическая составляющая; 2, 3 — ее части, связанные с соседними науками ряда; 4 — инженерно-прикладная составляющая; 5 — многослойная составляющая, связанная со всеми науками.

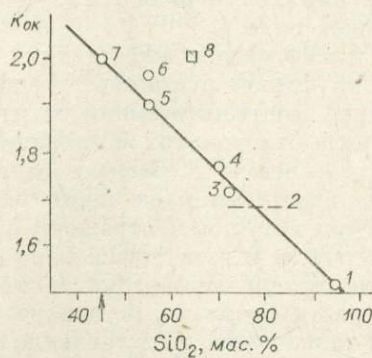
по-видимому, не может служить основой классификации наук, имеющих дело с искусственными системами (теоретическая математика и др.). Естественные науки в плане формализации знаний на основе морфоструктурной динамики значительно отстают от прочих; поэтому одна из первоочередных задач заключается в формулировке и сведении в единую систему всех законов, лемм и следствий, даже если последние, порознь взятые, расцениваются специалистами как самоочевидные и известные.

Для широких морфоструктурных обобщений необходимо и развитие фундаментальных представлений. Так, в области геохимии понятие о геохимических циклах отдельных элементов должно быть объединено с концепцией парагенетических ассоциаций элементов, минералов, горных пород и руд с учетом данных исторической геологии и геоморфологии. Это позволяет выделять и исследовать реальные физико-геохимические циклы мобилизации, переноса и отложения вещества с соответствующими расчетами баланса массы, энергии и, подчеркнем, морфоструктурной информации.

Естественно, что при интерпретации процессов осадкообразования, связанных с физико-геохимическим циклом, необходимо выявлять и учитывать такие общие закономерности, как, например, обратная пропорциональность коэффициента окатанности галечного материала и содержания кремнекислоты в исходных породах (рис. 3). Подобным рядом окатанности, из которого вследствие легкой выкрашиваемости кварцевых зерен выпадают гранитоиды (парадокс гранитной гальки), определяется степень продуцирования пелитов галькой разного состава. По существу, на представлениях о физико-геохимических циклах движения вещества уже давно стоит теоретическая геоморфология [Григорьев, 1956; Кашменская, 1982; и др.]. Важное значение для понимания и использования физико-геохимических циклов, а также центральной проблемы геологии — рудогенеза — имеют исследования процессов образования и развития эффективных концентраторов рудного вещества — шельфов, т. е. процессов шельфогенеза. Шельфы как морфоструктуры столь же вечны, сколь и океаны, а общая протяженность современного мирового шельфа — поистине космическая и равна расстоянию между Землей и Луной (около 380 тыс. км). Шельф — самая протяженная морфоструктура нашей пла-

Рис. 3. Обратная корреляционная зависимость средневзвешенного коэффициента окатанности $K_{ок}$ средней гальки (5273 гальки) от содержания кремнекислоты в горных породах соответствующих типов.

Цифры на рисунке: 1 — кварц и окварцованные породы; 2 — метаморфические; 3 — кислые эффузивные; 4 — осадочные; 5 — средние и основные эффузивные; 6 — средние и основные интрузивные; 7 — ультраосновные; 8 — гранитоидные; стрелкой отмечен состав земных протобазальтов типа лунных. Охотоморской регион [Радзевич, 1982].



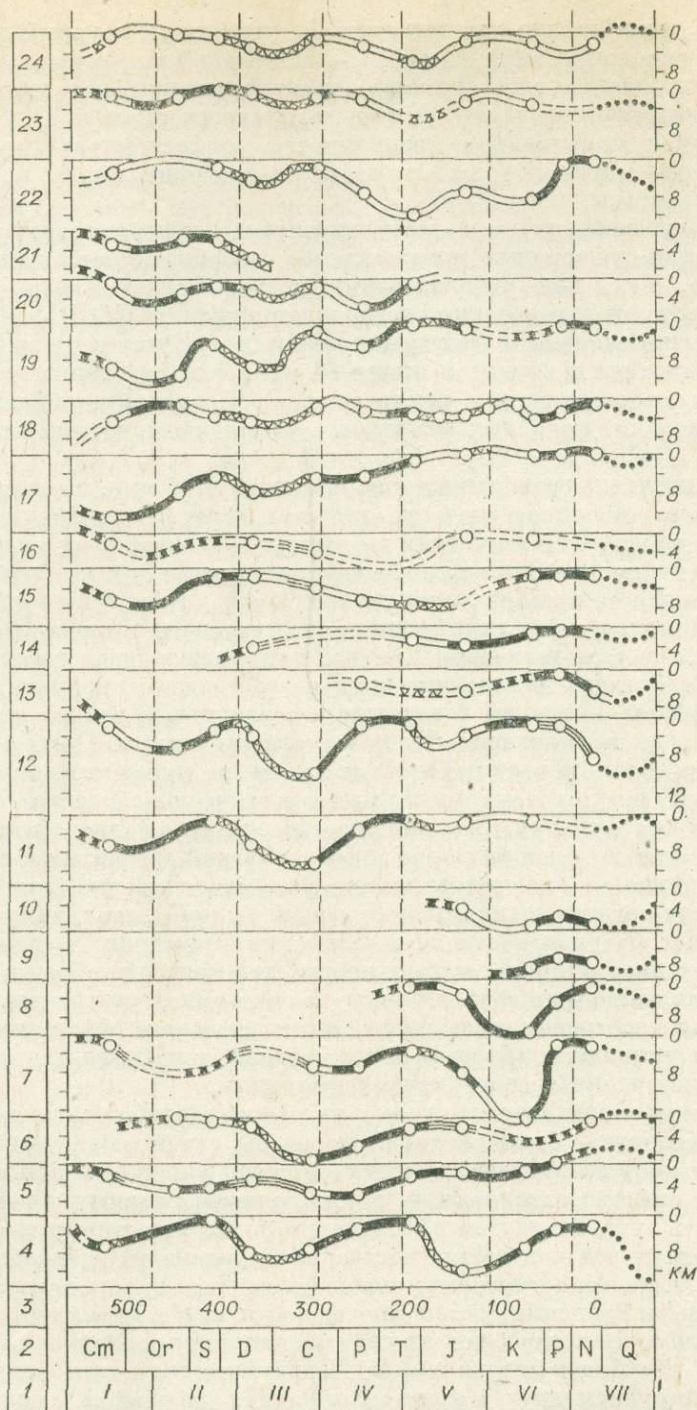


Рис. 4. Главные эталонные типы вертикальных тектонических колебаний геосинклинальных и платформенных сооружений в фанерозе на территории СССР: Кавказа (черное) и Русской платформы (белое); синхронность их колебаний в нечетные этапы (зигзаг) и асинхронность — в четные, с ориентировочным прогнозом движений (пунктир) текущего геотектонического этапа по данным метода максимальных мощностей осадочных толщ.

Цифры по вертикали: 1 — этапы; 2 — геологические периоды; 3 — геохронологическая шкала, млн. лет; 4—24 — регионы: 4 — Кавказ, 5 — Урал, 6 — Памир, 7 — Сихота-Алиньский пояс, 8 — Корякско-Камчатская зона, 9 — Камчатка, 10 — Восточно-Сахалинская зона, 11 — Донбасс, 12 — Тянь-Шань, 13 — Скифско-Туранская плита, 14 — Монголо-Охотский пояс, 15 — Забайкалье, 16 — Тургайский прогиб, 17 — Казахстан, 18 — Приамурье, 19 — Алтае-Саянская зона, 20 — Таймыр, 21 — Новая Земля, 22 — Верхояно-Чукотская зона, 23 — Сибирская платформа, 24 — Русская платформа.

Данные о мощностях осадочных толщ взяты в кн.: «Геологическое строение СССР» [1968]. Прочие типы колебаний показаны тройной линией.

петы, это, если можно так выразиться, учитывая блоковый характер и разнообразие конкретных шельфов, — сверхморфоструктура.

Именно для таких сверхморфоструктур высоких порядков (как, например, выраженных понятиями «лес», «человечество» и т. д.), которые представляют естественную совокупность морфоструктур соответствующего класса мирового ряда, важнейшее значение имеют эмергентные свойства системы.

Для перспективного и ретроспективного прогнозирования природных явлений существенно представление о необратимости и цикличности процессов. Так, при использовании метода максимальных мощностей осадочных толщ для крупных регионов территории СССР вырисовывается достаточно сложная картина цикличности эпейрогенических движений преимущественно с периодом около 88 млн. лет, связанным, очевидно, с неравномерным вращением Земли (рис. 4). Представляет целесообразным составление подобных графиков с учетом разномасштабных цикличностей.

В заключение остановимся еще на одной проблеме, имеющей, на наш взгляд, первостепенное значение для всех естественных наук — проблеме морфоструктурной геометрии природных объектов и их моделей. Дело в том, что геометрия Эвклида, основополагающими для которой являются представления о прямой линии и плоскости, геометрия Лобачевского, в которой роль прямых линий играют геодезические линии на криволинейных поверхностях, геометрия Римана, характеризующая различные пространства, в своих бесконечно малых областях аппроксимирующиеся как эвклидовы, — все эти геометрии рассматривают точку, линию и поверхность как не имеющие объема и стереоструктуры. Однако в природе не существуют ни абсолютно прямые линии, ни плоскости, ни строго геометрические фигуры, а все реальные геометрические элементы имеют свою внутреннюю структуру. Это никоим образом не умаляет безусловно огромное значение самых разнообразных геометрий, развитых к настоящему времени. Однако с целью ликвидации этого искусственно созданного разрыва между естественным и геометрией было бы, по-видимому, целесообразно рассматривать основные элементы геометрии, выражаемые понятиями «точка», «линия», «поверхность», как имеющие объем и свойственные данному пространству структуру и постоянное внутреннее движение, которые для построения идеального геометрического образа несущественны, а для природных объектов и их моделей, тем более для атомистических представлений, совершенно необходимы.

С учетом вышеизложенного весьма важно разработать достаточно пластичную базовую модель, которая могла бы путем закономерных трансформаций аппроксимировать частные модели различных природных объектов. По мнению автора, одна из таких перспективных общих моделей может быть основана путем объединения геометрии тора и листа Мебиуса. Поскольку эта модель множественно выделена из разнообразнейших, и прежде всего геологических, явлений, ею, по мнению автора, удовлетворительно аппроксимируются многие (если не большинство) геологические и геоморфологические процессы, например склоновая, русловая, пляжевая и донная литодинамика. Динамическим путем любые модели трансформируются друг в друга. Выбранная же модель отличается легкостью взаимной трансформации и структурной «взаимонасыщаемости» обоих составляющих ее геометрических элементов. По существу, такая модель, представляющая вариации сочетаний сплюснутых, ягудообразно и мебиусовски деформированных торов и их частей с весьма своеобразной симметрией и геометрией, в силу высокой степени всеобщности может являться моделью пространственно-временного континуума.

Перечислим некоторые важнейшие преимущества такой модели: отсутствие в общем случае жесткофиксируемых осей координат; энантиоморфность (наличие правых и левых форм); односторонность — двусторонность по отношению к внешней среде, движению, типу и числу деформаций (разрезание, дифференциальное вращение, «протыкание», движе-

ние точки по поверхности и т. д.); способность к многократному «раздвоению», «размножению» и «росту» с передачей и развитием морфоструктурной и динамической информации (разрезание ленты вдоль и т. д.); закономерная связь новообразованных колец ленты с ранее образованными, позволяющая надеяться найти (или подобрать) аналогии с механизмом заполнения электронных орбит атома и «закрепления» внешних орбит на внутренних; наличие взаимосвязанных внутренней и внешней поверхностей; сохранение устойчивости модели при непрерывном закономерном движении всех составляющих ее элементов и, прежде всего, разнообразных вращений; которые, как и в квантовой механике, можно характеризовать как целочисленными, так и дробными «спинами»; наличие крайних предельных и среднего состояний при деформации; возможность взаимной деформации и связи внутреннего и внешнего полей, что позволяет использовать достижения по физике плазмы; морфоструктурная информационная полиценность целой модели и ее частей, принципиальная аналогия со структурой двойной спирали ДНК (ряд вложенных друг в друга листов одного типа симметрии); возможность ветвления ряда частично «вложенных» друг в друга листов и образования многослойных вариантов модели (путем складывания тора или вкладывания «стопки» листов друг в друга); отражение прерывности — непрерывности и квантования континуума; наглядность выражения труднопредставляемого образа в квантовой механике единства волны и частицы (закрученный жгут — волна, а узел на нем, бегущий или стоящий, — частица). Применение этого принципа к звездной динамике, например, позволяет рассматривать места новообразования звезд или аккреции протопланетного вещества как закономерные — в участках и узлах равновесия напряжений жгутов межзвездных связей, а не как случайные; способность такого жгута к раздвоению на правые и (или) левые составляющие; сближение в крайних пределах деформации свойств объема, поверхности и линейности; связность двух конусов (полуконусов) ленты Мебиуса может рассматриваться как модель единства процессов концентрации и рассеяния материи, а также двусторонней проводимости, как модель квазара или пульсара; возможность составления из множества моделей линейных, объемных и поверхностных элементов с разнообразной внутренней структурой (фактурой) применимости модели соответственно деформированного в виде торотетраэдра жгута к аппроксимации моделей тетраэдров в неограниченном мире, понятие о которых является фундаментальным в кристаллохимии, или для объяснения механизма распределения напряжений в энергии волновых колебаний земной коры с деформацией вещества на границах литосферных плит; возможность использования деформированной модели (например, по типу клотвиды или спирали) для аппроксимации любых вихревых явлений в гидродинамике, атмосфере, звездном мире и т. д.

По-видимому, целесообразно рассматривать все точки (в том числе и «дыры») подобной объединенной модели как резонансно взаимосвязанные и «мерцающие». Возможная модель элементарного объема на основе жгута, составленного из мебиусовски деформированных торов, представлена на рис. 5. Не исключено, что последняя модель может оказаться полезной при анализе структуры атомного ядра, Земли, звезд и т. д.

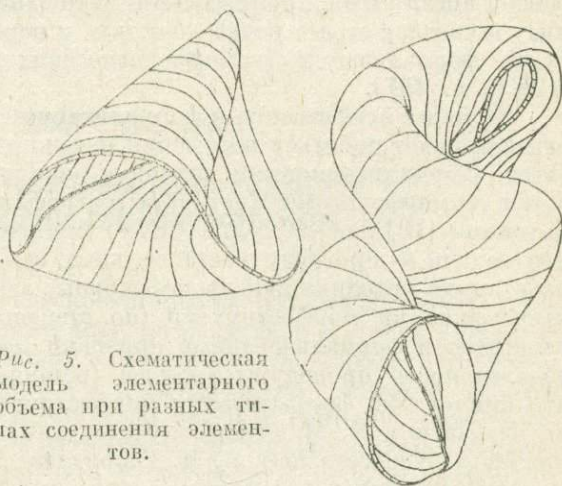


Рис. 5. Схематическая модель элементарного объема при разных типах соединения элементов.

Лежащие в основе обобщенной модели *S*-образные элементы весьма широко распространены в природе (даже некоторые кристаллы — минерал мелантерит $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — имеют форму листов Мебиуса), а также находят свое отражение на графиках концентрации — рассеяния для совокупностей морфоструктурных объектов различных мировых классов.

Приведенный обширный перечень достоинств обобщающей модели континуума привлекает к ней внимание и позволяет надеяться, что развитие соответствующего математического аппарата и моделирование разнообразных ее трансформаций с помощью ЭВМ позволяет добиться определенных успехов на пути создания теории морфоструктурной динамики. Отметим, что представления о важности геометрии мебиусовских листов, тора и жгута, видимо, существовали еще в глубокой древности. Так, начертание всех арабских цифр, которыми мы пользуемся, легко выводится из единого геометрического образа — мебиусовской «восьмерки». И это не удивительно — иначе не было бы тканей материалов и многих других достижений цивилизации со всеми вытекающими последствиями.

Е. Я. РАНЦМАН

МОРФОСТРУКТУРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ПО ФОРМАЛИЗОВАННЫМ ПРИЗНАКАМ

Морфоструктурный анализ за прошедшие годы со времени введения И. П. Герасимовым понятия морфоструктура достиг больших успехов. Он применяется в решении различных сложных задач смежных наук о Земле, требующих оценки новейших тектонических движений и связанных с комплексным осмысливанием широкого круга разнородных данных. Однако ни геоморфологические исследования в целом, ни морфоструктурный анализ все еще не заняли того места в ряду наук о Земле, которое могли бы занять, судя по кругу проблем, в изучении которых необходимо учитывать результаты геоморфологического анализа.

Одна из причин, видимо, заключена в том, что геоморфологические исследования, несмотря на большие успехи в применении количественных методов, в значительной степени несут элементы субъективных решений. Это относится прежде всего к пользованию основными понятиями, четкие и однозначные признаки их обычно не сформулированы. Н. А. Флоренсов писал, что «...количественный подход к геоморфологическому анализу и синтезу станет неизбежностью, и переходной стадией на этом пути будет формализация геоморфологических (орографических) понятий» [1978б, с. 131].

Не менее существенна и формализация самой методики исследования: она позволяет добиться получения надежных и воспроизводимых результатов. Формализационный подход к анализу морфоструктур был разработан геоморфологами Института географии АН СССР совместно с математиками (ИПМ и ИФЗ АН СССР) применительно к решению конкретной задачи — прогнозу места сильных землетрясений. Специально разработанная методика включала основные элементы системного анализа — классификации морфоструктур (по степени тектонической активности), иерархию и формализованные признаки морфоструктур, строгую последовательность процедуры анализа (районирования). Следует признать, что инициатива формализации морфоструктурного анализа принадлежала математику И. М. Гельфанду и осуществлена при участии его учеников М. А. Алексеевской, А. М. Габриэлова, А. Д. Гвишиани. Именно математикам удалось установить адекватный уровень формализации, соот-

ветствующий необходимому при морфоструктурном анализе сочетанию знаний и интуиции геоморфолога с объективными данными об изучаемой территории. В идеале формализованный подход дает возможность геоморфологам независимо получить идентичные результаты. В итоге формализации была создана система четких определений (язык), благодаря которой осуществлялась совместная работа сейсмологов, математиков и геоморфологов. В анализе морфоструктурных данных были использованы методы прикладной математики.

Особо отметим, что геоморфологи иногда недооценивают большую информативность данных собственно о рельефе. Можно сказать, что сведения о рельефе широко применяются при решении задачи прогноза места землетрясений. Для примера рассмотрим формальные признаки понятия «горная страна», разработанные в ходе морфоструктурного районирования сейсмоактивных горных территорий. Горная страна — это территория, единство которой определяется типом горообразования и обликом рельефа, т. е. смежные территории, обладающие единым типом горообразования, но разным обликом рельефа, считаются различными горными странами. Мы различали четыре типа горообразования — эпигеосинклинальный, эпиплатформенный, вулканический и континентального рифтообразования. Облик рельефа характеризовался четырьмя признаками: уровнем высот осевых частей хребтов (до 1500 м, 3500 м, 5500 м, выше 5500 м); типом сочетаний крупных элементов рельефа: например, чередование горных хребтов и межгорных котловин (как на Тянь-Шане) или горных хребтов и продольных долин (как в Альпах); типом очертаний крупных элементов рельефа — складчатым или глыбовым; господствующими простираниями крупных элементов рельефа: различались широтные, северо-восточные, северо-западные и меридиональные простирания. Облик рельефа считался различным при несовпадении хотя бы одного из признаков или при различии господствующих простираний примерно на 90°. Рассмотренные признаки горной страны включают как количественные характеристики рельефа, так и содержательные понятия в геоморфологии (тип горообразования).

Методику морфоструктурного районирования, разработанную для решения конкретной задачи, в дальнейшем оказалось возможным модифицировать и применить в решении других задач и для районов с платформенным режимом тектонических движений.

Опыт показал, что разработка четких признаков применяемых понятий позволяет привлекать математический аппарат к анализу геоморфологических данных, создает возможность более широкого их использования при решении сложных задач в системе смежных наук о Земле.

А. П. РОЖДЕСТВЕНСКИЙ

К ВОПРОСУ О НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ И ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ГЕОМОРФОЛОГИИ

XVII пленум Геоморфологической комиссии АН СССР показал, что советская геоморфология наиболее активно развивается в трех основных направлениях: структурно-геоморфологическом, или морфоструктурном; морфоклиматическом (климатическая геоморфология), которое все же правильнее называть экзогенной геоморфологией, и системно-формационном. Оно принадлежит к новым научным направлениям, делает первые, но заметные шаги и обещает сыграть существенную роль в разработке общей теории геоморфологии.

Вместе с тем на совещании, к сожалению, почти не было освещено четвертое, также новое, зарождающееся направление отечественных геоморфологических исследований, опирающееся на мобилистскую глобальную тектонику плит. Приходится сожалеть и о том, что вне внимания совещания остались теоретические аспекты геоморфологии морского и океанического дна и бережий и антропогенного геоморфогенеза.

Отмеченные основные направления должны рассматриваться только как основные части единой науки о рельефе Земли и его происхождении — геоморфологии. Любые попытки противопоставления этих направлений друг другу и тем более стремления выдвинуть какое-либо одно из них (в зависимости от «вкусов» и интересов исследователей) в качестве главного, претендующего на определяющее место в общей теории геоморфологии, является неправомерным и глубоко ошибочным.

Возникновение отдельных направлений в рамках единой науки — естественный процесс саморазвития каждой конкретной науки. В интересующем нас случае речь идет о геоморфологии. Она занимает вполне определенное место между геологией и географией в комплексе наук о Земле. Объектом ее изучения были и остаются современный рельеф и рельефы земной поверхности минувших геологических эпох. Изучение последних составляет предмет палеогеоморфологии.

Структурная геоморфология (или морфоструктурный анализ) охватывает все вопросы зависимости и связей современного рельефа с геологическим строением как в статике, так и в динамике. Особенно плодотворен и результативен историко-генетический динамический подход к изучению взаимоотношения рельефа с геологическим субстратом. Структурно-геоморфологическое направление — это путь геологизации геоморфологии, и он вполне оправдан при определенных целях и задачах геоморфологических исследований, вытекающих из потребностей геологической практики (поиски полезных ископаемых и др.).

Не касаясь более этого вопроса, заметим, что морфоструктурное направление в нашей стране получило исключительно мощное развитие благодаря тому, что с первых же шагов своего оформления стало служить прежде всего нефтепоисковому делу. И теперь, когда подводятся итоги теоретических разработок геоморфологических направлений, мы должны с особой благодарностью отметить огромный вклад в развитие структурной геоморфологии замечательного ученого Юрия Александровича Мещерякова.

Об исключительно важном значении и необходимости исследований в области экзогенной геоморфологии говорить не приходится. Это понятно любому геоморфологу. Экзогенные факторы рельефообразования соизмеримы с эндогенными. Экзогенной геоморфологии принадлежит большое будущее.

Формирующееся системно-формационное направление в геоморфологии может и должно служить более углубленному изучению структуры рельефа, внутренних связей и взаимодействия геоморфологических процессов эндо- и экзогенного характера, более полному познанию единого процесса геоморфогенеза.

Можно ли сегодня сказать, что разработка теоретических проблем привела к созданию единой общей теории геоморфологии? Заслушанные и опубликованные общие и частные доклады на XVII пленуме дают на этот вопрос отрицательный ответ. Создание такой теории — дело будущего. Одной из предпосылок этого должна явиться разработка единой унифицированной легенды общей геоморфологической карты. В данном вопросе геоморфологам надо следовать за геологами, имеющими общепризнанную единую легенду для геологических карт.

Успешные разработки теоретических аспектов рассмотренных научных направлений геоморфологической науки, синтез их, надо полагать, приведут в конечном итоге к созданию общей теории геоморфологии. Эта теория должна обязательно включать в себя всестороннее освещение антропогенного геоморфогенеза как вполне самостоятельного направления,

имеющего первостепенное значение для решения проблемы охраны окружающей среды и целенаправленного воздействия человеческого общества на хозяйственной и социальной деятельности на рельеф земной поверхности.

Л. Л. РОЗАНОВ

ГЕОТЕХНОМОРФОСИСТЕМЫ И РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЕ

В современную эпоху возрастания возможностей сознательного изменения человеком форм земной поверхности, при одновременном стихийном влиянии на рельефообразующие процессы ширящейся производственной деятельности людей, применение системного подхода к сложной и постоянно развивающейся динамической системе природных и техногенных вещественно-морфологических образований представляется весьма перспективным. Изменяющаяся современный лик земной поверхности деятельности общества достигла уже таких пределов, что человек стал крупнейшей рельефопреобразующей («геологической» [по В. И. Вернадскому, 1965]) силой. Так, техногенная деятельность людей эффективнее суммарного проявления всех экзогенных рельефообразующих сил. За последнее столетие по вине человечества эрозия и дефляция вывели из сельскохозяйственного оборота земли, площадь которых превышает 1/7 часть суши.

В условиях нарастания техногенного воздействия на окружающую среду и ее отдельные компоненты плодотворную роль в познании особенностей динамики рельефообразования может сыграть, по-видимому, концепция «геотехноморфогенного пространства». Суть этой концепции заключается в том, что геотехноморфогенное пространство представляет собой, естественно, и антропогенно историческое тело, состоящее из природных, природно-техногенных и техногенных компонентов, на которые воздействуют природные и техногенные факторы.

Согласно построенной концептуальной модели, составными частями геотехноморфогенного пространства, помимо первичного (природного или естественного) рельефа, выступают новообразованный, измененный и искусственный рельеф, а также находящиеся на нем или в нем инженерные сооружения. В методологическом отношении рельеф и инженерные сооружения рассматриваются как морфологические образования геотехноморфогенного пространства.

Новообразованный рельеф возникает в результате техногенного воздействия общества на земную поверхность, а также в результате вновь возбуждаемых и новых для конкретного района природных геоморфологических процессов, вызванных хозяйственной деятельностью человека (например, береговые формы рельефа водохранилищ, эрозионные и аккумулятивные формы рельефа в руслах рек выше или ниже плотин).

Измененный рельеф — это преобразованные техногенной деятельностью человека естественные формы рельефа (например, поверхности сельскохозяйственных угодий и мелиорированных земель).

Искусственные формы рельефа созданы в результате целенаправленного (управляемого) прямого техногенного воздействия. Они, имея черты подобия естественным, представляют собой новые (не природные) формирования (карьеры, каналы, выемки, шахты, тоннели, валы, терриконы, отвалы, намывные пляжи и острова, насыпи).

В качестве вещественно-морфологических образований геотехноморфогенного пространства рассматриваются различные инженерные сооружения (гражданские, промышленные, энергетические, гидротехнические, защитные и др.), которые, по существу, неотделимы от рельефа. По-видимому, инженерные сооружения (наземные, подземные, подводные) пред-

ставляют собой новые, как правило, отличающиеся по составу от природных форм рельефа морфообразования.

На компоненты геотехноморфогенного пространства воздействуют эндо-, экзо- и техногенный факторы. Последний в отличие от природных (экзогенного и эндогенного) является социальным. По сравнению с естественными факторами морфогенеза техногенное воздействие на рельеф обладает гораздо большей скоростью, масштабностью, созданием новых, искусственных форм, сознательно регулируемых рельефообразующими процессами. Техногенный фактор создает пострельеф (вторичный) и этим принципиально отличается от экзо- и эндогенного факторов, образовавших исходный рельеф.

Геотехноморфогенное пространство — объективная реальность, состоящая из естественных (первичных), новообразованных, измененных, искусственных форм рельефа (в том числе слагающих их отложений) и инженерных сооружений, испытывающих воздействие эндо-, экзо- и техногенных сил. Важное методологическое и гносеологическое значение имеют структурно-функциональные границы геотехноморфогенного пространства. Нижняя граница геотехноморфогенного пространства с некоторой долей условности определяется отложениями, формирующими рельеф земной поверхности. Верхняя граница геотехноморфогенного пространства — это не дневная поверхность литосферы. Видимую (наружную) составную часть геотехноморфогенного пространства образуют естественный, техногенно-природный, техногенный рельеф и грани инженерных сооружений. Наружное ограничение геотехноморфогенного пространства является результирующей поверхностью соприкосновения (взаимодействия) эндо-, экзо- и техногенных сил. Временные пределы геотехноморфогенного пространства обусловлены развитием человеческого общества.

Представление, согласно которому формы рельефа и инженерные сооружения — элементы одной системы, способствует выяснению геоморфологического взаимодействия между рельефом и техникой с позиций «конструктивной географии» [по И. П. Герасимову, 1976]. В соответствии с системно-конструктивными исследованиями геотехнических систем, проведенными в Институте географии АН СССР под научным руководством В. С. Преображенского, в качестве методологической основы познания рельефообразования предлагаются выделение и анализ «геотехноморфосистем». По мнению автора, геотехноморфосистемы — это целостные системы комплексов форм рельефа и инженерных сооружений, взаимосвязанных между собой, обладающих новыми свойствами целого, не выводимыми из свойств ее частей, и развивающихся при взаимодействии природных и техногенных факторов. Геотехноморфосистемам присущи специфика компонентов (устройств), особенность саморазвития (функционалирование), саморегуляция, открытый характер связей с другими системами (природы и общества).

Системный подход к геотехноморфогенному пространству позволяет полнее вскрыть сущность и масштабы сочетания природных (естественных), новообразованных, измененных, искусственных форм рельефа и инженерных сооружений в новую структуру. Анализ геотехноморфосистем важен для познания трансформации рельефа под влиянием природных сил (естественных потоков вещества) и факторов антропогенного происхождения (техногенных потоков вещества), для понимания геоморфологического взаимодействия между природными и техногенными объектами, между природными и технологическими процессами.

Поскольку техногенное воздействие стало мощной рельефообразующей, геоморфологической силой, то можно утверждать, что современное рельефообразование на значительных территориях развивается под действием эндо-, экзо- и техногенных факторов, связанных между собой. По-видимому, одним из геоморфологических законов может быть закон динамического взаимодействия природных и техногенных рельефообразующих сил.

Анализируя рельеф с позиций геотехноморфогенного пространства, можно прийти к выводу, что на фоне общего естественно-исторического усложнения рельефа, установленного Д. А. Тимофеевым [1972], проявляется еще техногенное усложнение геоморфологической миграции вещества и геоморфологических обстановок. Поэтому, вероятно, следует говорить о законе социально-естественного усложнения геоморфологической миграции вещества и геоморфологических обстановок.

Сопряженный анализ рельефа и инженерных сооружений, представляющих собой техногенно-природные территориальные системы, имеет практическое применение в охране окружающей среды, которую, по-видимому, можно рассматривать не только как интегрированное явление, но и как многокомпонентную динамическую суперсистему. Одно из составных звеньев окружающей среды — «геоморфологическая среда», к которой возможен подход как к системе. По мнению автора, геоморфологическая среда — это рельеф (в том числе слагающие его отложения) и инженерные сооружения, окружающие и влияющие на человека и его хозяйственную деятельность.

Геоморфологической среде как реальной действительности присущи следующие черты: **хозяйственные воздействия** через искусственные сооружения, а также изъятие, привнесение, перемещение, видоизменение вещества и энергии; **изменения** рельефа и рельефообразующих процессов, происходящие под влиянием техногенной деятельности.

Изучение геоморфологической среды не укладывается в рамки только одной геоморфологической науки. Геоморфологической среде свойственно взаимопроникновение естественного и социального. Она является сферой и результатом взаимодействия общества с рельефом (земной поверхностью), возникает вместе с обществом и считается одним из необходимых условий общественного развития. Геоморфологическая среда может обладать благоприятными или неблагоприятными качествами для поступательного развития общества. Поэтому важной научно-практической задачей следует считать изучение с позиций геоморфологической среды динамики изменения геотехноморфогенного пространства, обстановок, а также составление рекомендаций по оптимизации взаимодействия человека с рельефом.

Определение роли человека как биосоциального создателя в развитии рельефообразования представляет собой весьма актуальную философско-геоморфологическую проблему. Осознавая ее большую сложность, в порядке дискуссии выскажем следующее предположение. Видимо, наряду с ранее существовавшими и продолжающими действовать в природе геологическим и биологическим круговоротами вещества и энергии в связи с хозяйственной деятельностью человеческого общества возник новый мощный техногенный (антропогенный) круговорот вещества и энергии, который по своей сути является социальным, т. е. связанным с разумом и трудом. Изменяющие лик земной поверхности геологический и техногенный круговороты вещества и энергии пространственно связаны между собой, образуют новую структурно-функциональную систему.

Основываясь на изложенном, можно заключить, что теоретический аспект концепции геотехноморфогенного пространства вполне согласуется с системно-формационным подходом к анализу рельефа, в разработку которого большой вклад внесли советские исследователи О. А. Борсук, О. В. Кашменская, В. А. Николаев, Ю. Г. Симонов, Н. А. Флоренсов, З. М. Хворостова и другие. В качестве методологической основы изучения взаимодействия рельефа и инженерных сооружений предложен анализ геотехноморфосистем. Исследование геотехноморфогенного пространства и геотехноморфосистем имеет принципиальное значение не только для познания современного рельефообразования, но и для прогнозирования состояния геоморфологической среды.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ВЗАИМОУСЛОВЛЕННОСТЬ ЭКЗОГЕННЫХ И ЭНДОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ — ОСНОВА ЕДИНСТВА ГЕОМОРФОЛОГИИ

Постоянное развитие и совершенствование геоморфологической науки свидетельствует о ее больших возможностях. Одновременно выясняется огромная сложность проблем, возникающих и существующих, и даже тех, которые практически считались решенными и принимались за закономерности или отправные положения. Сложности исследования рельефа заключаются прежде всего в обилии его функциональных связей и зависимостей, в множестве взаимоотношений и взаимоопределений, в тесных и многосторонних связях с окружающей средой. Вероятно, из-за этого неоднократно развиваются идеи о разделении или подразделении геоморфологии. Долго дискутировали о принадлежности геоморфологии к географической или геологической науке. Стали выделять геоморфологию климатическую и структурную или, другими словами, экзогенную и эндогенную. Это часто выливается в их противопоставление, которое даже пытаются узаконить. Одним из таких примеров может служить настоящее, но явно искусственное выделение среди изучаемых неровностей земной поверхности так называемых морфоструктур и морфоскульптур с указанием наложенности вторых на первые, с утверждением, что вторые моделируют первые и т. п. Следствием этого являются первопричинность морфоструктур и зависимость от них морфоскульптур, подчиненность экзогенных форм эндогенным, что вряд ли справедливо. От размерности форм рельефа при прочих равных условиях не зависят их значимость, тектоноэндогенная или экзогенная причина возникновения. Справедливее положение о том, что весь рельеф проявляется через разнообразие экзогенных, природных процессов.

Рассматривая основные направления развития геоморфологической теории, прежде всего необходимо сказать о единстве геоморфологии как науки. Выделение же каких-либо ее ветвей, пусть очень важных и существенных, как, например, системно-формационный подход, противопоставляемый частью сибирских геоморфологов общепринятому структурно-климатическому, следует рассматривать только как одну из сторон геоморфологии, как дополнительную конкретизацию возможностей постижения тайн возникновения и развития рельефа. О разделении можно говорить исключительно для удобства изучения каких-то сторон рельефа и его эволюции. При всей важности трех направлений в изучении рельефа (морфоструктурного, климатического и системно-формационного), о которых сейчас много говорится и пишется, только историко-генетический подход, связанный с установлением эволюции рельефа и корреляционного покровообразования, обеспечивает верные теоретические выводы и практические рекомендации и прогнозы. Правильное же изучение рельефа всегда носит системный характер. К тому же утверждения, на которых пока еще основывается геоморфология, не столь безупречны, как казалось ранее. Прежде всего это касается постулата, что эндогенез направляет экзогенез, что тектонические внутренние процессы Земли первичны в рельефообразовании, а природно-экзогенные — вторичны.

В настоящее время вряд ли уместно противопоставлять эндогенные и экзогенные процессы и тем более говорить об их борьбе и противоположности. Справедливее и правильнее утверждение об их взаимодействии и даже взаимообусловленности. Обратим внимание на последнее. Неновым является учение об изостатических компенсациях. В литературе приводятся аргументированные суждения и расчеты по ледниковой, или гляциогенной, по экзогенной, гипергенной и иным изостазиям. Точнее, конечно, говорить об изостатических смещениях, обусловленных теми или

ными причинами. В последние годы стали широко известны явления так называемой техногенной изостазии и вообще провоцирования эндогенных сил внешними проявлениями, связанными со строительством электростанций, водохранилищ, горными работами и т. п. Все это приводит к необходимости некоторой ревизии существующих взглядов, гипотез, предположений.

Думается, что с геоморфологической точки зрения важно уточнить причину возникновения основных неровностей земной поверхности на разных уровнях их организации. Обычно рельеф объясняют тектоническими движениями, а их причину ищут в глубинах Земли. При этом приходится делать довольно много допущений, предположений, что не позволяет даже вести речь о каких-либо количественных характеристиках, о прогнозировании явлений, их предварительных оценках. В современной геофизике, геологии, геоморфологии и других смежных науках о Земле накопилось много фактического (наблюдаемого и расчетного) материала, который позволяет предполагать в качестве важнейшего инструмента перемещения земных масс (в том числе так называемых тектонических движений) гравитационные силы и среди них явление изостазии. Последнее связано с постоянным стремлением земной коры к равновесию, с его достижением и нарушением. Не рассматривая детали этого явления, достаточно хорошо исследованного и описанного в новейшей литературе, подчеркнем, что постоянные перемещения отдельных участков земной коры, стремящихся к определенному гравитационному равновесию, обязаны нарушениям изостатического состояния земных масс, связанным с непрекращающейся деятельностью экзогенных процессов на суше и море. Именно внешние процессы, по-разному проявляющиеся на земной поверхности среди той или иной природной обстановки, вынуждают перемещаться земные массы, вызывая действие внутренних сил, охватывающих значительные глубины Земли. Геофизические данные свидетельствуют об их проявлениях по всей мощности земной коры до границ с верхней мантией.

Вертикальные тектонические движения и, следовательно, формирование главнейших черт рельефа Земли не сложно объяснить перемещениями масс земных пород рельефообразующими экзогенными процессами, когда с одних площадей эрозивно-денудационной деятельностью удаляются объемы горных пород, а в других после видоизменения и транспортировки они откладываются и накапливаются. Сравнительное облегчение областей сноса и утяжеление областей аккумуляции, вероятно, одно из наиболее простых и наглядных взаимосвязанных проявлений, которое повлечет изостатическое перемещение земных масс. Энергетически этот процесс будет обеспечен переходами и взаимозаменами частных энергий отдельных процессов, взаимобусловленно происходящих на земной поверхности при поглощении главным образом солнечной энергии, передаче ее внутренним процессам и усилении внутриземной составляющей энергетического баланса. Конкретные причины и способы разрушения земной поверхности и перераспределения минерального вещества различны и разнообразны, как и реальные формы их осуществления, но во всех случаях нарушение гравитационного состояния рассматриваемых территорий неизбежно.

Воспроизводя эволюционный путь Земли, можно предположить, что снижение температур земной поверхности ниже точки кипения воды привело к возникновению водных пространств — первичных морей и океанов, над которыми возвышались просторства, видимо, невысокой и равнинной суши. Строение земной коры суши и дна морей принципиально не различалось. Появление двух резко различных по экзогенным процессам участков земной поверхности вызвало четкое обособление областей преимущественного сноса и смыва и предпочтительного накопления, причем последнее стало носить обычно устойчивый характер вместо временного неустойчивого при континентальном доокеаническом развитии. В дальнейшем изостатические явления вызвали подъем суши и опускание дна морей и океанов. Каждое воздымание массивов или глыб суши изо-

статически компенсировалось увеличением мощности земной коры. Так можно объяснить возникновение дифференциации земной коры — первичной, более плотной, ныне океанической, и вторичной, более молодой разуплотненной, ныне материковой. Математически легко устанавливается закономерность отношения величины поднятия над плоскостью изостатического уравнивания и величины необходимого возрастания под ней мощности земной коры нынешнего континентального типа: оно равно 1 : 9. Оценивая современные мощности коры континентального типа материков в среднем в 50 км, надо полагать, что с земной поверхности этих материков с момента их возникновения как самостоятельных глыб (не обязательно современной конфигурации) была смыта толща горных пород мощностью порядка 5 км, что за несколько миллиардов лет вполне возможно. Реальная схема, конечно, намного усложнена, но принципиально не меняется и вполне объясняет практически все особенности поверхности Земли с учетом других земных и космических влияний.

Для объяснения горизонтальных движений следует дополнительно привлечь механизм, который пока еще остается за пределами исследования. Речь идет об энергии направленных экзогенных процессов, которая изучается обычно с точки зрения непосредственного осуществления процесса (речная эрозия, морская абразия, ледниковая экзорация и аккумуляция и т. п.). Однако каждый процесс осуществляется путем постоянного преодоления сопротивления среды, чаще всего литогенной основы, при котором тратится (а точнее, переходит из одного состояния в другое) энергия. В результате происходит накопление энергии в земных недрах или отложениях, в определенных условиях проявляющейся в конкретной работе. Исходя из общих законов развития, уместно говорить о равноценных, но противоположно направленных проявлениях одних и тех же процессов. В частности, необходимо предполагать реактивность речных процессов, отталкивающий эффект процессов создания разнообразных дельт, конусов, шлейфов, морской деятельности, возрастной эффект склоновых процессов, процессов подводных течений, мутьевых и суспензионных потоков и т. д. В их проявлении, видимо, нужно учитывать возможности накопления энергий и их разрядок в определенных условиях и направлениях, подобно инструментально изученным связям, например, между землетрясениями и заполнением водохранилищ. Исследование подобных противодействующих наблюдаемым и изучаемым процессам явлений, их количественная характеристика и оценка значимости позволяют объяснить и прогнозировать возможный эффект горизонтальных смещений земных глыб.

В этом отношении интересно взглянуть на Атлантический океан и окружающие континенты и предположить, что западный дрейф Южной Америки связан с постоянством восточных направлений главнейших речных систем (Ориноко, Амазонка, Парана там расположены уже многие десятки миллионов лет), что из-за этого под воздействием жесткого докембрийского основания (своеобразного ядра консолидации континентальных глыб) осадочный покров континента сминается и образует высочайшие горные хребты Анд, а по периферии материкового склона со стороны Атлантики формируются мощные наклонные аккумулятивные равнины, отсутствующие в Тихом океане. Похожее явление характерно для Африки, но оно усложнено наличием разнонаправленных речных систем, дельт и турбидитовых подводных конусов и шлейфов, что приводит к некоторому вращению глыбы, которое установлено геофизиками. Можно думать, что мощный горный пояс в зоне столкновения азиатской и индийской глыб связан с разрядкой реактивной энергии речных и других процессов, миллионы лет развивающихся в разные стороны, к Северному Ледовитому и Индийскому океанам. Изложенное, кажется, убедительно показывает, что эндогенез и экзогенез имеют общие корни и причины, что существуют вторичные экзогенные процессы, моделирующие более ранний рельеф, но и он возник при преобразовании земной поверхности и коры природными процессами, что внутренние и внешние силы взаимосвязаны

и предопределяют друг друга, изменяя свой темп, стиль и видимую значимость. Таким образом, примеров, вероятно, достаточно, чтобы заключить об единстве геоморфологии, в основе которой лежит тесное взаимодействие и непрямая взаимозависимость экзо- и эндогенных процессов, отражающих особенности развития Земли.

Н. П. СЕМЕНЮК, В. В. ТЕЛЬНЮК

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ МОРФОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕКТониКИ СКЛАДЧАТЫХ ДОКЕМБРИЙСКИХ ГЛУБОКОЭРОДИРОВАННЫХ МАССИВОВ (на примере Украинского щита)

Отличительная особенность морфоструктурного анализа кристаллических массивов — использование в процессе его применения косвенных признаков линейных и объемно-площадных структур фундамента, что возможно при условии наиболее полного выявления аномалий рельефа, т. е. тех элементов, форм и типов рельефа, которые по своим морфологическим характеристикам и морфометрическим параметрам отчетливо контрастируют с морфофоном, определяемым общими условиями геотектонического и палеогеографического развития региона.

Категория линейных структур фундамента проявляется в рельефе благодаря двум факторам: разуплотненному состоянию кристаллических пород и дифференцированным вертикальным или горизонтальным блоковым движениям. Первый фактор может выступать независимо от второго. Это стало объектом внимания в последние годы в связи с появлением понятия «криптоморфоструктура», введенного В. В. Соловьевым.

Однако часто используемое общее положение о пространственной тяготе эрозионных форм к ослабленным зонам земной коры не учитывает вариаций гравитационного поля и его влияния на пространственное положение этих форм, являющихся производными деятельности водного потока. Анализ связей упомянутых элементов геосистемы проведен в центральной части Украинского щита, отличающейся наиболее полной геолого-геофизической изученностью (долина р. Ингулец в районе крупных положительных гравитационных аномалий, вызванных железисто-кремнистыми породами, а также основными и ультраосновными образованиями).

Теоретическое обоснование зависимости движения частиц воды от вариаций гравитационного поля выполнено на основе уравнения движения, в котором учитывались наклон топографической поверхности, сила сопротивления движению, радиус-вектор исследуемой частицы, радиус произвольной точки аномалии, избыточная по сравнению с вмещающими плотность пород, вызывающих аномалию, элементы объема, гравитационная постоянная. При оценке вероятной величины отклонения долины под воздействием аномалии и проведении численного интегрирования уравнения движения с учетом близких к реальным параметрам геологической среды был положительно решен вопрос о влиянии гравитационного поля на плановый рисунок эрозионных форм.

Выявление этой теоретически обоснованной зависимости показывает возможность использования подобных аномалий рельефа при расшифровке структурных неоднородностей земной коры в пределах докембрийских глубокоэродированных кристаллических массивов с равнинным рельефом и мощностью осадочных пород, не превышающей первые десятки метров. Последнее обстоятельство приобретает особо важное значение в условиях слабоконтрастной выраженности линейных положительных гравитацион-

ных аномалий, поскольку Ц. Ломницц установил, что при разности в плотности пород фундамента и осадочного чехла, составляющей 1 г/см^3 , для создания аномалии 1 мг/л требуется слой чехла мощностью 24 м . По этой причине на склонах кристаллических массивов, перекрытых толщами осадочных образований, связи в системе «аномалии гравитационного поля — пространственное расположение эрозионных форм» разрываются и основными факторами, контролирующими плановый рисунок речных долин, являются зоны разуплотнения в осадочных породах, связанные с разломами в фундаменте.

Следует отметить, что теоретическое обоснование процесса передачи информации о физических характеристиках разломных зон фундамента в перекрывающие слои осадочных пород разработано к настоящему времени недостаточно.

Детальные исследования петрофизических характеристик гранитоидов и развитых по ним тектонитов Кировоградско-Новоукраинского массива Украинского щита, выполненные под руководством В. И. Казанского, позволили установить почти повсеместный факт увеличения пористости в тектонитах различных генераций (пористость бластокатаклазитов в 2 раза превышает пористость гранитов вдали от разлома, а бластомилонитов — еще более).

Анализ выраженности в рельефе элементов разрывной тектоники щита показывает унаследованный характер большинства «молодых» нарушений или частичное совпадение их с «залеченными» докембрийскими разломами. Ослабленные и частично подновленные на неотектоническом этапе древние разломы, благодаря интенсивному водообмену между трещинными, подземными и грунтовыми водами, воздействуют в качестве локализующего фактора на суффозионные процессы в осадочном чехле, определяя пространственное размещение крупных фрагментов речных долин.

Унаследование речной долиной какого-либо крупного древнего разлома не является обязательным условием следования такой долины вдоль простирания этого разлома. Не исключается наличие протяженных участков, отклоняющихся от генерализованных простираний разломов, что может определяться следующими факторами: резким изменением петрофизических характеристик тектонитов; положением блока земной коры в условиях длительного разностороннего сжатия, препятствующего раскрытию разлома; преобладающим воздействием на водный поток крупной положительной аномалии гравитационного поля; наличием системы секущих и субпараллельных разрывных нарушений, испытавших активизацию; развитием в зоне разлома выходящих на пределы его горизонтальной мощности объемно-площадных геологических структур; локальным изменением наклона топографической поверхности, связанным с перекосами блоковых структур на неотектоническом этапе развития; высокоглинистым составом пород осадочного чехла, оказывающим кольматирующее воздействие на трещинообразование.

Анализ пространственных сочетаний дуговых и прямолинейных морфоструктур позволяет выявлять объемно-площадные морфоструктуры. Возможности морфоструктурного анализа в выявлении объемно-площадных структур докембрийского фундамента зависят от их геодинамики на геоморфологическом этапе развития. Структуры, испытывающие тенденцию к опережающим фоновым поднятиям (полигональные массивы гранитоидов, гранитогнейсовые купола), выделяются соответственно по веерному и концентрически-радиальному рисунку эрозионных форм. Большую сложность представляет на современном этапе изучения структуры фундамента морфоструктурным методом увязка блоковых морфоструктур с докембрийскими структурами. Решение этой задачи возможно, по нашему мнению, на основе сопряженного анализа современного геодинамического режима блоковых морфоструктур и кинематики ограничивающих их разломов.

ПРОБЛЕМЫ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ГЕОМОРФОЛОГИИ

Известно, что геоморфология возникла как пограничная наука, захватив области интересов и геологии, и географии. Именно этим объясняются возникающие время от времени споры относительно места геоморфологии в системе естествознания. Причем границы объекта ее изучения разными исследователями проводятся по-разному внутри одного и того же пространства Земли. Более того, сам объект геоморфологии понимается неоднозначно. Это касается и двух самостоятельных научных направлений: структурной и климатической геоморфологии.

Исходя из общих философских позиций научного познания мира, мы должны рассматривать объект исследования конкретной науки как некоторую объективную реальность, данную нам в ощущениях и существующую как целое со всеми присущими ей характеристиками, предмет исследования — как определенные особенности и свойства рассматриваемого в данное время объекта изучения. Положение геоморфологии в системе современного познания и на естественно-научной карте мира как логической модели движущейся и развивающейся материи должно определяться, наравне с решением других задач в марксистской науке, по субстратному и функциональному основаниям. Последние отражают эволюцию материи на планете [Кедров, 1965].

Еще в 1937 г. было предложено объектом геоморфологии считать «геоморфосферу» (как одну из сфер географической оболочки), ограниченную дневной поверхностью земной коры и поверхностью Мохо. Для этой сферы, и для других частных сфер географической оболочки, характерны особые отличия: вещество находится в трех агрегатных состояниях; процессы протекают за счет космических и теллурических источников энергии; здесь есть жизнь и вообще органическая материя.

В дальнейшем, к сожалению, под объектом геоморфологии понимался собственно «рельеф» (двухмерное образование), реже — «рельеф с коррелятивными отложениями». В современной литературе такой подход отмечается до сих пор: «геоморфология — это наука о форме Земли и рельефе ее поверхности (существующем, уничтоженном и погребенном)» [Симонов, 1982, с. 24].

Многие исследователи в последнее время вновь поднимают вопрос о необходимости изучения не просто рельефа, а рельефа с образующими его горными породами, т. е. трехмерных или объемных образований. Различными авторами в качестве объекта геоморфологии рассматриваются «геоморфологическая сфера, большая и малая» [Кривошудский, 1971], «морфоскульптурная оболочка» [Никольская, 1966, 1972], «геолого-геоморфологическая конформная система» [Худяков, 1972, 1978], «климоморфогенная оболочка» [Скрыльник, 1976]. При этом границы объекта проводятся по-разному, в основу выделения их положены в основном динамический (по контакту взаимодействия разнородных сред) и реже [Филатов, 1982] историко-генетический признаки.

Мы считаем, что объектом единой геоморфологии является геоморфосфера. Ее выделение может быть проведено и по динамическому, и по историко-генетическому принципам одновременно в следующих рамках: верхняя граница — по граням твердых тел (лито-, хионо-, био-), создающих поверхность Земли; нижняя граница — по поверхности Мохо, т. е. по уровню изостатического выравнивания. Это справедливо, при условии, что поверхность Мохо — самый древний рельеф Земли [Филатов, 1982].

В выделенном нами объеме геоморфосферы как в системе можно выделить отдельные элементы, между которыми существуют взаимоотношения и взаимодействия. Эти элементы мы называем тектономорфогенные и климоморфогенные. Указанные процедуры проводятся вынужденно, так как объект сложный, и особенно на первых этапах анализа методиче-

ски оправдано рассматривать его в виде двух составляющих. Граница между ними может быть проведена четко, по динамическому признаку: по подошве зоны гипергенеза или выветривания на весь геоморфологический этап развития Земли.

Аспекты познания рельефа с позиций структурного и климатического подхода существенно различны, так как при общности объекта исследования они отличаются предметами изучения. Последние как спектры свойств и закономерностей самого объекта своеобразны и вполне самостоятельны. Вот почему, мы считаем, структурная и климатическая геоморфология представляет собой самостоятельные ветви единой геоморфологии, имеют различные предметы исследования и задачи изучения. Они всесторонне вскрывают строение и состав рельефообразующего субстрата и природу (физическую сущность) процессов, определяющих структуру, динамику и развитие «своей» части объекта (в первом случае — «внутренней» оболочки Земли, а во втором — частной географической или климоморфогенной оболочки). Такое изучение рельефа и геоморфосферы в целом — результат не простой дифференциации единой геоморфологии, в чем мы согласны с многими исследователями [Дедков и др., 1982], а отражение качественных изменений в нашей оценке рельефообразующей роли климата.

Предмет исследования климатической геоморфологии — тип климоморфогенеза. Последний понимается как диагенетическое или унаследованное рельефообразование, определяемое воздействием групп экзогенных агентов, порождаемых главной геофизической сущностью тех или иных климатов. Именно климоморфогенез придает черты единообразия рельефу в однородных климатах и создает зоны дифференциации на границах разных климатических влияний (континентальных криосных и термосных и океанических криосных и термосных). При этом следует отметить, что геоморфологический диагенез, в отличие от унаследованного рельефообразования, проявляется в результате резкой смены геофизических условий в развитии современного рельефа, что отражается в создании новых форм дневной поверхности.

Среди задач климатической геоморфологии выделяются три центральные: познание природы различных типов климоморфогенеза; предвидение будущего развития климатически обусловленного рельефа; учет роли антропогенных факторов в изменении естественной напряженности и направленности экзогенных процессов, а также в корреляции их морфолитогенетического эффекта.

Мнение о том, что существенные изменения климата, а не только эндогенные факторы, могут коренным образом изменить и «типы морфоскульптур», и пути развития рельефа [Дедков и др., 1982], подтверждается материалами наших исследований. Так, в бассейне р. Селемджи отмечается ряд морфогенетических проявлений, связанных как с северной (криосной), так и с южной (термосной) континентальностью климата (курумники на высших точках пенеппена, бугры пучения и наледи и т. д.; расчленяющие пенеппен широкие безлесные равнины с округлыми озерами на их днищах, золотые реликтовые формы на первой надпойменной террасе). Это указывает на необходимость делить на части территорию Дальнего Востока, находящуюся вне сферы максимального океанического влияния, широких полос — «вееров блуждания» палеограниц, лежащих между природными зонами и подверженных многократным сменам рельефоформирующих процессов.

Кратко остановимся на проблеме соотношения климата и антропогенного рельефообразования. В частности, нельзя согласиться с утверждениями, что «...наблюдающаяся антропогенная аридизация морфогенеза гумидной зоны не может привести к полной замене одного типа рельефообразования другим» [Дедков и др., 1982, с. 27]. Это справедливо, по нашему мнению, лишь для центральных районов природных зон и неприемлемо для переходных областей между этими зонами, где человеческая деятельность часто вызывает появление критических ситуаций. Более то-

го, человек в настоящее время катастрофически воздействует на естественную растительность, имитируя изменение климата, и коренным образом изменяет последний через экстремально возросшее в атмосфере содержание углекислоты и общее «иссушение» суши [Горшков и др., 1980]. Следовательно, развивающаяся направленно антропогенная аридизация морфогенеза в умеренных гидротермических обстановках может привести к полной замене одного типа рельефообразования другим.

Н. В. СКУБЛОВА

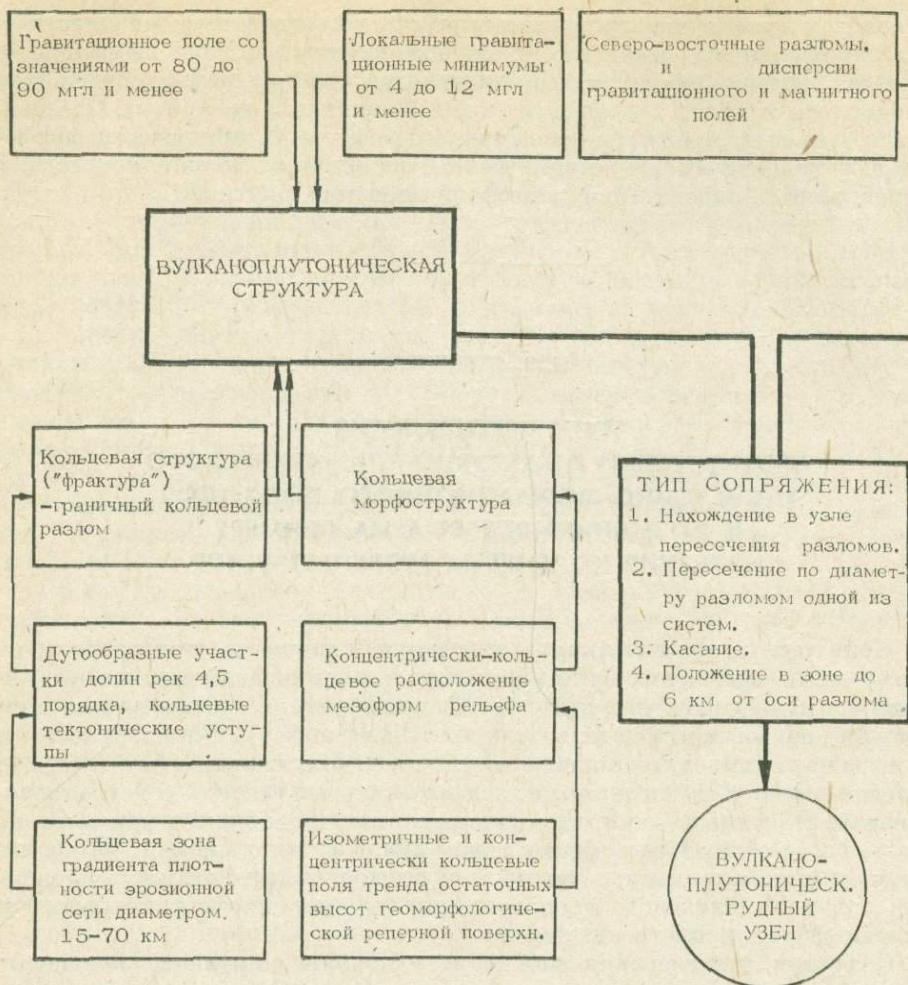
ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЙ СТРУКТУРНО-КЛИМАТИЧЕСКОГО И СИСТЕМНО-ФОРМАЦИОННОГО ПОДХОДОВ К ПОЗНАНИЮ РЕЛЬЕФА НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЬЦЕВЫХ МОРФОСТРУКТУР

Цель нашего исследования — выявление и уточнение критериев прогнозирования эндогенного оруденения, пространственно и генетически связанного с кольцевыми структурами. В основу его положены автоматизированная обработка с использованием ЭВМ информации аэрофото- и космических снимков и комплексный анализ полученных результатов с геолого-геофизическими данными. Задача на первый взгляд — сугубо геологическая. Но в связи с тем, что один из отправных моментов при ее решении — анализ модели рельефа и в целом ландшафта по аэрофото- и космическим снимкам, решается она прежде всего геоморфологическими методами путем комплексного использования приемов морфоструктурного и системно-формационного подхода.

Объектом исследования являются рудоконтролирующие кольцевые структуры разного ранга магматического генезиса. Они изучаются опосредованно через рельеф, который в данном случае выступает в роли предмета изучения. Кольцевые морфоструктуры являются элементом рельефа. Под ними мы понимаем сложные структурно-вещественные комплексы, в большинстве случаев отождествляемые с изометричными неотектоническими формами сводового, блокового или сложного сводово-блокового строения. Подобные морфоструктуры в Центральном Казахстане унаследованно формируются в пределах позднепалеозойских вулканоплутонических структур. Автономность их развития обусловлена зависимостью строения каркасных форм рельефа от геологической структуры. Например, на полого залегающих вулканитах с разной устойчивостью к выветриванию развивается куэстовый рельеф, на гранитных интрузиях центрального типа, ранее подвергшихся денепленизации вследствие их вертикального воздымания [Проблемы..., 1982б], формируются островные низкогорья, по кольцевым и радиальным разломам закладываются долины рек.

Однако мы не можем согласиться с исследователями, отождествляющими понятия морфоструктура и новейшая структура, так как считаем, что морфоструктура должна быть обязательно выражена в рельефе. В таком случае компенсированный осадконакоплением новейший прогиб в пределах полигенетической поверхности выравнивания не будет морфоструктурой, и наоборот, особенности строения литоморфного рельефа на цокольной поверхности выравнивания позволяют выявить морфоструктуру.

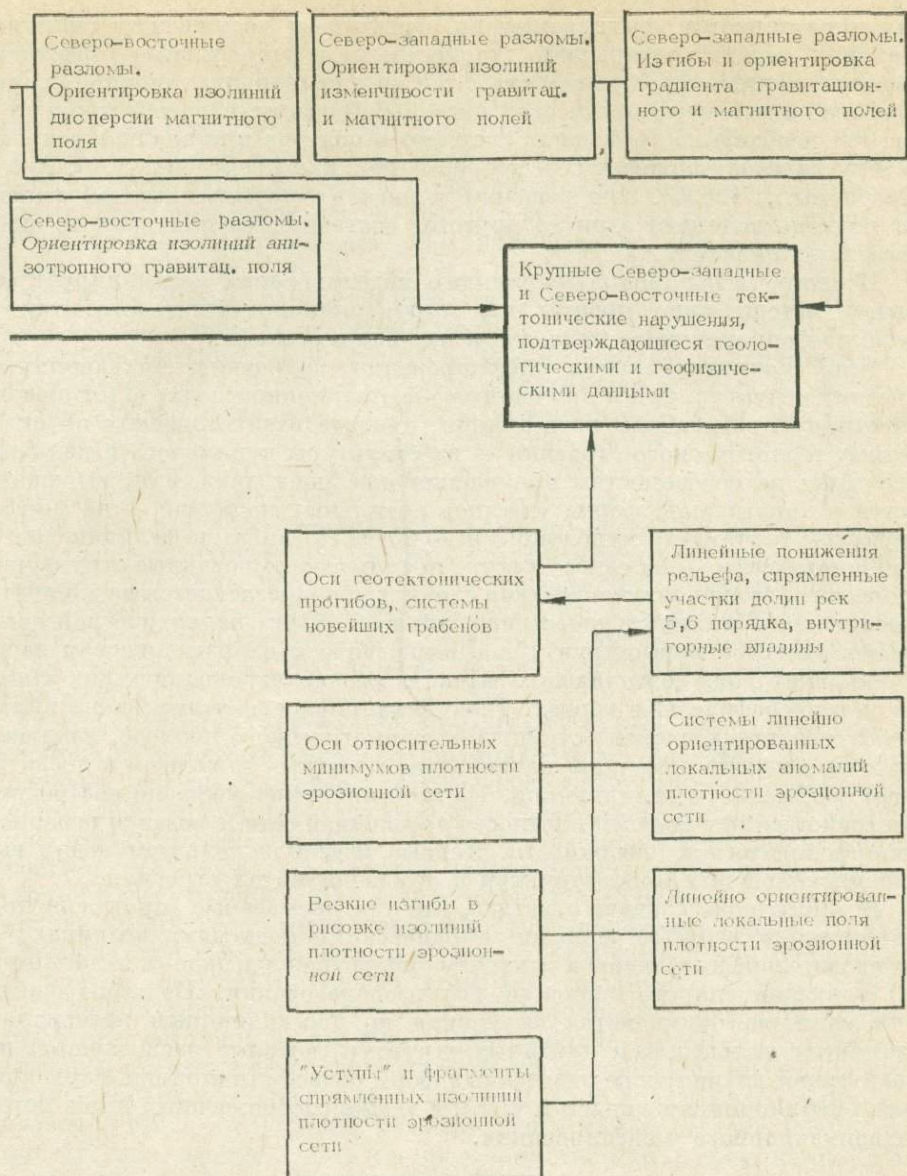
В понятие морфоструктура мы вкладываем прежде всего генетический смысл, в связи с этим представляется весьма удачным принцип выделения



Сетевая модель геоиндикационной системы структурных критериев прогноза эндогенного оруденения (для вулканоплутонического рудного узла).

морфоструктур разного таксономического ранга как объектов с глубиной заложения, соответствующей мощности осадочного чехла или его верхнего яруса, предложенный А. А. Асеевым, С. М. Александровым и Н. С. Благоволиным [Проблемы..., 1982б].

Для изучения и картирования рудоконтролирующих кольцевых структур и их элементов на основе автоматизированной обработки информации аэрофото- и космических снимков и топографических карт нами разрабатывается метод геоиндикационного моделирования. Под геоиндикационной моделью кольцевой морфоструктуры понимается формализованное представление о ней как о геолого-геоморфологической системе, элементы которой выражены информативными значениями природных признаков, т. е. индикаторами. Анализ пространственной структуры форм рельефа на аэрофото- и космических снимках (ориентировки, плотности и других более сложных производных структурных характеристик) позволяет сформулировать количественное понятие индикатора. Геоиндикационное моделирование кольцевых структур основано на принципе единства формы и содержания, который заключается в том, что морфоструктура характеризуется особенностями рельефа, спецификой проявления новейших движений, особенностями геологического субстрата как на уровне дневной поверхности, так и в глубинном строении, а также характерными физическими полями; на выявлении причинно-следственных связей, позволяющих перейти от предмета изучения (рельефа) к объекту



исследования (геологической структуре); на установлении иерархической соподчиненности элементов выделяемой природной системы; на принципе аналогий, позволяющем на основе оценки силы связи между информативными признаками элементов выделяемой системы прогнозировать определенный процесс или состояние. В данном случае опосредованно через элементы морфоструктуры выявляется рудоконтролирующая структура. Нами построены генетическая (функциональная) модель кольцевой морфоструктуры, основанная на анализе причинно-следственных связей, концептуальные, т. е. постановочные модели вулканоплутонической структуры и вулканоплутонического рудного узла, модели геоиндикационной системы природных индикаторов кольцевых структур и структурно-тектонических критериев прогноза эндогенного оруденения (см. рисунок).

В основе предлагаемого геоиндикационного моделирования лежит построение как дискретных, так и непрерывных пространственных моделей. Примером непрерывных пространственных моделей кольцевой морфоструктуры являются остаточные аномалии тренда высотных отметок региональной поверхности выравнивания или модели плотности эрозионной сети I порядка, вектора падения долин I порядка и других структур-

ных характеристик, выявляемых по аэрофото- и космическим снимкам. Оба типа моделей: прерывные (дискретные) и непрерывные (пространственные) являются составными частями модели геоиндикационной структуры геолого-геоморфологической системы. Поэтому, с нашей точки зрения, нет необходимости деления системного подхода при анализе рельефа по типу моделей: дискретных и непрерывных, как предлагает А. А. Асеев [Проблемы..., 1982б]. При решении типовой геоморфологической задачи эти подходы вытекают один из другого, составляя звенья единого процесса моделирования.

В целом метод геоиндикационного моделирования ассимилирует основные методические приемы как структурно-климатического, так и системно-формационного подходов к изучению рельефа.

При геоиндикационном моделировании кольцевых вулканоплутонических структур, как и при системно-формационном подходе (от общего к частному), основанном на дедукции, производится типизация объекта: по типу геологического строения — на структуры купольного и кальдерного типа; по особенностям проявления новейших движений, выражающихся в характерной форме участков локальных поднятий — на морфоструктуры горстового, купольного и кольцевого типов; по величине денудационного среза — на слабо-, средне- и сильноэродированные структуры. Кроме того, вулканоплутоническая структура подразделяется на элементы вещественного и структурного ряда, каждый объект иерархической лестницы имеет свое морфоструктурное выражение и охарактеризован набором индикаторов, позволяющих выявить его на аэрокосмических снимках и топографических картах. Геоиндикационное моделирование включает в себя также элемент структурно-климатического подхода, заключающегося в непосредственном картировании частных элементов и последующем обобщении, т. е. индукции. На этом принципе основано построение пространственных моделей плотности эрозионной сети и моделей реперной геоморфологической поверхности. Данные модели используются для выявления кольцевых морфоструктур и особенностей их строения.

В заключение следует отметить, что так называемые «противоречия» при изучении рельефа разными методическими подходами возникают у исследователей, пытающихся искусственно расчленить эндо- и экзогенную составляющие единого процесса рельефообразования. Подтверждением этого единства будут метод выявления по дистанционным материалам эндогенных кольцевых и линейных структур, которые распознаются по характерной группировке экзогенных форм рельефа (например, барханов, сорово-дефляционных впадин и т. д.), а также рассмотренный выше метод геоиндикационного моделирования.

И. И. СПАССКАЯ

ДИНАМИЧЕСКИЙ И ИСТОРИКО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ РЕЛЬЕФА С ПОЗИЦИЙ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

В последнее время вопросы применения системного анализа к геоморфологическим объектам широко обсуждаются, причем системный подход связывается обычно с использованием количественных методов, с моделированием геоморфологических форм и процессов и т. д. При этом подчеркивается, что системный подход не является чем-то совершенно новым, идущим вразрез с геоморфологической традицией, он в какой-то мере всегда был присущ геоморфологическим исследованиям, стремившимся к комплексной характеристике факторов и процессов рельефообразования. Все это в значительной степени верно. Однако для успешного

применения системной концепции нужно ясно видеть, каково ее соотношение с традиционными для геоморфологии динамическим и историко-генетическим подходами к изучению рельефа. С этой точки зрения особого внимания заслуживает рассмотрение открытых и закрытых систем.

Обычно, говоря о системах в геоморфологии, имеют в виду открытые системы, существование которых поддерживается потоками вещества и энергии, поступающими извне. Выгоды использования этой концепции очевидны и неоднократно отмечались: облегчение понимания взаимосвязей с позиций движения потоков вещества, разграничение сфер влияния этих потоков как основа районирования, возможность балансового подхода. Особо важное свойство открытых систем — их способность приобретать устойчивое состояние, т. е. динамическое равновесие, показателем которого является не столько то, что «сколько входит, столько и выходит», как это иногда несколько упрощенно понимается, как то, что система, находящаяся в состоянии динамического равновесия, при колебании одного из факторов, определяющих это равновесие, подвергается в целом компенсирующим изменениям. Так, в равновесном потоке уклон при данных расходах и характеристиках русла приспособлен для обеспечения скорости, необходимой для транспортировки наносов, поступающих с водосбора; при изменении какого-либо фактора, например количества наносов, очевидно, произойдет сдвиг существующего равновесия в таком направлении, чтобы уравновесить эффект отмеченного изменения фактора (путем увеличения или уменьшения уклона или путем изменения живого сечения русла).

Таким образом, понятие динамического равновесия и устойчивого состояния органически входит в концепцию открытых систем, т. е. систем, параметры которых поддерживаются неизменным потоком вещества и энергии, проходящим через систему. Это было отмечено еще Г. К. Гилбертом более 100 лет назад. Сейчас понятие устойчивого состояния несколько расширено. Выяснено, что система может принимать серию устойчивых состояний, причем переход из одного состояния в другое определяется достаточно резкими (превышающими некоторые пороговые величины) изменениями внешних по отношению к данной системе условий, регулирующих приток вещества и энергии в нее (см., например, Харвей [1974]).

Однако в концепции устойчивого состояния заложена идея стабильности этого состояния во времени. Действительно, достигнув устойчивого состояния, система поддерживает его путем компенсационных изменений при колебаниях внешних факторов. При этом следы более ранних — «доравновесных» — состояний оказываются в самой системе уничтоженными. Их приходится искать за пределами системы в виде коррелятивных отложений в концевых бассейнах или в погребенном состоянии, т. е. хотя и в пределах плановых границ, но, по существу, вне системы (рассматриваемой в трех измерениях), так как они уже не затрагиваются потоками вещества. Кроме того, система может развиваться к одному и тому же равновесному состоянию из различных начальных условий. Поэтому при изучении геоморфологических открытых систем неизбежны трудности при попытках исторического подхода.

Закрытые системы характеризуются наличием четких границ, через которые не поступают вещество и энергия. Естественно, в чистом виде такие системы в геоморфологии не могут существовать. Даже в бессточных аридных областях, где существуют замкнутые изолированные впадины, водораздельные пространства, не имеющие связи с современной гидрографической сетью, и другие подобные объекты, рассматривать их как закрытые системы можно лишь условно, так как здесь происходит поступление энергии (путем инсоляции), приток вещества, например солей в зонах разгрузки глубинных грунтовых вод, а также вынос вещества (путем дефляции). Однако при определенных допущениях (например, отсутствие поступления и выноса вещества через границы системы в плане) это понятие можно использовать при анализе геоморфологических объектов.

Анализируя эволюцию закрытых систем, мы выделяем какое-то начальное состояние, в котором система обладает запасом энергии. Простейшим примером закрытой системы в геоморфологии может служить изолированный участок (например, котловина), где первоначально существуют некоторые превышения рельефа, способствующие организации движения вещества в направленные потоки. С течением времени эти превышения выравниваются, и в условиях сглаженного рельефа направление перемещения материала становится более или менее неопределенным, а интенсивность его падает до очень малых величин. В скрытом виде эта концепция содержится в представлениях В. Дэвиса о развитии рельефа к конечному результату — пенеблену.

Существенным здесь является то, что развитие рельефа с позиций закрытых систем представляется в виде необратимого направленного процесса — смены состояний, чередующихся во времени в определенной последовательности. Если можно при этом говорить о достижении устойчивого состояния, то таким состоянием для закрытой системы может быть только конечное, характеризующееся максимальной неупорядоченностью и минимальной интенсивностью потоков вещества (например, пенебленизированный рельеф, где в результате сглаживания топографических неровностей сведена к минимуму потенциальная энергия). В каждый момент состояние закрытой системы может в общих чертах рассматриваться как функция начальных условий и времени, протекающего с начала эволюции. Следовательно, предпочтительнее исторический анализ ее развития; хотя и немногочисленные, фрагменты геоморфологической обстановки, обладающие свойствами закрытых систем, являются наиболее благоприятными объектами для историко-генетического изучения. Именно они несут информацию о прошлых стадиях развития. Открытые же системы по своей сущности мало зависят от времени, и подход с позиций открытых систем наиболее уместен при решении задач динамической геоморфологии.

Д. Д. ТАБИДЗЕ

К ВОПРОСУ ОБЪЕМНОГО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И СИНТЕЗА

Существующие направления геоморфологических исследований, по нашему мнению, не полностью раскрывают суть основных категорий рельефа (морфологии, генезиса и возраста) и не в состоянии обеспечить полноценный геоморфологический синтез.

Морфоклиматическая направленность исследований приводит к недооценке тектогенной составляющей морфогенеза. Хотя в мезо-кайнозойе на земной поверхности была представлена широтная морфоклиматическая зональность, линейные формы рельефа земной поверхности в основном характеризуются меридиональной ориентацией (Альпийско-Гималайская зона горных сооружений — отнюдь не морфоклиматическое образование). Экзогенный морфогенез формирует в основном грани форм рельефа низких таксономических рангов на тектогенной энергии рельефа; эти формы наложены на морфоскульптуры. Можно заключить, что в большинстве случаев морфоскульптура не имеет самостоятельного генетического смысла, и поэтому морфоклиматическую направленность исследования нельзя рассматривать как общую геоморфологическую теорию.

Возможности морфоструктурного направления геоморфологических исследований не исчерпаны, так как еще много неясного в связях структуры и рельефа. Внедрение дистанционных методов исследования безусловно ускорит раскрытие многообразия форм этих связей. Однако можно

утверждать, что генезис многих мезо- и особенно микро- и наноформ вряд ли можно будет объяснить морфоструктурным методом исследования. Для форм рельефа низких таксономических рангов использование морфоструктурного метода встречает непреодолимые трудности. И в моделировании крупных геоморфологических таксонов не все объясняется лишь тектогенным составляющим морфогенеза (например, для равнин платформенных областей).

Весь путь, пройденный геоморфологией, — это смена морфоклиматического направления исследования морфоструктурным. Видимо, в начале века основоположники геоморфологической теории В. Дэвис и В. Пенк представляли развитие геоморфологии не по этой схеме. Первый призывал к созданию историко-генетических морфологических понятий, моделированных в циклах морфогенеза, а второй сформулировал понятия, которые могли бы стать основой объемно-балансового геоморфологического анализа и синтеза (восходящий, нисходящий и равновесный рельеф).

Вероятно, системно-формационная направленность геоморфологических исследований в дальнейшем найдет более удачную формулировку и даст в первую очередь полноценную геоморфологическую систематику. Но для этого вряд ли можно использовать понятие геоморфологической формации, определение которой близко к определению «тип рельефа». Это понятие, имеющееся в теоретическом арсенале геоморфологии, на протяжении последних 40 лет не принесло особых результатов, так как не способствует созданию полноценного геоморфологического синтеза.

Представляется необходимым признание двух самостоятельных направлений геоморфологических исследований — плоскостного, рассматривающего рельеф как систему поверхностей, и объемного — рассматривающего элементы рельефа как объемные тела частей литосферы (положительные формы рельефа) и внешних сфер Земли (отрицательные формы рельефа). Объемное направление вполне может совмещать все ценное (с позиций объемной направленности), что имеется в теоретическом арсенале у плоскостного направления.

С позиции объемного направления геоморфологических исследований следует отказаться от терминов «морфоструктура» и «морфоскульптура» и обозначить объект геоморфологических исследований генетически нейтральным термином «формы рельефа», которые следует рассматривать как объемные тела.

Вероятно, объемное исследование рельефа способствует более полному раскрытию сущности основных категорий рельефа (морфологии, генезиса и возраста), чем указанные направленности геоморфологических исследований и, кроме того, способствует созданию геоморфологической систематики и морфохронологии.

Для раскрытия сущности генезиса форм рельефа не достаточно познания геоморфологических процессов, моделирующих их современную пластику. Если в тектогенно-приподнятом массиве эрозионными процессами моделирована гора и в последующем в результате излияния вулканических образований в его вершинной части в целом покрылась тонким слоем лав, то генезис горы с позиции плоскостной геоморфологии вулканический, тогда как основная часть объема этой горы образует тектогенно-приподнятую часть литосферы, которая частично размыта эрозионно-денудационными процессами (до образования вулканического чехла). Если же долина заложилась вдоль разлома, а затем склоны ее далеко переместились по обе стороны в результате сначала боковой эрозии, а затем ледниковой экзарации, которую сменили карстовая (до полного размыва карстующих толщ, обнажившихся на склоне в процессе отступления последнего), а затем оползневая денудация, в целом моделирующая современную пластику склона, то с позиции генетически однородных поверхностей генезис этого склона будет оползневый и обусловившие его современное положение процессы, морфологические следы которых не остались в составе современного рельефа этого склона, не найдут отражения в определении генезиса этого склона.

С позиции объемного анализа генезиса рельефа необходимо установление генезиса частей внешних и внутренних сфер земли, заполняющих объем исследуемых форм рельефа, что осуществляется методом объемно-балансового исследования перемещения минеральной массы. Продолжительность образования этих объемов, ограниченных критическими возрастными рубежами, характеризует возраст форм рельефа.

С позиции объемно-балансового исследования генезиса форм рельефа моделирование последних следует изучать в восходящем, нисходящем и уравновешенном морфодинамических режимах. При положительном балансе веществ между объемобразующими и объемосокращающими морфогенетическими процессами (восходящий морфодинамический режим) формируются в основном положительные формы рельефа, при отрицательном — отрицательные, а при уравновешенном — уравновешенные (равнины разного генезиса). Таким образом, выделяются морфологические классы рельефа: отрицательные, положительные и уравновешенные.

Балансовый метод можно положить в основу систематики форм рельефа: от планетарных до наиболее низких таксонов, даже до точки. По морфологическим классам рельефа, образованным в разных морфодинамических режимах с момента их зарождения, каждая форма рельефа делится на три части. Этот принцип можно использовать в качестве единственного для геоморфологической систематики, и если за формы рельефа наиболее высших таксономических рангов принять морфологические образования, соответствующие классам геодинамических режимов, то вышеуказанный принцип деления не нарушит генетические связи между формами рельефа при соблюдении их размерной иерархии.

Для историчности геоморфологической систематики необходимо, чтобы в каждом таксономическом ряде формы рельефа были представлены в порядке последовательности их образования. Это позволит разобраться в сложной системе интерференции разнопорядковых морфоциклов в течение всего неогена. Этот период нами разделяется на шесть мегаморфоциклов: байкальский, каледонский, герцинский, киммерийский, альпийский и четвертичный. В основу каждого дочетвертичного мегаморфоцикла положена эндогенная ритмичность формообразования, а четвертичного — экзогенная.

В конце каждого мегаморфоцикла (кроме двух последних) к первичным континентальным очагам присоединялись молодые платформы, срезы пропенепленами. Внутри каждого мегаморфоцикла формообразование проявилось в смене классов геодинамических режимов (второй ряд таксономической таблицы). Каждый класс также характеризуется сменой морфодинамических режимов. Это дает возможность создания морфохронологии, например: стадия столовых гор, первого прерванного морфоцикла, восходящей фазы, возрожденных гор, герцинского мегаморфоцикла, неогейского этапа.

Исходя из этого, нами составлена геоморфологическая карта мира м-ба 1 : 30 000 000, где морфология современных форм рельефа передается штрихами физиографического рисования, цвет которых отображает морфоклиматическую зональность, а фоновые цвета картируют формы рельефа от 4-го до 7-го таксономических рангов. Положительные формы картируются коричневым цветом, отрицательные — синим, а уравновешенные — зеленым.

В качестве единственного принципа деления в геоморфологической систематике типов морфодинамических режимов нами приводится схема неполной систематики форм рельефа Земли от планетарных до наиболее низких таксонов (до точки): от тектогенно активизированной зоны Земли до дна оз. Палеосоми (Западная Грузия).

Итак, изучение рельефа нам представляется наиболее перспективным с позиции объемной геоморфологической направленности. Основопологающими его понятиями являются форма, объем, баланс.

ПРИНЦИП СИММЕТРИИ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В РЕШЕНИИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ ГЕОМОРФОЛОГИИ

Характерными чертами развития геоморфологии последних десятилетий являются постановка и решение глубоких теоретических вопросов на базе использования широкого арсенала специальных геоморфологических методов исследования, математических приемов и привлечения законов и категорий марксистско-ленинской диалектики для изучения основного объекта геоморфологии — рельефа.

Цель данной статьи — привлечь внимание геоморфологов к использованию универсального принципа симметрии для решения теоретических и практических вопросов геоморфологии.

В. И. Вернадский [1965] отмечал, что есть одна область явлений, которая в сущности лежит в основе всего естествознания и которая только сейчас на наших глазах выясняется во всем своем значении. Это пространственная материальная основа всех земных материальных и энергетических проявлений, которая вошла в научную мысль как симметрия природных явлений.

Формирование понятия симметрии в естествознании, математике, архитектуре и т. д. имеет многовековую историю (Пифагор, Кеплер, Леонардо да Винчи, Лейбниц, Роме де Л'Иль, Федоров, Шубников). В частности, в геоморфологии явлению симметрии элементов рельефа уделялось большое внимание в трудах И. А. Головкинского, К. Бэра, А. П. Павлова, Я. С. Эдельштейна, И. П. Герасимова, В. П. Философова и др. К. И. Геренчуком [1960], Л. И. Фердманом [1970], О. Г. Токарским [1975] сделаны практические выводы, касающиеся влияния тектонических причин на возникновение устойчивой «левосторонней асимметрии» склонов долин, о связи форм и симметрии поперечных профилей долин с новейшими структурными формами.

Вместе с тем разработку теоретических аспектов применения принципа симметрии в геоморфологии, по сравнению с другими естественными науками, уделяется незадолго до этого мало внимания.

Это тем более удивительно, что практически во всех работах, затрагивающих вопросы классификации, структурной обусловленности рельефа и рельефообразующих процессов и т. д., этот принцип в той или иной мере присутствует и проявляется.

Данные естественных наук, анализируемые и синтезируемые на уровне философских обобщений, позволяют считать, что симметрия и асимметрия, их единство и «борьба» играют особую роль в живой и неживой природе, отражая объективные свойства материального мира.

Основой учения о симметрии является универсальный принцип симметрии П. Кюри. Применение его при анализе природных объектов, по И. И. Шафрановскому [1968], обусловлено тем, что среда налагает свой отпечаток на формирующийся в ней объект; симметрия среды накладывается на симметрию объекта; часть элементов собственной симметрии объекта внешне исчезает, и форма тела, созданная в результате такого воздействия среды, сохраняет только те элементы собственной симметрии, которые совпадают с элементами симметрии среды.

Именно этим исчезнувшим элементам собственной симметрии, как индикаторам и творцам явлений, П. Кюри придавал особое значение, называя их дисимметрией.

Видимо, во взаимосвязи симметрии и дисимметрии эндо- и экзогенных процессов и явлений следует искать одну из основных причин формирования и преобразования рельефа.

В этом заключается громадное эвристическое значение принципа симметрии при разработке и обосновании основных концепций геоморфологической теории.

Учение о симметрии должно определять общие методологические требования при формулировании гипотез геоморфогенеза, при разработке классификаций и решении конкретных практических задач.

Понимая под симметрией категорию, обозначающую, по В. С. Готту [1972], процесс существования и становления тождественных моментов в определенных условиях и в определенных отношениях между различными и противоположными состояниями явлений, необходимо учитывать многообразие видов проявления симметрии в природе и диалектическую связь симметрии и асимметрии.

В кратком изложении не представляется возможным охватить все стороны и разнообразие проявления принципа симметрии применительно к анализу рельефа.

В качестве примера можно привести обоснование необходимости симметричного подхода к анализу поперечных профилей долин как отражения неотектонических движений.

Согласно принципу симметрии П. Кюри, все материальные объекты, находящиеся в поле земного тяготения, должны наследовать его симметрию. Идеальная симметрия поля тяготения Земли обладает элементами симметрии шара, а любая точка земной поверхности под влиянием силы земного тяготения получает «симметрию конуса» [Шафрановский, 1968]. Развивая это положение, И. И. Шафрановский [1968] отмечает, что «симметрия конуса» (радиально-лучевая) накладывается на внешнюю симметрию и, что особенно важно, на фигуру любого объекта, формирующегося в данной точке в вертикальном направлении. Вместе с тем все то, что растет и движется горизонтально или наклонно по отношению к земной поверхности, подчиняется билатеральной симметрии, т. е. обладает единственной плоскостью симметрии, представляющей одну из бесчисленных плоскостей конуса, сохраняющуюся в объекте по принципу П. Кюри.

Рассматривая с этой точки зрения поперечные профили долин, как результат движущегося по наклонной плоскости в поле тяготения потока, можно изучить поведение билатеральной, или, правильнее, гомологической, плоскости симметрии в пространстве и сравнить симметрию поперечного профиля долины с симметрией пересекаемых долиной структурных форм. Технически решение этой задачи сводится к определению «коэффициента гомологичности» [Токарский, 1975], представляющего собой $\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{h}$, где α — угол отклонения гомологической плоскости от мнимой плоскости симметрии; h — глубина долины; l — проекция гомологической плоскости. Указанные параметры легко определяются по топографической карте.

Приведенный пример показывает, что, рассматривая рельеф как четырехмерный пространственно-временной континуум, представляющий собой относительное единство симметричных и диссимметричных элементов, в совокупности с симметрией физических и тектонических полей и напряжений, можно существенно расширить рамки теоретических и практических исследований рельефа.

В ближайшей перспективе открываются возможности симметричного историко-генетического подхода к изучению рельефа.

Вместе с тем следует отметить, что, несмотря на кажущуюся простоту учения о симметрии, здесь еще много нерешенных вопросов и дискуссионных положений как в философском, так и в естественно-научном плане.

РЕЛЬЕФ КАК ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОМОРФОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОГО ПОДХОДА В ЕГО ИЗУЧЕНИИ

С проблемами системно-формационного и структурно-климатического подхода к познанию рельефа тесно связаны вопросы соотношения эндо- и экзогенных факторов в его генезисе, определения предмета изучения геоморфологии как науки и схема ее дифференциации. Слабо разработанной остается ороморфографическая классификация форм земной поверхности, эндогенетическая основа дискретного деления форм рельефа по ранговости и порядковости. Анализируя опубликованные материалы, следует отметить, что эти вопросы в той или иной степени затрагиваются, но часто отмечаемая дискуссионность и противоречивость высказываний свидетельствуют о незавершенности поставленных проблем. К сожалению на пленуме Геоморфологической комиссии практически не рассматривались вопросы формационного подхода. Неосвещенными оказались также теоретические основы применения геоморфологических методов в решении крупных народнохозяйственных программ, в частности для целей локального прогнозирования минеральных ресурсов.

Одним из серьезных недостатков общей теории является неоднозначность трактовки самого понятия рельеф, а отсюда и определений его системно-структурных и формационных категорий, в частности такой категории, как морфоструктура. Понятие рельефа как какого-то объема (пласта земной коры), заполненного горными породами, методологически неверно. Во-первых, в этом случае не конкретны его нижние границы; во-вторых, объемные тела литосферы, в том числе и формы этих тел, являются предметом изучения геологии и тектоники. Рельеф как предмет изучения геоморфологии, вероятно, можно было бы определить как поверхность контакта между геолого-тектоническими структурами литосферы и взаиморасположением структурных неоднородностей атмосферы и биосферы. Морфология этого контакта — продукт взаимопроникновения, взаимодействия этих материальных оболочек. При подобном определении предмета изучения вовсе не происходит отрыв содержания от формы. Геоморфологи при исследовании рельефа обязаны учитывать эндогенный субстрат, закономерности его развития точно так же, как и процессы, происходящие в географической оболочке; но это будет только метод изучения самого рельефа, а не предмет изучения науки о земной поверхности.

В связи с вышеизложенным представляется беспредметным спор о преобладании тех или иных (эндо- или экзо-) факторов в происхождении рельефа. Видимо, несостоятельна и неправомочна постановка самого вопроса, поскольку в происхождении рельефа как поверхности, а не тела, методологически неверно отдавать предпочтение тем или другим причинам, можно лишь говорить о степени конформности или дисконформности рельефа геолого-тектоническим структурам. Тектоника и геологический субстрат определяют (но не преобладают в происхождении) плановое взаиморасположение, высотное положение и конфигурацию важнейших крупных структурно-геоморфологических единиц. Экзогенные же факторы определяют степень эрозионного расчленения поверхности, скорость денудации и перемещения масс рыхлых горных пород, их пространственное перераспределение, морфологический тип мезо- и микро-рельефа. В формировании крупных форм рельефа экзогенные факторы имеют не меньшее значение, чем эндогенные, даже если подходить к этой проблеме с «объемно-вещественной» стороны, хотя бы потому, что объемы материала, денудированного с какой-либо положительной тектонической структуры, как правило, больше объема массы отвечающего ей горного хребта, особенно в случае длительного унаследованного развития региона.

Сказанное не отрицает исследование проблем, связанных с анализом балансов вещества и энергии при изучении рельефа и его динамики.

В области структурной геоморфологии наиболее перспективным направлением, вероятно, является учение о геоморфологических формациях (в понимании Н. А. Флоренсова) как пример системно-формационного подхода к познанию рельефа. Решая обратную задачу, от рельефа к эндогенному субстрату и его рудоконтролирующим и рудоконцентрирующим структурам, можно подойти к прогнозированию минерализации и решению целого ряда прикладных вопросов. Вещественное понимание геоморфологической формации не входит в противоречие с определением рельефа как поверхности, поскольку формация есть не рельеф, а лишь его эндогенный (структурно-геоморфологический) субстрат или потенциал.

На примере формационного геоморфологического анализа инъективных магматогенных дислокаций Забайкалья и Верхнего Приамурья формулируются следующие положения:

1. Заложение структурных форм рельефа региона связано с формированием в палеозое сети субпараллельных глубинных разломов северо-восточной и субширотной ориентировки, определившей размещение зон магматизма линейного типа. Овалообразные и линейные сводовые поднятия обусловлены инъективной тектоникой, связанной с внедрением крупных масс гранитоидов. Начиная с палеозоя структурный план региона (геоморфологический потенциал) практически не изменяется вплоть до настоящего времени. Унаследованность развития структур и их активная выраженность в рельефе в сочетании с низкой механической устойчивостью пород гранитного состава к экзогенным факторам позволяют предполагать существование под сводовыми поднятиями современных магматогенерирующих очагов, приращивающих массы гранитного материала в корнях гор и способствующих их воздыманию.

2. Выделяемая геоморфологическая формация инъективных магматогенных дислокаций является ведущей в регионе. Она определяет основной облик рельефа, его орографический план, предопределяет процесс горообразования, характер и типы литодинамического потока и отражает в вещественном, структурном и геоморфологическом виде орогенный геотектонический режим эпикратонного основания региона. Данная формация представлена сводовыми, блоково-купольными поднятиями и сопряженными впадинами, овегцествленными в геологическом субстрате — батолитами, малыми интрузивными телами, дайковыми комплексами, эффузивными образованиями, рудными и россыпными месторождениями.

3. Формационный анализ, основанный на системно-структурно-вещественном принципе, позволяет через установленные геолого-тектонические рудоносные структуры, находящие в данной формации прямое выражение в рельефе, выявить ряд типов вертикальной и горизонтальной эндогенной рудной зональности, а также комплекс рудоиндикационных форм рельефа. Это дает возможность использовать формационный анализ как дополнительный критерий при перспективной оценке территорий на тот или иной вид минерального сырья. Предлагается рассматривать элементы зонального распределения рудной и россыпной минерализации относительно купольно-депрессивной кинематической пары для трех иерархических уровней:

сводовое поднятие — металлогеническая область или рудный район;

купольное поднятие — рудный узел;

блоково-купольное поднятие — рудное поле, месторождение.

О СИСТЕМНОМ ПОДХОДЕ К ВЫДЕЛЕНИЮ ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОРОГЕНОВ

В основе представления о внутриконтинентальных орогенах лежит систематизация знаний об эволюции горообразования (в рамках теории тектоники литосферных плит) Срединно-Азиатского горного пояса, пересекающего от Памира до Верхоянья Центральную и Северную Азию. Как известно, с точки зрения системного анализа любой геоморфологический объект представляет собой не просто множество более мелких деталей, а прежде всего совокупность деталей, находящихся в различных отношениях и связях между собой и образующих определенную целостность, единство [Кашменская, 1980]. В свою очередь, данный объект является неотъемлемой частью системы более высокого таксономического уровня.

Следуя этому принципу, мы должны признать, что все выделяемые нами формы рельефа в зависимости от масштабов и задач исследований образуют ту или иную геоморфологическую систему с характерными для нее генетическими признаками.

К рангу высших морфоархитектурных элементов (систем. — А. Т.) Земли наряду с океаническими и континентальными плитами относятся и разделяющие их зоны шовных структур. Последние характеризуются наивысшим энергетическим потенциалом и активнейшим проявлением горообразовательных процессов, обусловленных горизонтальными перемещениями литосферных плит [Герасимов и др., 1974].

Векторы перемещений определяют формирование активных (дивергентных) и пассивных (конвергентных) граничных структур, т. е. явления сжатия и связанное с ним горообразование рассматриваются в тесных причинно-следственных отношениях с раскрытием зон спрединга. В качестве примера подобных межконтинентальных шовных зон в ряде работ приводится Средиземноморско-Гималайский горный пояс, возникший в результате коллизии ряда крупных литосферных плит. По сравнению с ним Срединно-Азиатский ороген более удален от активных континентальных окраин и формируется в зоне сочленения континентальных плит, что и отражено в его названии — Срединно-Азиатский внутриконтинентальный орогенный пояс, трассирующий одноименную шовную зону.

В этой терминологии прежде всего подчеркивается подобие механизма горообразования, связанного в обоих случаях прямо или опосредованно со столкновением литосферных плит Индостана и Тибета, следствием чего, собственно, и явилось образование Гималайского орогена и генерирование остаточных напряжений далее в северо-восточном направлении [Molnar, Tapponnier, 1975]. Такой механизм орогенеза объясняет кайнозойский вулканизм и аномально высокую сейсмичность Западной Монголии, прилегающей к Тибетской плите. При достижении широтных ограничений Сибирской плиты эти напряжения вызывают рой землетрясений с векторами сжатия, не характерными для рифовых структур. Соответственно на юго-западном фланге Байкальской рифтовой зоны, расположенном ближе к энергетическому источнику, масштабы горообразования превосходят подобные процессы на северо-восточном фланге. В этом же направлении убывает площадь кайнозойских вулканитов.

Горообразование вдоль восточного Верхоянского ограничения Сибирской плиты связывается с развитием Охотско-Чукотского вулканогенного пояса как древней континентально-океанической зоны, активизация которой относится к позднему мезозою. Такой возраст объясняет малую амплитуду современного рельефа Верхоянского звена орогена и невысокую его сейсмичность, что в сочетании с эмбриональным вулканизмом Момского рифта фиксирует уже новую стадию орогенеза, характерную для субмеридиональных ограничений Сибирской плиты.

Говоря о преимуществе и дальнейших перспективах данного направления, надо прежде всего отметить возможность логического объяснения многих геолого-геофизических и геоморфологических особенностей строения Срединно-Азиатского орогена в тесной связи с эволюцией горообразования всего Азиатского континента. Ведь не случайно орогенез характерен только для южных и восточных контуров Сибирской плиты, обращенных к активным континентальным окраинам. В структуре шовной зоны это взаимодействие выражено в надвигании древних пород горно-складчатого обрамления на мезо-кайнозойские отложения предгорных прогибов, что однозначно свидетельствует о преобладании здесь режима сжатия.

Передаче упругих напряжений благоприятствует существование в основании земной коры орогена астеносферных линз, выполняющих роль «смазочного» слоя. При интерпретации известных геофизических материалов область аномальной мантии под Байкальской рифтовой зоной пространственно увязывается с коромантийными процессами, происходящими в Индо-Гималайской и Тихоокеанской шовных зонах [Рогожина, Кожевников, 1979; Ушаков, Галушкин, 1979; Pollack, Chapman, 1977].

Вместе с тем единая природа Срединно-Азиатского орогена не отрицает асинхронности развития его составных элементов, но во всех случаях эти процессы в той или иной степени увязаны с рельефообразованием смежных регионов как единой системы. При ином подходе, исследуя эволюцию морфогенеза на самом детальном уровне, мы не сможем выявить более общие закономерности развития, выходящие за территориальные рамки, но имеющие прямое отношение к объекту исследования, — и в этом преимущество системного анализа.

Слабым звеном в этом направлении большинство оппонентов признают невозможность столь дальней трансформации энергии, индуцируемой активными континентально-океаническими шовными зонами. Отсутствие прямых геофизических наблюдений ставит две точки зрения — «за» и «против» — в равное положение. Между тем, следуя категориям формальной логики, изучающим причинно-следственные связи системы, мы вправе принимать горообразование в данной шовной зоне как следствие условно неизвестных внешних факторов орогенеза.

С позиций традиционной «вертикальной» тектоники невозможно объяснить формирование в рельефе шовных зон ориентированных надвиговых структур, сочетание рифтогенных процессов со структурами сжатия и многие другие особенности геолого-геоморфологического строения Срединно-Азиатского горного пояса. И наоборот, весь изложенный материал однозначно свидетельствует о том, что все многообразие рельефа исследуемой территории логически предопределено существованием внешней энергии рельефообразования с доминантой горизонтальных движений, имеющих два смещенных во времени основных вектора северо-восточного и западного направлений.

Возникает задача систематизации с единой методологической позиции сведений о морфоструктуре орогенных зон с выделением трансформных элементов. Немалую помощь в этом может оказать использование данных аэрофотосъемок разного масштаба и космических снимков, позволяющих получить объективные разномасштабные генерализации рельефа.

Как следует из всего данного материала, геоморфологические аспекты тектоники плит неразрывно связаны с применением системного подхода к познанию пространственных закономерностей строения рельефа. В этом и сходство выдвинутых в повестку XVII пленума Геоморфологической комиссии вопросов. Единственное исключение представляет морфоклиматическое направление, ибо на уровне масштабных геоморфологических построений приходится большей частью абстрагироваться от морфоскульптурных деталей рельефа, хотя и они опосредованно связаны с амплитудой и направленностью главных факторов рельефообразования.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОНЯТИЙНОЙ СИСТЕМЫ СТРУКТУРНОЙ ГЕОМОРФОЛОГИИ

В основу настоящей статьи положены результаты исследований геоморфологической терминологии, опубликованные Геоморфологической комиссией АН СССР («Материалы по геоморфологической терминологии»). Создание каталогов и терминологических справочников — первый этап работы по упорядочению терминологии. Второй этап — рассмотрение и систематизация стоящих за терминами понятий и упорядочение понятийных систем геоморфологии в целом и ее частных направлений. Именно понятия являются главными носителями знания, состояние понятийной системы определяет качество вновь получаемой информации.

Существует несколько родственных или подобных по объекту, задаче и методам исследований частных научных направлений, обозначаемых следующими терминами: анализ морфологический, анализ морфоструктурный, анализ морфотектонический, геоморфология структурная, геоморфотектоника, морфотектоника, оротектоника, тектоорогения, неотектоника новейшая тектоника, анализ геолого-морфологический. Отношения реальных содержаний понятий, скрывающихся за указанными терминами, пересказом определений выяснить трудно. Попробуем, применяя дедуктивные рассуждения, выявить эти отношения другим, более быстрым способом. Эти научные направления осуществляют связь между геоморфологией и геологией. Они решают задачи в системе «рельеф — геологическая структура». При изучении отношений в этой системе возможны только три пути: изучение взаимосвязей (пространственных, генетических) между формами рельефа и элементами геологической структуры (прямая задача); использование рельефа для получения геологической информации (обратная задача); геолого-геоморфологический синтез. Первый путь обычен при построении моделей развития и происхождения рельефа и выявлении парагенетических связей рельефа и геологической структуры. Второй путь — морфотектоника (неотектоника). Третий реализуется изучением комплексных геолого-геоморфологических образований, объединенных единством развития и выделяемых с использованием особых исходных принципов, например принципа конформности [Худяков, 1977]. Реальность существования этих трех путей позволяет достаточно ясно определить, какими терминами обозначают исследователи соответствующие научные направления.

Понятийная система структурной геоморфологии функционирует с учетом реальности трех частных научных направлений и, несомненно, обладает иерархической структурой. В развитых понятийных системах существует ограниченное число основных понятий, которые являются исходными в формировании производных понятий. Считается, что, чем меньше исходных понятий, тем устойчивей и работоспособней вся понятийная система [Харвей, 1974]. Однако выделение исходных понятий из общей их массы — труднейшая задача. Это обусловлено внешней «обычностью» и кажущейся простотой (определения исходных понятий должны быть простыми и краткими, но создание краткого и простого определения всегда на порядок труднее сложного и многословного) и частой употребляемостью исходных понятий, что как бы затушевывает их действительное значение.

Любое научное направление в основе теоретических представлений обычно несет некоторую идею, часто являющуюся исходным утверждением (аксиомой, постулатом). В ясной форме исходная идея современной геоморфологии изложена Н. А. Флоренсовым [1978а, б]. Это идея о литодинамическом потоке, под которым подразумевается круговорот массы энергии в теле Земли, определяющей строение и развитие ее поверхностных зон и разделяющих их границ. Этой идее практически подобен один

из геоморфологических законов Д. А. Тимофеева [1972]. Если принять идею о литодинамическом потоке за исходный постулат геоморфологии, то в массе геоморфологических понятий можно выделить два основных, характеризующих зримые (реальные) эффекты действия потока. Это понятия о рельефе и коррелятивных отложениях, которые определяют основной и вспомогательный объекты как геоморфологии в целом, так и частных ее направлений.

Понятия о рельефе и коррелятивных отложениях, будучи основными для геоморфологии в целом, являются сквозными для частных ее научных направлений. Однако функциональная роль их различна. Если на основе понятия о рельефе формулируются исходные понятия частных научных направлений, то понятие о коррелятивных отложениях действительно имеет сквозной характер, не изменяется и практически не используется при создании производных геоморфологических понятий. Оно имеет геологический смысл, специализированно приспособленный к нуждам геоморфологии.

Переходя к рассмотрению исходных понятий непосредственно структурной геоморфологии, необходимо сказать следующее. Если основные понятия геоморфологии характеризуют основной и вспомогательный объекты этой науки, то следует ожидать, что исходные понятия частных направлений должны определенно указывать на их цели и задачи. Например, одно из основных понятий структурной геоморфологии — понятие «морфоструктура». История возникновения его общеизвестна. Оно сразу же стало ключевым в структурно-геоморфологических исследованиях. Широкое употребление этого понятия имело и негативную сторону — понятие стало столь многозначным, что при составлении терминологического справочника оказалось возможным, даже при известной сдержанности, привести более 20 (!) определений. В использовании понятия «морфоструктура» могут быть два альтернативных решения. Можно это понятие считать основным для структурной геоморфологии вообще и использовать для обозначения выделяемых элементов при реализации любого из трех указанных выше направлений науки.

Другое решение — понятие «морфоструктура» определяется как форма рельефа, отражающая особенности геологической структуры [Герасимовым, 1959]. В данном случае это понятие имеет значение основного для первого пути структурной геоморфологии (от структуры к рельефу). В таком содержании понятие о морфоструктуре может быть использовано в качестве основного и при геолого-геоморфологическом синтезе, хотя и здесь возникает необходимость в обособлении понятийном и терминологическом, что частично реализовано появлением термина «геоморфоструктура» [Худяков, 1977].

Решение обратной задачи (от рельефа к геологической структуре) структурной геоморфологии имеет геологический смысл. Оно заключается в изучении рельефа с целью выделения определенного рода структурных элементов, созданных преимущественно молодыми тектоническими процессами и в условиях сложившейся геологической структуры. Здесь отмечается полная аналогия с выделением геологических тел или структурных форм по геофизическим данным. По некоторым свойствам рельефа выделяются структурные формы, реконструируются тектонические процессы, в том числе амплитуды молодых тектонических движений. Каким же термином обозначить структурные формы, выделяемые по геоморфологическим данным? Довольно часто они обозначаются термином «морфоструктура», что вряд ли целесообразно. Возникает многозначность понятия в мере, способствующей появлению логических ошибок или тавтологии в определении понятий, в структурно-геоморфологических построениях. Желательно также обозначать структурные формы, выделяемые по геоморфологическим признакам, термином, подчеркивающим их геологическое значение и родственность дислокациям геологических тел и границ. Поэтому представляется целесообразным в качестве исходного ис-

пользовать понятие о неотектонической форме — структурной форме, выделенной по геоморфологическим признакам [Уфимцев, 1977].

В геоморфологии используется, видимо, еще одно сквозное понятие, как и понятие о коррелятных отложениях, специализированно приспособленное к использованию геологической информации. Это понятие о конформном комплексе — совокупности геологических тел и дислокаций, образующих вместе с формами рельефа некоторое органическое единство. Оно выделено относительно недавно [Худяков, 1977] и пока сформулировано недостаточно ясно. Задача дальнейших теоретических изысканий состоит в обосновании однозначных правил и процедур выделения из общей геологической структуры тех ее элементов, которые конформны формам современного рельефа.

В. Ф. ФИЛАТОВ

О ПРИРОДЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В ГЕОМОРФОЛОГИИ

Глобальные формы рельефа Земли (материковые выступы и океанические впадины) являются обращенными по отношению к формам залегания базальтового слоя [Филатов, 1982]. На суше наличие обращенного рельефа объясняется обычно более интенсивной экзогенной деструкцией сводов поднятий. Для рассматриваемых форм такой механизм неприменим. Остается предположить, что тела материковых массивов возникли путем накопления сносимого с окружающих поднятий материала, что соответствует современным представлениям о первично-осадочном генезисе большей части объема слагающих материк породы. Этому предположению, на первый взгляд, противоречат два обстоятельства: материковые выступы возвышаются над дном океанов, а перенос осадков в массовом количестве снизу вверх невозможен; массовая денудация дна океанов невозможна также потому, что оно перекрыто мощным слоем слабоподвижной гидросферы. Эти возражения для современного состояния рельефа твердой Земли и при условии наличия гидросферы выглядят вполне убедительно. Однако в катархее поверхность Земли по любой из существующих гипотез ее образования была достаточно разогрета, чтобы большая часть гидросферы находилась в газообразном состоянии. По мере остывания планеты начали выпадать горячие дожди, которые, как указывала еще Н. В. Фролова, должны были вызвать ультралатеритное выветривание. Последнее и обеспечило химическую дифференциацию материала, слагающего базальтовую кору Земли. Средний состав осадков, накапливавшихся в первичных геосинклиналиях, был более близок к гранитному, т. е. отличался от базальтового прежде всего большими содержаниями кремнезема и щелочей — обычных компонентов выноса из латеритных кор выветривания. Позднее произошли гранитизация и складчатость этого осадочного материала, вызвавшие превращение протogeосинклиналий в линзообразных масс в материковые массивы, имеющие положительное выражение в рельефе.

После перехода большей части воды из атмосферы в жидкую фазу процесс образования новых материков прекратился, и далее происходило лишь их расширение за счет накопления в окраинно-геосинклиналиях прогибах сносимого с суши материала с последующим его смятием и гранитизацией.

Системный подход в геоморфологии, интенсивно развивающийся в последние годы, на пленуме нередко квалифицировался как «системно-

формационный». Связано это, очевидно, с тем, что Э. М. Хворостова и О. В. Кашменская к изучению геоморфологических формаций привлекли метод «баланса масс», который позднее в их работах стал играть роль важнейшей составляющей системного подхода. Однако использование одного методического приема возможно и при изучении различных объектов, а поэтому не может само по себе служить основанием для идентификации их между собой — в данном случае понятий геоморфологическая система и геоморфологическая формация. Термин «формация» заимствован из геологии Н. А. Флоренсовым. В геологии же трудно найти более запутанную (с позиций терминологии) проблему, чем формационная. Под геологическими формациями понимаются ассоциации горных пород, объединенных генезисом, составом, рудной специализацией, парагенезом, общностью тектонической или климатической обстановки формирования и т. д. Несмотря на разногласия, во всех определениях остается общее — «ассоциация горных пород». Следовательно, понятие «формация» в геологии объединяет статически существующие объекты, а не сами процессы их образования. По-видимому, это основное свойство понятия «формация» должно быть сохранено и при перенесении его в геоморфологию, где под ним следует подразумевать ассоциацию форм рельефа, объединяемых общностью морфологии или генезиса, единством тектонических или климатических условий образования и т. д., в зависимости от целей исследования.

Другим свойством, учитываемым при выделении формаций, в геологии является единство времени формирования. Хотя при определении понятия на это обычно не обращается внимания, при выделении конкретных формационных подразделений никогда в единое тело не объединяются, например, девонские и палеогеновые пески, кембрийские и четвертичные глины, хотя они могут находиться рядом, вплоть до соприкосновения на поверхности стратиграфического несогласия или дизъюнктивного нарушения. По-видимому, возрастная индексация должна быть обязательным атрибутом при составлении карт геоморфологических формаций. Этим свойством ассоциация форм рельефа, называемая формацией, отличается от другой ассоциации форм — типа рельефа, выделение которого ведется по тем же признакам (генетическая или морфологическая общность, но без учета общности времени формирования).

Из сказанного следует, что геоморфологическая формация является элементом ретроспективно-статической модели рельефа твердой Земли. В то же время системный подход рассматривает прежде всего динамические связи между элементами. Потому он и быстро завоевывает признание. В настоящее время возникла практическая потребность изучения экзогенных процессов, где обойтись без рассмотрения их динамических взаимосвязей невозможно. Только при системном подходе удастся вывести из этих связей эмерджентные свойства, которые необходимо учитывать при прогнозировании направления развития рельефа.

Формационный же анализ — путь изучения и классификации рельефа твердой Земли на более высоком уровне систематики, чем выделение однородных поверхностей и форм рельефа, — на уровне выделения генетически или морфологически однородных и одновозрастных ассоциаций форм рельефа, и вводить его в название нового подхода наряду с термином «система» не следует.

О ВЗАИМОСВЯЗИ СТРУКТУРНОГО И КЛИМАТИЧЕСКОГО ПОДХОДОВ К ПОЗНАНИЮ РЕЛЬЕФА

Основное положение современной геоморфологии гласит, что рельеф земной поверхности образуется путем взаимодействия эндо- и экзогенных факторов. Отдельные исследователи, начиная с М. В. Ломоносова, говорили об этом давно, многие еще 40—50 лет назад продолжали считать геоморфологию чисто географической наукой и объясняли происхождение рельефа главным образом как результат действия внешних рельефообразующих процессов, а внутреннему, тектоническому, фактору отводили роль статиста, т. е. считали, что рельеф формируется в результате проявления тех или иных экзогенных процессов на готовой и неизменяющейся геологической основе.

Современная геоморфология изучает рельеф Земли в историческом развитии, при этом его следует рассматривать как трехмерное геоморфологическое тело (форму), существующее в четырехмерном пространстве — времени, ограничивающее своими поверхностями одно или несколько геологических тел. Рельеф — это геоморфологическое пространство, организованное ограничениями геологических тел.

Сверху геоморфологические тела ограничены наземной поверхностью, а снизу — погребенной поверхностью (перерывом в отложениях), разделяющей геологические тела. Наиболее крупные геоморфологические тела — континенты и океанические впадины — имеют подошву на границе Мохоровичича, внедряясь в верхи мантии. Корни мегаформ рельефа прослеживаются во всей толще тектоносферы. Установление генетических и пространственно-временных связей наземной поверхности рельефа со структурами лито- и астеносферы последовательно и неуклонно ведет к объемным представлениям о рельефе. Поэтому в старое понятие рельефа как поверхности проникает новое содержание с объемными и плотностными характеристиками земной коры и тектоносферы в целом.

Рельеф Земли во всем своем многообразии возникает и развивается в результате сложного взаимодействия двух групп сил — космических и планетарных. Последние, в свою очередь, делятся на эндо- и экзогенные, действующие внутри и на поверхности нашей планеты. Указанные процессы идут в непрерывно изменяющихся полях Земли: гравитационном, термодинамическом и электромагнитном.

Наибольшее влияние на формирование рельефа Земли в прошлом и настоящем оказывает изменение гравитационного поля, обусловленное сложным сочетанием средневзвешенной объемной плотности горных пород, слагающих земную кору и тектоносферу в целом.

Взаимодействие эндо- и экзогенных процессов рельефообразования определяется разностью геопотенциалов. Ведущими в этом взаимодействии являются эндогенные, т. е. тектонические, магматические, метаморфические процессы. Они определяют соответствующее проявление экзогенных сил, но, и это важно подчеркнуть, и эндо-, и экзогенные факторы имеют примерно одинаковое значение при формировании рельефа от самых крупных его форм до мелких.

Экзогенные факторы проявляются как процессы аккумуляции или денудации. Аккумуляция преобладает в пониженных частях континентов, особенно на шельфе и континентальном подножии. Процессы денудации при прочих равных условиях наиболее интенсивно протекают в горных странах, где наблюдаются большие градиенты между крайними высотами, приуроченными к водораздельным хребтам и долинам.

Земля как космическое вращающееся тело испытывает непрерывно меняющиеся напряжения, создающие различного рода трещины и разрывы в коре. По трещинам расширения, сбросам и раздвигам развиваются долины, а по трещинам сжатия, взбросам и надвигам — водоразделы.

Сказанное относится к крупным и небольшим по размерам долинам и водоразделам, а также и к другим элементам морфоструктуры, которые и сейчас еще нередко определяются как только экзогенно обусловленные формы рельефа.

На самом деле нет рельефа преимущественно экзогенного или эндогенного. Весь он эндогенно-экзогенный. Поэтому неправильно при анализе рельефа отдавать предпочтение одному из этих факторов, например, считать, что крупные формы рельефа — это в основном структурные категории, а мелкие — климатические. И те и другие — структурно-климатические категории, других быть не может. Важно лишь при анализе рельефа определить удельный вес каждой из двух составляющих. Для этого необходимо изучать соответствующие процессы — от общепланетарного масштаба их проявления до сугубо местного, локального и не только в качественном, но и в количественном отношении.

Структурный и климатический подходы в этом анализе сливаются в один — историко-генетический. Трудности его применения на современном этапе заключаются в недостаточной разработке методов количественной оценки взаимодействия рельефообразующих факторов.

Г. И. ХУДЯКОВ

О НЕОБХОДИМОСТИ ЕДИНСТВА НАПРАВЛЕНИЙ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАЗВИТИИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

Дискуссия, организованная на XVII пленуме Геоморфологической комиссии, является по существу дальнейшим развитием обсуждения проблемы содержания, направлений и задач нашей науки, начатого в журнале «Геоморфология». Это обсуждение вскрыло спорные и нерешенные вопросы в геоморфологии и позволило наметить некоторые ориентиры для продолжения дальнейшего его развития.

В журналах и монографических работах [Лазаревич, Астахов, 1982; Кашменская, 1980; и др.] нередко высказывается мысль о кризисе современной геоморфологии, о возрастающем разрыве между накоплением фактов и их теоретическим объяснением. Прежние теоретические концепции, мол, не подтверждаются новыми фактами, а новые объясняют лишь часть фактов, чаще всего противоречат друг другу, а не дополняют. В настоящее время подобная ситуация в решении многих проблем геоморфологии, очевидно, типична. Можно согласиться, что единой, общепризнанной теории геоморфологической науки до сих пор нет, хотя и явно оформляется сама теоретическая геоморфология. Но в ней пока еще отсутствует общая концепция планетарного геоморфогенеза, способная систематизировать имеющийся громадный фактический геоморфологический материал. Все это, однако, не дает существенных оснований для сомнений в дееспособности собственных геоморфологических методов исследований или, как это часто происходит при геоморфологическом анализе, замены сложнейшего анализа геоморфологической системы изучением преимущественно ее экзо- или эндогенной составляющей.

Наши порой резкие несогласованности и споры, а зачастую и просто недоговоренности об объекте и предмете наших исследований, об их внешних и внутренних (геосферных) границах, происхождении и возрасте основных геоморфологических категорий обусловлены, как представляется автору, прежде всего отсутствием у каждой спорящей школы крупнейших теоретических работ с фундаментальным логическим и фактологическим основанием. Мы слишком спешим высказать личное отношение к геоморфологии, избегая ответственных и трудоемких работ по созданию ее

фундаментальных основ с обязательной и убедительной практической проверкой.

Много тратится сил и времени и на обсуждение быстропреходящих работ, являющихся чаще всего «транзитным материалом». Глубокое «захоронение» незначительной отобранной его части в фундаментальные основы формирующейся теории идет и сейчас. Но когда будет в этом отношении качественный скачок — создание теоретических основ геоморфологии? Поэтому нужно, не мешкая и не распыляясь на временно престижные частные работы, начинать стратегически последовательно осуществлять направленные фундаментальные исследования. По-видимому, не будет ошибочным мнение о том, что у нас пока нет последовательно осуществляемой стратегической программы фундаментальных исследований теоретических основ геоморфологии. Мы слишком торопимся сказать свое слово о науке, стремимся быстрее сделать хотя небольшое, но свое открытие и поэтому невольно перескакиваем через обязательную для всех нас фундаментальную ступень познания геоморфологической структуры. Так было, например, даже с теперь уже знаменитой пятнадцатитомной монографией по истории развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Перед ретроспективным изучением рельефа должны быть обязательный анализ и затем синтез структуры рельефа с выработкой единой или близкой к ней картографической и описательной системы представлений о статических и динамических характеристиках современного рельефа. И только по прошествии пяти-семи лет после публикации последнего тома монографии мы начали работать над созданием коллективной монографии «Рельеф Сибири и Дальнего Востока».

И все же подобное состояние нашей науки закономерно. Это не кризис, а напряженный, хотя и не очень целенаправленный, поиск каждым научным коллективом своих оригинальных решений на пути к созданию теории геоморфологии. Не стоит сейчас перечислять все действующие у нас в стране геоморфологические школы, направления и яркие индивидуальные «аномалии» и характеризовать их научное содержание. Это было в целом сделано в передовой статье журнала «Геоморфология» № 4 за 1982 г.

Данный поиск выявил прежде всего потребность в создании представлений о геоморфологических системах как своего рода исходных начал, призванных дать наиболее полную классификацию геоморфологических структур и механики их развития. Большую роль в этом отношении сыграли работы И. П. Герасимова [1970а, б], Н. А. Флоренсова [1978а, б], О. В. Кашименской [1980, 1982], З. М. Хворостовой [1976], З. М. Хворостовой и Л. С. Миляевой [1982], В. А. Николаева [1982] и других. Выразителем идеи единства научных направлений в определении места геоморфогенеза в природных процессах явилась представленная А. А. Лукиным и С. С. Гудымовичем [1982] схема-модель причинно-следственного соподчинения основных геосфер как факторов морфогенеза. Условия развития геоморфологической структуры определяются в этой схеме в зависимости от динамики экзо- и тектоносферы с ее региональными геофизическими полями. Возможно, подобная связь более глубинная, вплоть до нижней мантии и ядра [Ежов, Худяков, 1982а, б]. Поэтому изучение геоморфологических структур как объемных категорий проводится нами от их рельефа и вплоть до конформных ему структуры и вещества статических и динамических геологических тел на всю возможную физическую глубину, необходимую для понимания природы внешних ограничений — рельефа земной поверхности. Свойственная этому направлению геоморфологических исследований якобы чрезмерная геологизация, как это отмечается в ряде критических замечаний, вполне естественна и оправдана, так как только в системе «рельеф — структура — вещество геологических тел» может быть дано объяснение рельефу литосферы Земли. Мы доказываем, что только при изучении поверхностно-глубинных структур и возможно создание теории геоморфологии с оптимальным использованием ее для прикладных целей.

В этих построениях рельеф — предмет исследований, направленных на изучение основного объекта — геоморфологической структуры. Геоморфологическая структура — выраженная в рельефе земной поверхности геологическая структура или геологическая структура с конформным ей рельефом земной поверхности. Она образована неразрывным сочетанием морфоструктуры и морфоскульптуры, имеющих свое собственное однородное и однопорядковое пространство. Морфоструктура — эндогенно обусловленный геолого-геоморфологический комплекс конформно взаимосвязанных статических геологических тел и синхронных им форм рельефа. Морфоскульптура — экзогенно обусловленный геолого-геоморфологический комплекс конформно взаимосвязанных статических и динамических геологических тел и форм рельефа.

Автор рассматривает рельеф не как объемную категорию (по мнению многих геоморфологов [Лоскутов, Филатов, 1978; и др.]). Это лишь поверхность геоморфоструктуры. Часто, хотя и косвенно, отражается эта мысль в работах И. Г. Черванева [1982а, б и др.], анализирующего основные структурные линии рельефа — тальвеги и водоразделы — его «скелетную» основу. И. Г. Черванев исследует рельеф не как объемное тело. Такова позиция А. Н. Ласточкина и Ю. М. Миханкова. Включать же в понятие рельефа «твердой Земли» часть пространства, ограниченного поверхностью раздела литосферы с водной и воздушной оболочками Земли, с одной стороны, и поверхностью геоида — с другой [Лоскутов, Филатов, 1978], как представляется автору, нет оснований. Во-первых, рельеф — не только высшая категория континентальных и океанических неровностей Земли, в анализе которых только и можно использовать поверхность геоида. Более низкопорядковые, особенно экзогенные геоморфологические образования не имеют столь прямого отношения к геоиду. Во-вторых, указанный объем геологического пространства не несет того генетического содержания, с помощью которого можно было бы объяснить все разнорядковые формы рельефа земной поверхности. И в-третьих, рельеф, согласно первичному своему смысловому значению, — совокупность неровностей земной поверхности, не имеющей объема.

В связи с таким определением предмета и объекта геоморфологии целесообразно предложить и соответствующее определение ее системы. Геоморфологическая система — часть геологического пространства с его внешним литосферным рельефом и конформным рельефу геологическим структурно-вещественным комплексом. В подобном неразрывном единстве исследований внешних и внутренних геосфер геоморфолог имеет дело с уникальным по своей целостности геологическим телом и его поверхностью и соответствующим ей содержанием. Изучение этой целостности как объекта геоморфологических исследований должно создать теоретическую базу для многих геологических построений, в своем современном традиционном исполнении или совсем обходящихся без рельефа, или недостаточно учитывающих поверхностные процессы, организованные как внешней (экзогенной), так и внутренней (эндогенной) геодинамикой. В таком же значении выступает геоморфология и для географии с объяснением прямых и обратных связей между эндо- и экзогенными (вплоть до антропогенных) явлениями.

Таким образом, если геоморфологию рассматривать как науку о морфологии, возрасте и происхождении геоморфологических структур, то изучение и восстановление единства их внешней формы (рельефа) и соответствующего (конформного) ей содержания тел планетарного уровня организации (их структуры и вещества) в их статике, динамике и ретроспективе — цель геоморфологии [Худяков, 1978]. Эта цель во многом аналогична кристаллографической, с таким же обязательным проникновением в познание внутреннего строения объекта исследования. При решении такой проблемы предстоит сложное исследование геоморфологических структур с выявлением специфических для их рельефа строения и вещества конформных им геологических тел. Происхождение и порядковость геоморфологических структур — самые различные, соответствующие мно-

гообразию природы геологических тел с их поверхностными свойствами. Конформность рельефу структуры и вещества геологических тел — понятие как абсолютное, так и относительное, подчеркивающее принципиальную и многостепенную зависимость внешней (и внутренней) формы тела от его содержания.

Проводимые нашими оппонентами случаи дисконформности между внешней поверхностью и геологическим содержанием геоморфологических структур наблюдаются, как мы полагаем, при сравнении различных иерархий геоморфологической системы. Сравняются, например, современные морфологически сравнительно простые поверхностные ограничения эпиплатформенного горста с его сложнейшим складчато-метаморфическим субстратом. Но сравнивать их необходимо с физическим и физико-химическим состоянием структуры и вещества такого горста, выраженным, например, через геофизические поля. Действительно, относительно пологая вершинная поверхность горстовой морфоструктуры будет совершенно дисконформна его сложной складчато-метаморфической структуре. В данном случае подобная форма вершинной поверхности горста с ограничивающими его разломами-уступами и неоднородна, и неоднородно складчато-метаморфическому фундаменту, образованному в геосинклинальную и раннеэпигеосинклинальную стадии развития более обширного, чем горст, участка земной коры. Или еще — уступ террасы дисконформен ее слоистой структуре, но здесь происходит естественное несогласное наложение разнородных явлений — динамических на статические. Можно привести много формальных примеров такой конформности. В конечном итоге мы доказываем, что любая геоморфологическая поверхность конформна организующему ее однородному и однопорядковому с ней геологическому пространству (концепция геолого-геоморфологической конформности, высказанная впервые автором в 1974 г. и разрабатываемая впоследствии им и его коллегами).

Взяв за основу эту концепцию, автор предлагает следующую последовательность исследований при выработке фундаментальных основ геоморфологической теории:

морфологическая диагностика, описание и картографирование поверхности континентальных и океанических геоморфологических структур, создание, как это предложил в дискуссии И. Г. Черванев, автоматизированного кадастра рельефа;

определение статических внешних и внутренних границ геоморфологических структур с использованием и интерпретацией необходимых для космо-дистанционных, геологических и геофизических материалов;

выявление конформных соотношений между поверхностью и структурно-вещественным комплексом разнопорядковых геоморфологических структур;

морфогенетическая диагностика, классификация, описание и картографирование разнопорядковых и полигенетических геоморфологических структур;

создание иерархии систем и описание статических и динамических взаимодействующих факторов, формирующих геоморфологические структуры;

сравнительная характеристика геоморфологических последствий действий этих факторов в условиях субаэральной, субгляциальной и субаквальной сред;

восстановление возраста, условий и законов развития геоморфологических структур;

сравнительная характеристика условий формирования рельефа планет Солнечной системы;

установление общих законов формирования рельефа планет Солнечной системы в рамках нового научного направления — планетоморфологии.

Последовательное выполнение такой программы рассчитано на целенаправленные исследования творческих коллективов геоморфологов,

геологов и географов в контакте со специалистами других смежных наук.

Автор полагает, что приведенная последовательность геоморфологических исследований (вплоть до междисциплинарных) охватывает их различные направления и создает тем самым реальную возможность построения теории геоморфологий. Это, конечно, не исключает одновременных поисковых разработок, какие ведутся геоморфологами различных школ и направлений. Но вся беда сейчас — в отсутствии разумной и целенаправленной координации подобных исследований, хотя бы путем создания крупных тематических монографий по предложенным проблемам геоморфологического анализа и синтеза. Между тем многие из этих проблем рассредоточенно и без последующей связи друг с другом решаются вне всякой координации. Теперь необходима соответствующая последовательная координация геоморфологических исследований при вполне возможном оптимальном сочетании различных их направлений.

О. К. ЧЕДИЯ

О ВОЗМОЖНОСТЯХ МОРФОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА

В представлении автора морфоструктура — это новейшая структурная форма, выраженная в рельефе. Степень выраженности может быть самой различной, что, как известно, связано с интенсивностью тектонического процесса и экзогенных (в том числе климатических) факторов. Уже из этой зависимости видно, что разделение геоморфологии на морфоструктурную и климатическую весьма искусственно. Даже узкому специалисту — морфоструктурщику нельзя обойтись без учета всех разнообразных экзогенных факторов рельефообразования.

Итак, если новейшая структурная форма хоть в незначительной степени отражена в рельефе, ее можно именовать соответствующей морфоструктурой. Если же она совсем не выражена в рельефе за счет перекрытия молодыми ненарушенными отложениями или за счет несогласного денудационного среза, то ее нельзя называть морфоструктурой. В первом случае это будет структурная форма погребенная, во втором — структурная форма, нацело уничтоженная какой-либо скульптурной поверхностью. Такая трактовка «морфоструктуры» отнюдь не дублирует тектонический термин «структурная форма», она лишь помогает выделить последнюю и охарактеризовать ее взаимоотношение с рельефом и рельефообразующими процессами. Что же касается областей развития лишь древних (доновейших) образований, то в них морфоструктурный анализ является единственным способом установления новейших структурных форм по дислокации не слоев, а геоморфологических уровней — полигенетических выровненных поверхностей, по возможности стратифицированных (датированных определенным геологическим возрастом). Не случайно даже опытные геологи-съемщики в области развития древних пород теряют новейшие структурные формы, особенно складчатого или глыбово-складчатого характера, и кроме «блоков» ничего не видят. Это объясняется очень просто — они не владеют морфоструктурным методом*. Следовательно, заниматься новейшей тектоникой, не владея морфоструктурным методом анализа, практически невозможно. И именно для познания новейших структурных форм и тектонических движений, создавших их, значение морфоструктурного анализа нельзя переоценить.

Отмечалось, что морфоструктурный анализ дает возможность вос-

* До введения в обиход этого термина И. П. Герасимовым говорили о структурно-геоморфологическом методе анализа.

станавливать амплитуды и скорости новейших вертикальных движений. В дополнение к этому необходимо подчеркнуть большие возможности морфоструктурного анализа в установлении характера и ориентировки тектонических направлений, во всяком случае в верхнем структурном этаже земной коры, и привести известные примеры установления количественной характеристики тангенциальных напряжений и их соотношения с движениями вертикальными.

В самом деле, если среди новейших структурных форм установлены (как обычными структурными, так и морфоструктурными методами анализа) по преимуществу структурные формы растяжения — прямые сбросы, прямые (рифтовые) грабены, раздвиги — можно говорить о доминирующих растягивающих усилиях, ориентированных вкрест простирания перечисленных структурных форм.

Если в интересующем нас регионе преобладают структурные формы сжатия — складки продольного изгиба, взбросы, надвиги, прямые горсты и обратные (рамповые) грабены, можно говорить о сжимающих усилиях, ориентированных вкрест простирания перечисленных структурных форм. Более того, по асимметрии полей этих структурных форм можно указать основную ориентировку действия приложенной пары сил (верхняя из них — в сторону крутых и коротких крыльев складок или глыбовых складок).

Наконец, несколько слов о численной характеристике тангенциальных напряжений.

Амплитуда раздвиги определяется по величине зияния между одним и тем же стратиграфическим горизонтом или разновозрастной выровненной поверхностью.

Величина тангенциального сжатия в условиях эпплатформенного орогена определяется по предложенной ранее методике по деформации «исходного» доновейшего пенеплена [Чедия, Уткина, 1975]. При этом можно рассчитать среднюю величину тангенциального регионального сжатия для всего орогена и найти величины сжатия для каждой интересующей исследователя зоны или структурной формы. Для Тянь-Шаня, например, средняя величина сжатия оказалась равной 0,04—0,05, т. е. 4—5 км на стокилометровую ширину зоны в начале новейшего орогенического этапа. На этом фоне, однако, выделяются, зоны с аномально малой и большой величинами, последняя из которых всегда приходится на полосы повышенной сейсмической активности, отчего их выделение имеет и чисто практический интерес. На природу орогенеза Тянь-Шаня имеются две противоположные точки зрения. Согласно одной из них, причина орогенеза выводится из тангенциальных напряжений, вызванных, исходя из новой глобальной тектоники, движением к северо-востоку Африканской плиты. В пользу этих представлений можно трактовать субмеридиональную ориентировку малой оси (оси сжатия) эллипсоида деформации.

Согласно другой точке зрения, отталкивающейся от той же новой глобальной тектоники, орогенезу Тянь-Шаня приписывается рифтовая природа, что противоречит всем имеющимся данным, прежде всего по структурному и морфоструктурному анализу, не говоря о других особенностях геологического строения [Чедия, 1982].

Но могут ли многочисленные структурные формы Тянь-Шаня образовываться под действием одного лишь тангенциального давления? Для ответа на этот вопрос нужно найти зависимость между величиной тангенциального сжатия какой-либо зоны и составляющих ее конкретных структурных форм. Если эти величины будут однопорядковы, видимо, можно говорить о доминирующей роли в орогенезе блокового сжатия. Но если величина сужения в каком-либо месте зоны в целом окажется большей, чем входящих в ее рамки структурных форм, нужно признать несостоятельным подобное объяснение. В специальной работе [Чедия, 1983] рассматриваются примеры тех или иных соотношений. Так, Предпамирский прогиб на юго-западе (Яхсуйская депрессия) характеризуется величиной

тангенциального сжатия 0,05, что свойственно и составляющим его структурным формам, а в зоне Памиро-Алайского сближения (Заалайский хребет в секторе Алайской впадины) тангенциальное сжатие равно 0,30, что также свойственно и составляющим его структурным формам. Таким образом, данное сужение может быть объяснено только тангенциальным давлением с юга.

Другой пример: ширина Тянь-Шаньского орогенеза по меридиану Ферганы 250 км, по меридиану Нарына — 210, по меридиану р. Сары-Джаз и восточнее — 135 и менее километров. Величина же тангенциального сжатия в этом секторе Тянь-Шаня имеет среднефоновое значение (0,045). В данном примере сужение разновозрастных складчатых зон Тянь-Шаня первично. Оно не может быть объяснено только тангенциальным сжатием. Отсюда делается вывод, что тектонические движения, безусловно, могут быть разложены на вертикальную и горизонтальную компоненты, из которых в одни отрезки времени и в одних тектонических зонах доминирует то вертикальная, то горизонтальная составляющая, соотношение которых может быть определено посредством морфоструктурного анализа.

Ю. Ф. ЧЕМЕКОВ

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОНЯТИЙНОЙ И ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ГЕОМОРФОЛОГИИ

В энергично развивающейся в последние десятилетия теоретической геоморфологии выдвигаются новые понятия, идеи, проблемы. Этот процесс вызвал обильный поток терминов, к сожалению не всегда удачных. Каждый исследователь считает своим долгом внести в науку что-то новое, предложить какой-то термин или систему терминов, по-иному толковать уже вошедшие в употребление. Эта «терминологическая активизация», конечно, полезна. Она вызывает оживленные дискуссии, необходимые для совершенствования понятийной и терминологической основы геоморфологии. Чем эта основа совершеннее, чем на более высокой ступени развития находится наука, Внедрение неудачных терминов вызывает ненужные и бесплодные споры. Каждый термин и его определение должны возможно более точно выражать сущность объекта.

Даже беглое ознакомление с геоморфологической терминологией позволяет выявить ее неблагополучное состояние. Чаще всего наблюдаются следующие недостатки: неправильное образование термина (несоблюдение лингвистического критерия), вложение нового содержания в уже известные термины (нарушение критерия приоритета), неправильные способы построения терминов или их систем при разработке классификаций геоморфологических объектов (несоблюдение классификационных критериев). Часто наблюдается неправильное применение терминов (например, эпиплатформенными горами ошибочно называют унаследованно развивающиеся горы складчатых областей). Нередко употребляются устаревшие термины (талассократон и др.).

Рассмотрим некоторые примеры. Используя идеи О. Энгельна, И. П. Герасимов предложил генетическую классификацию форм рельефа Земли, включающую три таксона: геотектуры (самые крупные элементы рельефа — континентальные массивы, океанические впадины и др., созданные общепланетарными процессами), морфоструктуры (основные элементы земной поверхности — горные хребты, межгорные впадины, плато, низменности и др., обусловленные тектоническими движениями) и морфо-

скульптуры (более мелкие элементы земной поверхности, сформированные экзогенными процессами). Первый термин практически не употребляется, а последние два используются активно. Выявилось, однако, что эти категории не образуют таксономического ряда подразделений, подчиненных друг другу. Как подчеркнул Ю. А. Мещеряков [1965], морфоструктуры имеют различные ранги — от самых крупных до самых мелких. Это делает излишним выделение геотектур, рассматриваемых в качестве самых крупных морфоструктур. С другой стороны, морфоскульптуры представлены также разноранговыми таксонами (от гигантских платформенных равнин до ледяных стебельков).

Широко распространен термин «морфоструктура», под которым (по последнему варианту определения) И. П. Герасимов понимает формы рельефа, созданные тектоническими движениями земной коры во взаимодействии с процессами денудации и аккумуляции. Это определение интересно тем, что данные формы рельефа представляются синтезом «морфоструктуры» и «морфоскульптуры», что делает излишним выделение последних в качестве самостоятельных форм рельефа. Термин «морфоструктура» переводится как «структура формы». В смысловом отношении он, очевидно, может использоваться очень широко (например, как структура формы створок диатомовых водорослей, морфологическая структура геологических тел и т. п.). В геоморфологии его следовало бы понимать как «структура рельефа», т. е. строение рельефа. Называть «морфоструктурами» единичные формы рельефа (да еще созданные только тектоническими движениями), конечно, нелогично в смысловом значении данного термина. Для этих форм предпочтительнее был бы термин «структурные формы или элементы рельефа». Именно такой термин принят в легенде геоморфологических карт, разработанной во ВСЕГЕИ.

Смысловая неопределенность термина «морфоструктура» и его необычное использование в геоморфологии обусловили многовариантность его определений и в итоге обесценили этот термин, превратив его в термин свободного пользования. Лучше было бы вернуться к наиболее логичному значению («структура рельефа»). Любопытно, что даже в трудах И. П. Герасимова и его последователей наблюдается использование описываемого термина в значениях «структура рельефа» и «форма рельефа, созданная тектоническими движениями».

Едва ли приемлема и классификация «геотектур», предложенная И. П. Герасимовым в 1976 г., в которой выделяются кратоны, мобилтоны, блокогены, платогены, пленогены, шельфы, палеорогены, орогены, эпиорогены, неорогены, палеорифты, рифты, неорифты, талассократоны, талассогены. Здесь ранг «геотектур» уже значительно снижен (по сравнению с первоначальным определением) до таксона крупных морфоструктур. Выделены они по различным критериям (генетическому, историко-эволюционному и др.). Одни являются тектоническими (например, «кратон» и др.), другие имеют тектонический и геоморфологический акценты. Среди них есть новообразованные и старые, в которые автор вносит новое содержание, что едва ли приемлемо. Некоторые термины уже устарели (например, «талассократон» — в свете тектоники плит), для других предложены и опубликованы иные термины (например, для срединно-океанических хребтов — «талассиды», «георифтогенали» и др.). Термин «талассоген», предложенный в 1972 г. Ю. М. Пуцаровским взамен термина «талассократон», И. П. Герасимов в своей классификации принял в противоположном значении. Такая перестройка уже существующих терминов, конечно, не рекомендуется.

Термин «морфогенетические категории поверхностей выравнивания, выраженных в современном рельефе» предложен И. П. Герасимовым в 1975 г. и включает обширные волнистые равнины и плато с останцовыми возвышенностями, сглаженные нагорья, пологоувалистые равнины и плато, плоскогорья, плосковершинные уровни в горном рельефе, ярусы сглаженного рельефа на возвышенностях. Отметим смысловое несоответ-

ствие термина с перечисленными геоморфологическими объектами. Последние являются морфогенетическими типами рельефа суши. Нельзя считать морфогенетическими категориями поверхностей выравнивания такие формы рельефа, как плато, плоскогорья, нагорья. Логичнее всего к ним отнести пенепплены, педипплены, поверхности денудационного выравнивания, формирующиеся в различных геоструктурных областях и находящиеся в разных фазах развития.

И. П. Герасимов и Ю. А. Мещеряков [1964] — авторы термина «геоморфологический этап в развитии Земли». Они полагают, что в истории Земли существовал лишь один крупный геоморфологический этап (охватывающий в более ранних трудах конец мезозоя и кайнозой, а в последних — весь мезозой и кайнозой), который сменил предшествующий геологический этап. Однако геологический и геоморфологический этапы начались одновременно с возникновения Земли и продолжают до сих пор, не сменяя друг друга, а развиваясь параллельно. Выделение единственного геоморфологического этапа в истории Земли — отрицание существования более древних геоморфологических этапов (архейских, протерозойских, рифейского, палеозойского и многих этапов низких рангов). Обоснованием выделения «геоморфологического этапа» в объеме мезозоя и кайнозоя послужило утверждение о его исключительности. В это время, по мнению авторов, образовался рельеф современной земной поверхности. Однако теперь установлено, что современный рельеф возник в неотектонический (неоген-четвертичный) этап.

В пределах «геоморфологического этапа» И. П. Герасимов [1970в] выделяет три «макроцикла»: формирования глобального пенепплена, ярусного денудационного рельефа и террасового развития. Их характеристика показывает, что это не циклы, а этапы более низкого ранга. Циклам свойственно ритмичное повторение однотипных явлений, в то время как «макроциклы» характеризуются направленным, неповторимым развитием морфогенеза. Таким образом, в данном случае следует говорить не о циклах, а об этапах. Длительность последних весьма различна, составляет соответственно 120, 60 и 1 млн. лет. Методически правильнее было бы сравнивать этапы разных рангов. Глобальными эти «макроциклы» не являются, так как выделены только для суши. Поверхности выравнивания, ярусный горный рельеф и террасы формировались не только в течение «макроциклов», но и в более древние геоморфологические этапы. Говорить о мезозое как эпохе тектонического покоя едва ли возможно из-за древнекиммерийского, киммерийского, австралийского и ларамийского тектогенеза.

В четырех с половиной миллиардах лет жизни Земли «геоморфологический этап» И. П. Герасимова и Ю. А. Мещерякова — лишь эпизод, укладывающийся в рамки одного галактического года. Его следовало бы назвать «мезозойско-кайнозойским геоморфологическим этапом».

Итак, необходимость упорядочения геоморфологической терминологии очевидна, для чего нужно организовать при Геоморфологической комиссии Терминологическую подкомиссию и разработать «Геоморфологический кодекс», регулирующий вопросы терминологии.

И. Г. ЧЕРВАНЕВ

СТРУКТУРА РЕЛЬЕФА И ЕЕ МЕСТО В ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

В рамках системно-структурного подхода категории материалистической диалектики «форма» и «содержание» отождествляются со структурой и функцией системы. В данной статье рассматривается система понятий,

определяющих структуру рельефа, т. е. его внутреннюю форму, существующую наряду с формой внешней — морфологией рельефа. Основными положениями будут следующие:

структура рельефа определяет наиболее фундаментальные его свойства, относящиеся к топологии и метрике: симметрию, иерархическую упорядоченность, инвариантность;

развитие рельефа носит характер последовательного изменения (усложнения, наращивания) его иерархической структуры. Этот процесс обусловлен внутренними механизмами саморазвития, движущая сила которого — противоречие между структурой и функционированием рельефа.

Исследования, связанные с математическим моделированием рельефа, показали необходимость разностороннего и дифференцированного подхода к отображению морфологии рельефа. В 1979 г. было предложено различать и раздельно исследовать топологию и метрику рельефа. Под топологией понимается совокупность неметризуемых свойств: взаимное положение форм и элементов, тип расчленения, орографический план и другие черты внешнего облика, или «рисунка», рельефа, так или иначе используемые в морфологическом анализе.

Изучению топологии надо придать самостоятельное значение для того, чтобы поставить на качественно новую основу такие актуальные задачи, как автоматизированный анализ рельефа с помощью дистанционных средств, отображение и воссоздание рельефа посредством цифровой модели, распознавание и др.

Изучение симметрии рельефа необходимо в самом широком смысле слова — как выявление определенного порядка во взаимном положении форм, в рисунке рельефа. Симметрия, очевидно одно из наиболее общих свойств природных объектов, имеет универсальный характер и именно в таком универсальном подходе должна исследоваться. Основные принципы и законы симметрии, открытые П. Кюри, А. В. Шубниковым и другими видными естествоиспытателями, в частности сосуществование симметрии и диссимметрии, зависимость типа симметрии рельефа от характера симметрии среды, еще не исследовались.

Симметричный анализ, кроме познания самых универсальных, фундаментальных свойств морфологии и структуры рельефа, может иметь и большое прикладное значение (возможность по диссимметрии рельефа судить о диссимметрии среды — тектонической структуры и движений, инсоляции, систем переносов вещества и энергии и др.). Различные типы симметрии могут служить поисковым признаком при выявлении аномалий рельефа.

Изучение иерархической структуры рельефа лежит в основе системно-структурного анализа, так как иерархия — одно из основных свойств сложных систем и определяющие звено организации, следовательно, и различных соотношений между рельефом разного порядка и внешними факторами. Примером последнего является закон факторной относительности элементов гидрографической сети Н. И. Маккавеева. Исследование закономерностей иерархии эрозионной сети на топологическом уровне производилось В. П. Философовым [1975], И. Н. Гарцманом [Гарцман и др., 1976], Р. Хортоном [1948], А. Стралером [Strahler, 1964], А. Шейдеггером [Scheidegger, 1974] и др. Автор сопоставлены свойства сетей тальвегов, водоразделов, перегибов склонов, показано, что наличие сетей первых двух типов определяет наиболее характерные топологические свойства рельефа, отличающие его от других поверхностей. Эти сети объективно определяют иерархию рельефа. Понимание объективности существования иерархии — основа декомпозиции рельефа на структурные «пласты», что необходимо в анализе сложных систем. С учетом факторной относительности анализ соотношения тектонических структур и рельефа — морфоструктурный анализ, а также его более глубокий и содержательный аспект — анализ геолого-геоморфологической конформности —

в понимании Г. И. Худякова [1977] должны производиться дифференцированно для сопоставимых порядков структур земной коры и рельефа. Структурный характер имеют актуальные задачи отображения рельефа — генерализация, сбор информации о рельефе и др.

Понятие «инвариант рельефа» — прежде всего топологическое. Применительно к эрозионному рельефу оно означает неизменность взаимного положения основных элементов (между двумя тальвегами — водораздел того же порядка, и наоборот). Данное правило, очевидное для геоморфолога, часто нарушается при математическом отображении рельефа, популярность которого растет. Его мы должны взять на вооружение, если хотим, чтобы модель рельефа была топологически подобной рельефу и могла быть опознана как таковая. Эта задача (в других терминах) сейчас оживленно обсуждается в картографии, инженерной геодезии и других технических науках в связи с автоматизацией картографирования и распознавания образов [Фу, 1977]. Инвариантность нужно учитывать и в других отношениях. Например, воссоздание рельефа по отдельным морфологическим признакам — одна из задач палеогеоморфологии и палеогеографии — в значительной мере сводится к отысканию его инварианта. Мы неоднократно писали о возможности через воссоздание инварианта рельефа прогнозирования коллекторских свойств и газонасыщенности пласта в газовых месторождениях. Исследования подобия структурных планов, оценка конформности — это также задачи, связанные, наряду с другим, с исследованием и сопоставлением инвариантов древних «рельефов».

Совокупность метризуемых свойств рельефа — его геометрия. Это свойство достаточно известно. Однако необходимо подчеркнуть различия внешней и внутренней геометрии рельефа. Под внешней геометрией рельефа целесообразно понимать метрические свойства, однозначно определяющие положение рельефа в пространстве (модели рельефа в системе координат): высота, превышение, уклон, угол наклона, экспозиция, площадь горизонтального проложения и расстояние на нем (например, при измерении по карте). На отображение внешней геометрии рельефа направлена большая часть проводимых топографо-геодезических работ.

Внутренняя геометрия рельефа — совокупность метрических свойств, определяющих форму поверхности безотносительно к ее положению в пространстве: площадь поверхности, длина линии на поверхности, кривизна, положение скелетных линий рельефа и др. Внутренняя геометрия специально не изучается, хотя о ней можно судить по хорошо составленной карте (через рисунок изолиний). Она устойчива против деформаций и перекосов, т. е. тех изменений, которые претерпевает рельеф в процессе эволюции на земной поверхности и после захоронения в недрах. Это качество внутренней геометрии дает возможность использовать ее для воссоздания рельефа путем анализа ископаемой поверхности [Черванев, 1979а, б]. С внутренней геометрией, таким образом, связана инвариантность — свойство топологическое. К ней относятся линии перегиба ската, нулевой кривизны, «отличительные линии» на шельфе [Ласточкин, 1982а].

Итак, подчеркнем главное: топология, внешняя и внутренняя геометрия рельефа должны различаться и дифференцированно учитываться.

Развитие рельефа обычно рассматривается как результат взаимодействия эндо- и экзогенных сил. О. В. Капменская [1982] считает взаимодействия и противоречие между ними основой геоморфологической формы движения материи. Это, несомненно, верно, если рассматривать крупные формы рельефа, как это принято в классификации И. П. Герасимова [1959]. Но в отношении морфоскульптурных форм дело обстоит, видимо, иначе. Ранее автор уже высказал мысль о том, что движущей силой саморазвития рельефа на указанном уровне является противоречие между формой рельефа и рельефообразующим процессом, или функционированием

в широком смысле слова. Перманентность этого противоречия обусловлена запаздыванием формы относительно процесса. «Кризисные» ситуации в отношении указанных составляющих приводят к скачкам — возникновению новых структурных элементов, т. е. необратимому изменению, направленному в сторону последовательного усложнения структуры. В таком смысле развитие — это и есть процесс последовательного усложнения структуры рельефа.

В заключение необходимо подчеркнуть еще раз, что понятия «морфология», «структура», «геометрия» рельефа, хотя и родственные, все же различные, и уяснение этого обстоятельства необходимо для дальнейшего развития геоморфологии — науки морфологической, на что справедливо указал Н. А. Флоренсов [1978а, б].

Г. З. ЧАНГАШВИЛИ

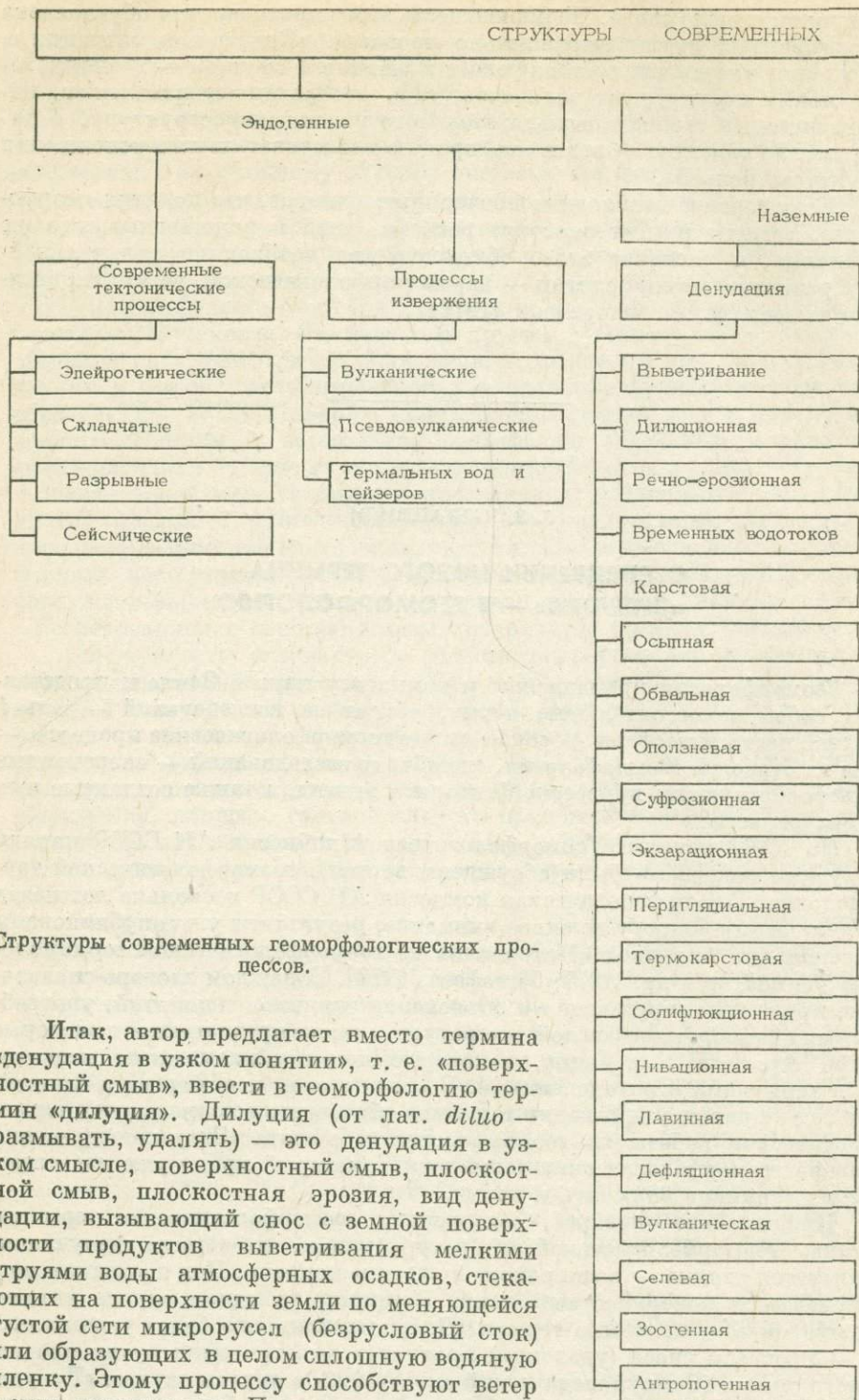
О ВНЕДРЕНИИ НОВОГО ТЕРМИНА — «ДИЛУЦИЯ» — В ГЕОМОРФОЛОГИЮ

Геоморфология принадлежит к комплексу наук о Земле и представляет собой самостоятельную науку, объект ее исследований — рельеф верхней части литосферы. А современные геоморфологические процессы — одна из отраслей геоморфологии, где объект исследований — современные рельефообразующие процессы, факторы и агенты, а также созданные ими формы рельефа.

На XVII пленуме Геоморфологической комиссии АН СССР наряду с другими вопросами были обсуждены вопросы геоморфологической терминологии. Геоморфологическая комиссия АН СССР несколько лет назад уделила этому вопросу должное внимание, результаты уже опубликованы в нескольких выпусках «Материалов по геоморфологической терминологии» [Тимофеев и др., 1977; Тимофеев, 1978]. В каждом словаре-справочнике приведены определения и объяснения терминов и понятий, употребляемых в геоморфологической литературе, а также предлагаются некоторые новые термины. Как видно, некоторые явления называются несколькими терминами и определениями. В связи с этим необходимо в ближайшие годы с целью унификации терминов обработать все имеющиеся терминологические работы по геоморфологии и создать «Энциклопедический словарь геоморфологических терминов», в который кроме уже известных старых терминов включить и новые.

При анализе словарей, содержащих геоморфологические термины, а также геоморфологической литературы видим, что термин «денудация» трактуется двояко — в «широком» и «узком» понятии. Под последним подразумевается поверхностный смыл. Например, в одном случае читаем: «Денудация» — «...иногда термин „Д., употребляется в более узком смысле — процессы сноса (удаления) продуктов выветривания путем плоскостного смыва» (Энциклопедический словарь). А в другом случае: «Денудация» — «...термин „Д.“ употребляется иногда и в более узком смысле слова — для процессов сноса продуктов выветривания только путем плоскостного смыва» [Щукин, 1980].

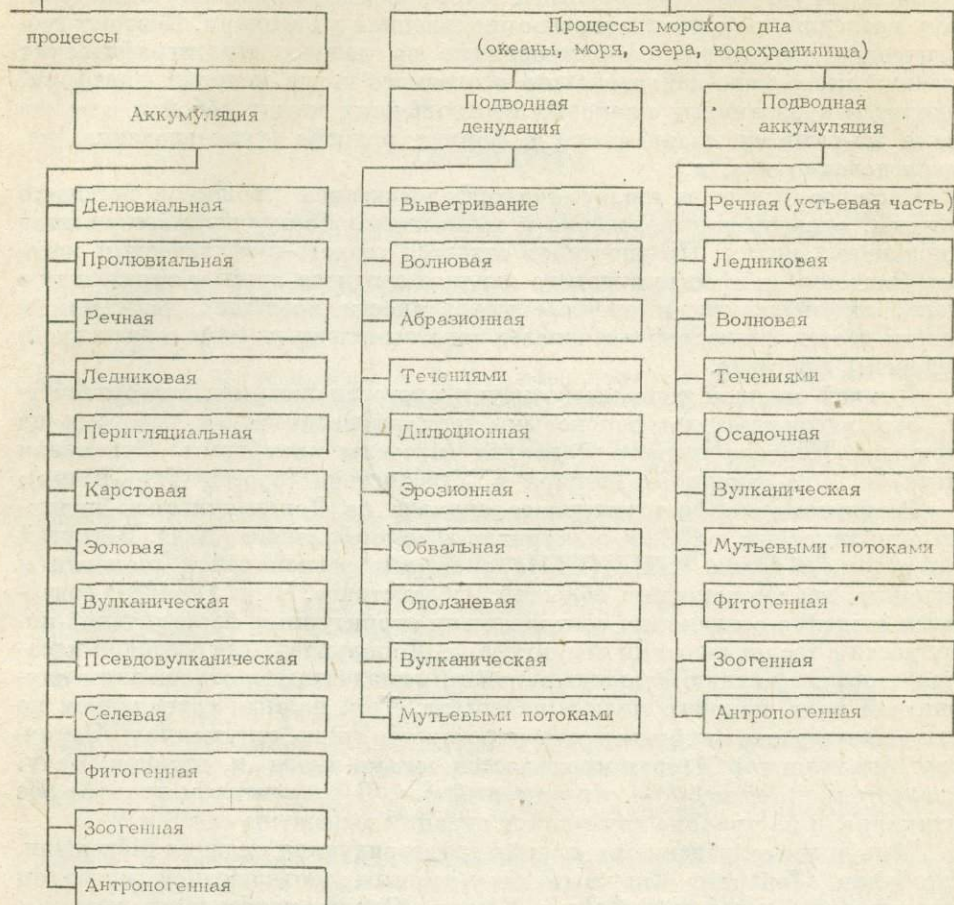
Как видно, для явления поверхностного смыва до сегодняшнего дня не имеется точного геоморфологического термина. Считая неудобным употребление термина «денудация» в узком смысле, в последнее время его заменили выражениями «плоскостной смыл» и «поверхностный смыл», которые тоже не являются терминами.



Структуры современных геоморфологических процессов.

Итак, автор предлагает вместо термина «денудация в узком понятии», т. е. «поверхностный смыв», ввести в геоморфологию термин «дилуция». Дилуция (от лат. *diluo* — размывать, удалять) — это денудация в узком смысле, поверхностный смыв, плоскостной смыв, плоскостная эрозия, вид денудации, вызывающий снос с земной поверхности продуктов выветривания мелкими струями воды атмосферных осадков, стекающих на поверхности земли по меняющейся густой сети микрорусел (безрусловый сток) или образующих в целом сплошную водяную пленку. Этому процессу способствуют ветер и сила притяжения. Под влиянием дилуции поверхность земли принимает мягкий характер — горы становятся пологими, на подошве накапливается смывающийся материал, а на холмистых и ровных местностях наполняются мелкие отрицательные формы. Мелкие струи воды по мере движения концентрируются и образуют более крупные струи — русловый сток, дающий начало линейной эрозии.

Необходимость в новом термине возникла при составлении автором схемы — «структуры современных геоморфологических процессов».



Думается, что термин «диллюция» по содержанию и звучанию полностью подходит, внедрение его в геоморфологическую литературу будет удобно (см. рисунок).

А. А. ЮРЬЕВ

О СООТНОШЕНИИ МЕЖДУ ФОРМАМИ РЕЛЬЕФА И ПОГРЕБЕННЫМИ СТРУКТУРАМИ

[на примере нефтегазоносных областей Узбекистана]

Морфоструктурный анализ представляет собой достаточно эффективное средство в познании и выявлении особенностей размещения как региональных, так и локальных морфоструктур. Внимание к локальным морфоструктурам объясняется тем, что они — важное подспорье в нефтегазопроисследовательских работах. Следует согласиться с мнением Л. Б. Аристарховой, что локальный участок земной поверхности эндогенного происхождения, т. е. непознанную морфоструктуру, лучше представлять в качестве «геоморфологической аномалии».

Различные толкования термина «морфоструктура» базируются на данных о сложности и противоречивости геолого-геоморфологических процессов, совершающихся в земной коре и на дневной поверхности. Большое значение в расшифровке этих процессов имеют представления А. Л. Яншина [1964]: унаследованность структурами чехла плана структур фундамента и А. В. Пейве [1956]: существование в земной коре нескольких структурных направлений, способных к устойчивому и длительному наследию, но с неодинаковым проявлением во времени. Поэтому геологические структуры, сформированные на разных стратиграфических уровнях мезозойско-кайнозойского осадочного чехла молодых платформ, находятся в различных плановых соотношениях между собой и в то же время по-разному проявляются в формах рельефа (унаследованно, неунаследованно и т. д.).

Сложное развитие геолого-геоморфологических процессов породило взгляды, отражающие недоверие к точности морфоструктурного анализа в поисковых целях. Предпочтение отдается геолого-геофизическим методам. Значение морфоструктурного анализа сводится лишь к определению знака, интенсивности и дифференцированности новейших движений и оценки неотектонической активности уже выявленных (сейсморазведкой, бурением) структур.

С такой оценкой роли морфоструктурного анализа нельзя согласиться. Это подтверждается поисковыми геоморфологическими работами на площадях Денгизкульского поднятия (пределы платформы, Туранская плита) и Юго-Западного Гиссара в Узбекистане (ороген Тянь-Шаня).

Результаты морфоструктурного анализа на Денгизкульском поднятии опубликованы в 1982 г. в журнале «Геоморфология» (№ 1). В другой статье (см. сборник ИГИРНИГМа «Вопросы региональной геологии и тектоники нефтегазоносных областей Узбекистана». Вып. 19, 1981) содержатся сведения о плановых соотношениях структурных форм дневной поверхности с геологическими структурами. Дополнительные сведения касаются строения антиклинальных складок, выявленных в отложениях карбонатной юры, нижнего мела и палеогена. Так, полным совпадением по всему разрезу мезо-кайнозой характеризуется лишь антиклиналь Самантепа. Антиклиналь Хаузақ проявляется только в юре и нижнем мелу, в палеогене на ее месте — структурный нос. В современном рельефе обе антиклинали по причине глубокой денудации выражены слабо.

Неполным совпадением в плане характеризуются складки Мехеджан, Уртабулак, Зеварды. Сложным структурным соотношением наделены антиклинали Денгизкуль, Зекры, Кемачи. Однако особенность заключается в том, что в рельефе сравнительно четко выражены не только подсолевые структуры, но и элементы верхнеюрского палеорельефа — рифовые постройки (барьерные и одиночные), даже на тех участках, где они оказались захороненными в отложениях киммериджитона, мела и палеогена.

Возрожденными формами рельефа характеризуются, например, рифовые массивы Умид, Джарчи, Пирназар, Марковская и др. Одиночные рифы предпослагаются на площадях Ходжабай, Ишакрабат, Карабулак.

Своеобразие геологического строения Юго-Западного Гиссара заключается в резком несоответствии подсолевого и надсолевого структурных планов. Но тем не менее подсолевые структуры часто, осложненные биогермными образованиями, находят, как и на Денгизкуле, достаточное отображение в рельефе. Примером могут служить возрожденные морфоструктуры Чилькараук, Джаркудук и даже Гумбулак. Несомненно, основное свойство современного рельефа в отражении верхнеюрских структурных элементов и палеорельефа независимо от строения покрывающей толщи сохраняется и в горной области.

Приведенные данные позволяют заключить, что принцип конформности в полной мере сохраняет свое значение лишь в отношении региональных морфоструктур. Этот же принцип в части локальных морфоструктур проявляется в редких случаях.

ЛИТЕРАТУРА

- Авенариус И. Г. О подобии морфоструктур в областях сочленения Аравийской и Индостанской платформ с континентом Евразии. — Геоморфология, 1978, № 2, с. 44—47.
- Агафонов В. П. Прерывистая денудация. — Геол. и геофиз., 1982, № 9, с. 119—121.
- Александров С. М. Сравнительный анализ морфоструктур внутриконтинентальной и континентально-океанической шовных (переходных) зон. — Геоморфология, 1978, № 3, с. 5—18.
- Александров С. М., Мелекесцев И. В. О морфоструктурных аномалиях континентально-океанических и межконтинентальных шовных зон. — Докл. АН СССР, 1977, т. 232, № 4, с. 861—870.
- Ананьев Г. С. Генетические типы склонов Верхне-Колымского нагорья и их влияние на развитие вершинных поверхностей междуречий. — Вестн. МГУ. География, 1976, № 3, с. 83—89.
- Арманд А. Д. Обратная связь и саморазвитие рельефа. — В кн.: Количественные методы в геоморфологии. М.: Географгиз, 1963, с. 49—63.
- Артюшков Е. В. Происхождение больших напряжений в земной коре. — Изв. АН СССР. Физика Земли, 1972, № 8, с. 3—25.
- Артюшков Е. В. Геодинамика. — М.: Наука, 1979. — 327 с.
- Архангельский А. Д. Геологическое строение и геологическая история СССР. — М.—Л.: Гостоптехиздат, 1941. — 372 с.
- Архипов С. А. О морфоструктуре Западно-Сибирской низменности. — В кн.: Проблемы геоморфологии и неотектоники платформенных областей Сибири. Новосибирск: Наука, 1970, с. 48—56.
- Асеев А. А., Благоволин Н. С. Некоторые итоги дискуссии о предмете геоморфологии и морфоструктурного анализа. — Геоморфология, 1981, № 4, с. 49—54.
- Асеев А. А., Благоволин Н. С., Введенская И. Э. Геоморфологическая карта СССР масштаба 1 : 2 500 000 (принципы построения легенды). — Геоморфология, 1975, № 2, с. 3—12.
- Асеев А. А., Бронгулеев В. В., Муратов В. М., Пшенин Г. Н. Экзогенные процессы реакция земной коры. — Геоморфология, 1974, № 1, с. 3—14.
- Асеев А. А., Введенская И. Э., Коржуев С. С., Тимофеев Д. А. Современные проблемы зональности экзогенного рельефообразования. — В кн.: Климат, рельеф и деятельность человека. Ч. 1. Казань, 1978, с. 9—21.
- Барков А. С. Словарь-справочник по физической географии. 3-е изд. — М.: Географиздат, 1954. — 340 с.
- Башенина Н. В. Формирование современного рельефа земной поверхности. — М.: Высшая школа, 1967. — 264 с.
- Башенина Н. В., Леонтьев О. К., Юронникова В. К. Геоморфологическая карта мира масштаба 1 : 100000000. Приложение к книге «Геоморфологическое картирование». — М.: Высшая школа, 1967.
- Бгатов А. П. Использование морфосистемного изучения речных бассейнов для геоморфологического прогнозирования металлоносных россыпей (на примере Юго-Восточного Забайкалья). — В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 18—20.
- Белоусов В. В. Основы геотектоники. — М.: Недра. — 262 с.
- Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. — М.: Изд-во АН СССР, 1955, с. 112—146.
- Благоволин Н. С. Применение геоморфологических методов для изучения современных тектонических движений. — Геоморфология, 1982, № 3, с. 3—12.
- Борисевич Д. В. Универсальная морфохронологическая легенда для геоморфологических карт крупного, среднего и мелкого масштабов и принципы генерализации при переходе к картам более мелкого масштаба. — Геогр. сб. ВИНИТИ, 1969, № 3, с. 137—153.
- Борисевич Д. В. Дискуссия по статье Н. И. Николаева. — Геоморфология, 1976, № 4, с. 36.
- Боровко Н. Н. Статистический анализ пространственных геологических закономерностей. — Л.: Недра, 1974. — 173 с.
- Борсук О. А. Системный подход к анализу речных сетей. — В кн.: Вопросы географии. Сб. 98. М.: Мысль, 1975, с. 107—113.

- Борсук О. А. Роль структуры речной сети в эрозивно-аккумулятивном процессе (опыт системного анализа).— В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 28—29.
- Борсук О. А., Симонов Ю. Г. Морфосистемы, их устройство и функционирование.— В кн.: Системные исследования природы. Вопросы географии. Сб. 104. М.: Мысль 1977, с. 170—178.
- Борсук О. А., Спаская И. И. Анализ геоморфологических объектов с позиций открытых и закрытых систем.— В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 30—32.
- Борсук О. А., Спаская И. И., Тимофеев Д. А. Вопросы динамической геоморфологии. Итоги науки и техники.— В кн.: Геоморфология. Т. 5. М.: изд. ВИНТИ, 1977.
- Былинская Л. Н. Изучение современных тектонических движений геоморфологическими и статистическими методами.— М.: Наука, 1974.— 94 с.
- Важенин Б. П. Литосборный бассейн и некоторые другие взаимосвязанные с ним понятия и их свойства.— В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 32—34.
- Васмут А. С., Прасолов В. Н. Основы создания математической модели рельефа по его пространственно-структурной модели.— Изв. вузов. Геодезия и аэрофото-съемка, 1981, № 2, с. 53—59.
- Вдовин В. В. Отражение в рельефе структурных форм зоны сочленения Алтае-Саянской горной области с платформенными равнинами Западной и Восточной Сибири.— В кн.: Материалы к X пленуму ГК АН СССР. Фрунзе: Илим, 1973, с. 123—124.
- Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения.— М.: Недра, 1965.— 390 с.
- Виноградова А. И. Общие принципы дешифрирования аэроснимков при геолого-географических исследованиях.— В кн.: Комплексное дешифрирование аэроснимков. М.: Наука, 1964, с. 4—12.
- Водный баланс основных экосистем центральной лесостепи (материалы экспериментальных исследований).— М.: Наука, 1974.— 182 с.
- Волков Н. Г. Локальные морфоструктуры Днепровско-Донецкой впадины.— Киев: Наукова думка, 1977.— 206 с.
- Волчанская И. К. Морфоструктурные закономерности размещения эндогенной минерализации.— М.: Наука, 1981.— 238 с.
- Воронов П. С. Очерки о закономерностях морфометрии глобального рельефа Земли.— Л.: Наука, 1968.— 208 с.
- Воскресенский С. С. Геоморфология СССР.— М.: Высшая школа, 1968.— 368 с.
- Воскресенский С. С. Динамическая геоморфология (формирование склонов).— М.: Изд-во МГУ, 1971.— 230 с.
- Гавешин Г. С. Принципы геоморфологической съемки.— В кн.: Применение геоморфологических методов в структурно-геологических исследованиях. М.: Недра, 1970, с. 13.
- Гарцман И. Н., Казанский Б. А., Корытный Л. М. Структурная мера речных систем и ее индикативные свойства (на примере систем Южно-Минусинской котловины).— Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока, 1976, вып. 49, с. 31—40.
- Геологическое строение СССР. Т. 1.— М.: Недра, 1968.— 362 с.
- Герасимов И. П. Опыты геоморфологической интерпретации общей схемы геологического строения СССР.— В кн.: Проблемы физической географии. Вып. 12. М.: Изд-во АН СССР, 1946, с. 81—95.
- Герасимов И. П. Структурные черты рельефа земной поверхности на территории СССР и их происхождение.— М.: Изд-во АН СССР, 1959.— 100 с.
- Герасимов И. П. Структурный анализ рельефа и его содержание.— В кн.: Методы геоморфологических исследований. Т. 1. Новосибирск: Наука, 1967, с. 5—18.
- Герасимов И. П. Основные принципы и задачи морфоструктурного анализа.— В кн.: Применение геоморфологических методов в структурно-геологических исследованиях. М.: Недра, 1970а, с. 5—12.
- Герасимов И. П. Современные рельефообразующие экзогенные процессы. Уровень научного познания. Новые задачи и методы исследования.— В кн.: Современные экзогенные процессы рельефообразования. М.: Наука, 1970б, с. 7—14.
- Герасимов И. П. Три главных цикла в истории геоморфологического этапа развития Земли.— Геоморфология, 1970в, № 1, с. 5—13.
- Герасимов И. П. Поверхности выравнивания в современном и древнем рельефе Земли и их историко-геологическое значение.— Геоморфология, 1975, № 1, с. 5—21.
- Герасимов И. П. Архитектура Земли (геотектура) в свете теории глобальной тектоники плит.— Геоморфология, 1976, № 3, с. 12—25.
- Герасимов И. П. Комментарии к статье Н. А. Флоренсова.— Геоморфология, № 4, 1978, с. 31—40.
- Герасимов И. П. Размышления над существом главных геоморфологических проблем.— Геоморфология, 1979, № 2, с. 105—108.
- Герасимов И. П., Мещеряков Ю. А. Геоморфологический этап в развитии Земли.— Изв. АН СССР. Серия геогр., 1964, № 6, с. 140—156.
- Герасимов И. П., Живаго А. В., Коржуев С. С. Геоморфологические и палеогеографические аспекты новой теории глобальной тектоники плит.— Изв. АН СССР. Серия геогр., № 5, 1974, с. 5—22.

- Геренчук К. П. Тектонические закономерности в орографии и речной сети Русской равнины.— Львов, 1960.— 240 с.
- Гильберт Д., Кон-Фоссен С. Наглядная геометрия. 3-е изд.— М.: Наука, 1981.— 344 с.
- Глубинная тектоника древних платформ Северного полушария.— М.: Наука, 1971.— 365 с.
- Гончаров Н. Ф., Макаров В. А., Морозов В. С. Силовой каркас Земли и организация природоохранных мероприятий.— В кн.: Природоохранные мероприятия в ландшафтах. М.: изд. МФГО, 1982, с. 113—124.
- Гончаров Н. Ф., Макаров В. А., Морозов В. С. Анализ проявлений силового каркаса Земли для изучения природных ресурсов.— В кн.: Неоднородность ландшафтов и природопользование. М.: изд. МФГО, 1983, с. 112—120.
- Горелов С. К. Морфоструктурный анализ нефтегазоносных территорий.— М.: Наука, 1972.— 245 с.
- Горелов С. К., Розанов Л. Н. Роль новейших тектонических движений и морфоструктурного фактора в размещении месторождений нефти и газа.— Геоморфология, 1970, № 4, с. 32—40.
- Горнунг М. Б., Тимофеев Д. А. О зональных особенностях проявления экзогенных геоморфологических процессов.— В кн.: Вопросы физической географии. М.: Изд-во АН СССР, 1958, с. 74—102.
- Горшков С. П. Экзодинамические геологические процессы освоенных территорий.— М.: Недра, 1982.— 286 с.
- Горшков С. П., Ермаков Ю. Г., Куракова Л. И., Рябчиков А. М. Некоторые аспекты антропогенного изменения круговорота вещества.— Вестн. МГУ. Серия геогр., 1980, № 4, с. 27—34.
- Горшков А. И., Жидков М. П., Ранцман Е. Я. Классификация морфоструктур по степени тектонической активности.— В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 43.
- Готт В. С. Философские вопросы современной физики.— М.: Высшая школа, 1972.— 342 с.
- Грачев А. Ф. Рифтовые зоны Земли.— Л.: Недра, 1977.— 264 с.
- Григорьев А. А. Опыт аналитической характеристики состава и строения физико-географической оболочки земного шара.— Л.— М.: Наука, 1937.— 342 с.
- Григорьев А. А. О взаимосвязи и взаимообусловленности компонентов географической среды и о роли в них обмена веществ и энергии.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1956, № 4, с. 130—138.
- Дворецкий И. Х. Латинско-русский словарь.— М.: Русский язык, 1976.— 390 с.
- Девдариани А. С. Измерение перемещений земной поверхности.— М.: Наука, 1964.— 244 с.
- Девдариани А. С. Математические методы. Итоги науки.— Геоморфология, 1966, № 1, с. 59.
- Девдариани А. С. Математический анализ в геоморфологии.— М.: Наука, 1967.— 232 с.
- Дедков А. П. Теоретические аспекты современных климато-геоморфологических представлений.— Геоморфология, 1976, № 4, с. 3—11.
- Дедков А. П., Бутаков Г. П., Мозжерин В. И. Теоретические проблемы современной климатической геоморфологии.— В кн.: Проблемы структурно-климатического подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с. 21—27.
- Дэвис В. М. Геоморфологические очерки.— М.: ИЛ, 1962.— 490 с.
- Ежов Б. В. О связях кольцевых морфоструктур с геофизическими оболочками Земли.— В кн.: Геолого-геоморфологические конформные комплексы Дальнего Востока. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1980а, с. 71—80.
- Ежов Б. В. Форма поперечного сечения и глубина заложения вулканотектонических структур Камчатки.— В кн.: Вулканизм и вулканоструктуры. Тбилиси: Мецниереба, 1980б, с. 77—78.
- Ежов Б. В. Основные особенности морфоструктуры Камчатки.— В кн.: Морфотектоника Дальнего Востока. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1981, с. 47—53.
- Ежов Б. В., Худяков Г. И. Морфоструктуры центрального типа и глубинные геофизические раздели.— Докл. АН СССР, 1982а, т. 265, № 3, с. 687—689.
- Ежов Б. В., Худяков Г. И. Планетарная иерархия морфоструктур центрального типа на основе глубины заложения.— В кн.: Глубинное строение концентрических морфоструктур Дальнего Востока. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1982б, с. 42—60.
- Ермолов В. В. Генетически однородные поверхности в геоморфологическом картировании.— Новосибирск: РИО СО АН СССР, 1964.— 39 с.
- Есин Н. В., Савин М. Т., Жилиев А. П. Абразионный процесс на морском берегу.— Л.: Гидрометеоздат, 1980.— 200 с.
- Иерархия геологических тел (терминологический справочник).— Хабаровск: кн. изд-во, 1978.— 679 с.
- Инженерно-геологические аспекты рационального использования охраны геологической среды.— М.: Наука, 1981.— 240 с.
- Заславский М. И. Эрозия почв и земледелие на склонах.— Кишинев: Карте Молдованескэ, 1966.— 494 с.
- Звонкова Т. В. Прикладная геоморфология.— М.: Высшая школа, 1970.— 272 с.

- Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов.— М.: Наука, 1962.— 250 с.
- Зограбян Л. Н. О геоморфологических исследованиях в Арм. ССР.— Изв. АН Арм. ССР. Науки о Земле, 1976, № 2, с. 112—120.
- Золотарев А. Г. Переходный рельеф между орогенными и равнинно-платформенными областями.— Геоморфология, 1976, № 2, с. 26—35.
- Золотарев А. Г. Типы переходного рельефа горных стран.— В кн.: Типы гор и механизмы горообразования. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1979, с. 86—90.
- Золотов М. Г. Ядерно-сводовые и кольцевые структуры Приамурья.— В кн.: Тектоника востока советской Азии. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1976, с. 3—33.
- Зятыкова Л. К. Структурная геоморфология Западной Сибири.— Новосибирск: Наука, 1979.— 198 с.
- Ильин Р. С. Присхождение лессов.— М.: Наука, 1978.— 235 с.
- Карпинский А. П. Общий характер колебаний земной коры в пределах Европейской России.— Изв. АН СССР. Серия 5, 1894, т. 1, № 1.
- Карта новейшей тектоники юга Восточной Сибири масштаба 1 : 1 500 000/Редакторы А. Г. Золотарев, П. М. Хренов. Ленинградская картофабрика Министерства геологии СССР, 1981.
- Карта новейших тектонических деформаций осадочного чехла нефтегазоносных областей СССР масштаба 1 : 5 000 000/Редакторы С. К. Горелов, Л. Н. Розанов. Киев, 1978.
- Карташов И. П. Фации, динамические фазы и свиты аллювия.— Изв. АН СССР. Серия геол., 1961, № 9, с. 77—90.
- Карташов И. П. Основные закономерности геологической деятельности рек горных стран.— М.: Наука, 1972.— 184 с.
- Карташов И. П. Балласт рыхлого материала в денудационных (склоновых) процессах.— Геоморфология, 1975, № 2, с. 17—27.
- Кашменская О. В. О геоморфологической системе.— В кн.: Проблемы геоморфологии и четвертичной геологии Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1976, с. 7—20.
- Кашменская О. В. Теория систем и геоморфология.— Новосибирск: Наука, 1980.— 120 с.
- Кашменская О. В. О геоморфологической форме движения материи.— В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа (основные направления в развитии геоморфологической теории). Новосибирск: Наука, 1982, с. 132—145.
- Кедров В. М. Классификация наук. Т. 2.— М.: Мысль, 1965.— 543 с.
- Клюева В. А. Частный случай применения теории систем при прогнозе эволюции берегов и дна водохранилищ.— В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 64—66.
- Ковальчук И. П. Динамика эрозионных процессов в Западной Подолии. Автореф. канд. дис.— М., 1981.— 28 с.
- Кондратьев Н. Е. Расчет времени переформирования берегов водохранилищ.— Л.: Гидрометеиздат, 1955.— 59 с.
- Коржуев С. С., Флоренсов Н. А. Деструкция и деструктивный рельеф. (К итогам геоморфологических исследований в МНР.)— Геоморфология, 1982, № 3, с. 22—27.
- Кривоуцкий А. Е. Жизнь земной поверхности (проблемы геоморфологии).— М.: Мысль, 1971.— 408 с.
- Кривоуцкий А. Е. Рельеф и недра Земли.— М.: Мысль, 1977.— 302 с.
- Кулаков А. П. Основные черты морфоструктуры и антропогенной палеогеографии побережья Северного Сихотэ-Алиня.— В кн.: Геоморфоструктура Дальнего Востока. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1978, с. 58—78.
- Кулаков А. П. Морфотектоника и палеогеография материкового побережья Охотского и Японского морей в антропогене.— М.: Наука, 1980.— 176 с.
- Лазаревич К. С., Астахов В. А. Системный подход в геоморфологии.— Геоморфология, 1982, № 3, с. 97—102.
- Ламакин В. В. Динамические фазы долин и аллювиальных отложений.— Землеведение, 1948, т. 2 (42), с. 154—187.
- Ласточкин А. Н. Неотектонические движения и размещение залежей нефти и газа.— Л.: Наука, 1974.— 60 с.
- Ласточкин А. Н. Тектонические движения, структуры и размещение морфоструктуры платформенных равнин.— Геоморфология, 1976, № 3, с. 15—25.
- Ласточкин А. Н. Структурно-геоморфологические исследования на шельфе.— Л.: Недра, 1978.— 247 с.
- Ласточкин А. Н. К дискуссии о понятии «морфоструктура».— Геоморфология, 1980, № 1, с. 34—40.
- Ласточкин А. Н. Методы морского геоморфологического картографирования.— Л.: Недра, 1982а.— 272 с.
- Ласточкин А. Н. Предмет и динамическая концепция геоморфологии.— Геоморфология, 1982б, № 2, с. 56—63.
- Левадиюк А. Г. Инженерно-геоморфологические исследования в аридной и гумидной зонах (на примере Средней Азии и Молдавии).— Вопр. географии, 1979, вып. III, с. 22—35.

- Лобанов В. В. Некоторые теоретические вопросы геоморфологии.— В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 83—84.
- Логачев Н. А., Лопатин Д. В. Материковый рифтогенез и рельеф.— В кн.: Проблемы эндогенного рельефообразования. М.: Наука, 1976, с. 201—246.
- Лопатин Д. В. Анализ структур фундамента Восточно-Европейской платформы дистанционными методами.— Исследование Земли из космоса. 1981, № 6, с. 35—40.
- Лопатин Д. В. Формационно-геоморфологический подход в дистанционном анализе структурных особенностей фундамента плит (на региональных примерах).— В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 85—86.
- Лоскутов Ю. И., Филатов В. Ф. К вопросу о содержании геоморфологии и объеме ее исследования.— Геоморфология, 1978, № 1, с. 72—75.
- Лукин А. А., Гудымович С. С. Положение рельефа как системы в причинно-следственном ряду других важнейших систем Земли (литологическое обоснование).— В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с. 42—49.
- Любимова Е. А. Тепловой поток из недр Земли и его происхождение.— Природа, 1980, № 4, с. 70—76.
- Маккавеев Н. И. Русло реки и эрозия ее в бассейне.— М.: Изд-во АН СССР, 1955.— 212 с.
- Маккавеев Н. И. Сток и русловые процессы.— М.: Изд-во МГУ, 1971.— 115 с.
- Маккавеев Н. И. Некоторые особенности эрозивно-аккумулятивного процесса.— В кн.: Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 8. М.: Изд-во МГУ, 1981, с. 5—16.
- Маккавеев Н. И. Образование глобального пенепплена.— В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982а, с. 88—91.
- Маккавеев Н. И. О формировании пенеппленов.— Вестн. МГУ. География, 1982б, № 1, с. 20—24.
- Марков К. К. Основные проблемы геоморфологии.— М.: Географгиз, 1948.— 343 с.
- Матис Э. Г. Биологический аспект геоморфологии с позиции полисистемной концепции географии.— В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 91—93.
- Мещеряков Ю. А. Структурная геоморфология равнинных стран.— М.: Наука, 1965.— 390 с.
- Мещеряков Ю. А. Рельеф СССР.— М.: Мысль, 1972.— 520 с.
- Мещеряков Ю. А., Коржуев С. С. Рельеф Советского Союза.— В кн.: Рельеф Земли (морфоструктура и морфоскульптура). М.: Наука, 1967, с. 76—112.
- Миляева Л. С. Использование космических телевизионных снимков для выявления индикационных особенностей гидросети.— В кн.: История развития речных долин и проблемы мелiorации земель. Сибирь и Дальний Восток. Новосибирск: Наука, 1979, с. 129—134.
- Миляева Л. С. Геоморфологические процессы по материалам дистанционной съемки (на примере Тувинских котловин).— В кн.: Космические исследования природных комплексов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1983, с. 58—64.
- Миханков Ю. М. Прогнозирование поведения морфодинамических систем.— В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 93—95.
- Морфоструктурный анализ речной сети/Отв. редакторы И. П. Герасимов, С. С. Коржуев.— М.: Наука, 1979.— 301 с.
- Музис А. И. Схема геоморфологических формаций зоны БАМ.— В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 96—97.
- Наумов А. Д. Пенепплены.— Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1981.— 404 с.
- Николаев В. А. Геоморфологические системы Сибири.— В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с. 108—122.
- Николаев Н. И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР.— М.: Госгеолтехиздат, 1962.— 392 с.
- Николаев Н. И. О содержании и основных задачах геоморфологии.— Геоморфология, 1976, № 4, с. 23—34.
- Никольская В. В. Опыт классификации морфоструктуры бассейна Амура.— В кн.: Структурная и климатическая геоморфология. М.: Наука, 1966, с. 124—131.
- Никольская В. В. Морфоскульптура бассейна Амура.— М.: Наука, 1972.— 296 с.
- Никонов А. А. Голоценовые и современные движения земной коры.— М.: Наука, 1977.— 240 с.
- Никонова Р. И. О пенепплене по фундаменту платформ.— В кн.: Морфотектоника Дальнего Востока. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1981, с. 10—18.
- Никонова Р. И., Худяков Г. И. Структурно-тектонические условия формирования пенепплена.— В кн.: Морфоструктуры Дальнего Востока. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1982, с. 13—23.

- Обручев В. А. Основные черты кинетики и пластики неотектоники. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1948, № 5, с. 261—277.
- Одесский И. А. Волновые движения земной коры. — Л.: Недра, 1978. — 208 с.
- Ожегов С. П. Словарь русского языка. 4-е изд., исправл. и дополн. — М.: Изд-во иностр. и национ. словарей, 1960. — 900 с.
- Олюнин В. Н. Происхождение рельефа возрожденных гор. — М.: Наука, 1978. — 273 с.
- Орлов Н. Р. Водная эрозия почв Новосибирского Приобья. — Новосибирск: Наука, 1971. — 178 с.
- Основные направления развития геоморфологической теории. — Новосибирск: Наука, 1982. — 179 с.
- Павлов А. П. О рельефе равнин и его изменениях под влиянием поверхностных подземных вод. — Землеведение, 1898—1899, кн. 3—4, с. 3—28.
- Палиенко Э. Т. Поисковая и инженерная геоморфология. — Киев: Вища школа, 1978. — 198 с.
- Пейве А. В. Принцип унаследованности в тектонике. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1956, № 6, с. 3—10.
- Пенк В. Морфологический анализ. — М.: Изд-во геогр. лит., 1961. — 359 с.
- Петров Е. С., Поздняков А. В. Водохранилища как саморегулирующиеся системы и методы прогноза их влияния на прибрежные геосистемы. — В кн.: Геоморфология и палеогеография Дальнего Востока. Хабаровск, 1975, с. 213—225.
- Пиотровский И. В. Задачи теоретического утверждения геоморфологии в системе наук и проблемы геоморфологических систем. — В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 109—111.
- Поздняков А. В. К теории динамического равновесия рельефообразующих сил. — Геоморфология, 1973, № 4, с. 92—100.
- Поздняков А. В. Об основном законе развития рельефа. — В кн.: Структурная геоморфология горных стран. М.: Наука, 1975, с. 57—62.
- Поздняков А. В. Развитие склонов и некоторые закономерности формирования рельефа. — Новосибирск: Наука, 1976. — 112 с.
- Поздняков А. В. К теории геоморфологических систем. — В кн.: Геоморфология и неотектоника горных областей Дальнего Востока. Владивосток, 1977, с. 7—14.
- Поздняков А. В., Ройхваргер З. Б. Математическая модель развития склона при вязкопластическом смещении обломочного материала. — Геоморфология, 1980, № 4, с. 54—60.
- Поздняков А. В., Ройхваргер З. Б. Динамическое равновесие в развитии форм рельефа. — В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с. 9—14.
- Польнов Б. Б. Учение о ландшафтах. — В кн.: Вопросы географии. Сб. 33. М.: Мысль, 1953, с. 17—39.
- Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. — Новосибирск: Наука, 1982а. — 152 с.
- Проблемы структурно-климатического подхода к познанию рельефа. — Новосибирск: Наука, 1982б. — 136 с.
- Пуцаровский Ю. М. Тектоническое районирование ложа океанов. — В кн.: Тектоника дна морей, океанов и островных дуг. Вып. 1. Южно-Сахалинск, 1972, с. 128—142.
- Радкевич Р. О. Классы природных морфоструктур и модели организации пространства. — В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с. 50—64.
- Ранцман Е. Я. Места землетрясений и морфоструктура горных стран. — М.: Наука, 1979. — 169 с.
- Ранцман Е. Я., Пшенин Г. Н. Новейшие горизонтальные движения земной коры в зоне Таласо-Ферганского разлома по данным геоморфологического анализа. — В кн.: Тектонические движения и новейшие структуры земной коры. М.: Недра, 1967, с. 155—159.
- Рельеф Земли. — М.: Наука, 1967. — 331 с.
- Рогожина В. А., Кожевников В. М. Область аномальной мантии под Байкальским рифтом. — Новосибирск: Наука, 1979. — 103 с.
- Рождественский А. П. Новейшая тектоника и развитие рельефа Южного Приуралья. — М.: Наука, 1971. — 301 с.
- Рождественский А. П. О климатической и структурной геоморфологии (к проблеме соотношения экзогенного и эндогенного геоморфогенеза). — В кн.: Климат, рельеф и деятельность человека. М.: Наука, 1981, с. 12—20.
- Рождественский А. П. О взаимодействии и соотношении внутренних и внешних факторов рельефообразования. — В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с. 90—97.
- Рощ М. Гидрология суши. — Л.: Гидрометеониздат, 1971. — 301 с.
- Ройхваргер З. Б., Сальникова Н. Н., Телушкина Е. Н. Математическое моделирование речной долины. — В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 119—121.
- Селиверстов Ю. П. Соотношение процессов экзогенеза и эндогенеза в эволюции Земли. — В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 440.
- Сидоренко А. В. Космическое землеведение. — Природа, 1980, № 11, с. 3—9.

- Симонов Ю. Г. Региональный геоморфологический анализ. — М.: Изд-во МГУ, 1972. — 254 с.
- Симонов Ю. Г. Инженерная геоморфология, основные задачи и пути развития. — В кн.: Вопросы географии. Вып. III. М.: Мысль, 1979, с. 14—22.
- Симонов Ю. Г. Теория геоморфологии (состояние и тенденции развития). — Вестн. МГУ. Серия 5. География, 1982, № 4, с. 22—28.
- Симонов Ю. Г., Борсук О. А., Спасская И. И. Морфометрия речных бассейнов. Некоторые итоги и перспективы изучения. — В кн.: Новейшие методы геоморфологических исследований. М.: Наука, 1981, с. 39—53.
- Скрыльник Г. П. Климатическая геоморфология (объект, предмет, содержание и современные задачи). — В кн.: География и палеогеография климоморфогенеза. Владивосток, 1976, с. 133—146.
- Скрыльник Г. П. Ведущие факторы развития рельефа Дальнего Востока и его место в общем климоморфогенезе материков Северного полушария. — В кн.: Исследования глобальных факторов климоморфогенеза Дальнего Востока. Владивосток, 1979а, с. 7—31.
- Скрыльник Г. П. Принципиальная схема типов климоморфогенеза. — Там же, 1979б, с. 47—50.
- Соловьев В. В. Геолого-геоморфологические исследования в геологии. — В кн.: Труды ВСЕГЕИ. Нов. серия. Т. 222. Л., 1977, с. 61—68.
- Соловьев В. В. Структуры центрального типа территории СССР по данным геолого-морфологического анализа (объяснительная записка к карте морфоструктур центрального типа м-ба 1 : 10 000 000). — Л.: изд. ВСЕГЕИ, 1978. — 110 с.
- Солоненко В. П. Сейсмоструктурная и современное структурное развитие Байкальской рифтовой зоны. — В кн.: Байкальский рифт. М.: Наука, 1968, с. 57—71.
- Солоненко В. П. Палеосейсмология. — Изв. АН СССР. Физика Земли, 1973, № 9, с. 264—280.
- Сорохтин О. Г. Глобальная эволюция Земли. — М.: Наука, 1976. — 185 с.
- Спиридонов А. И. О некоторых теоретических проблемах геоморфологии. — Геоморфология, 1974, № 2, с. 57.
- Спиридонов А. И. Геоморфологическое картографирование. — М.: Недра, 1975. — 183 с.
- Спиридонов А. И. Геоморфология и строительство. — В кн.: Вопросы географии. Вып. III. М.: Мысль, 1979а, с. 9—13.
- Спиридонов А. И. О содержании геоморфологии (в продолжение дискуссии). — Геоморфология, 1979б, № 4, с. 34—42.
- Спиридонов А. И. Общие и региональные проблемы климатической геоморфологии. — В кн.: Климоморфогенез и региональный географический прогноз. Владивосток, 1980, с. 3—9.
- Сток наносов, его изучение и географическое распределение/Под ред. Н. В. Караушева. — Л.: Гидрометеоиздат, 1977. — 360 с.
- Структурная геоморфология горных стран/Отв. редакторы О. К. Чедия, Н. В. Думитрашко. — М.: Наука, 1975. — 290 с.
- Ступишин А. В., Тимофеев Д. А. Современные экзогенные процессы в различных климатических условиях. — В кн.: Рельеф, климат и деятельность человека. М.: Наука, 1981, с. 3—12.
- Сурмач Г. Л. Водная эрозия и борьба с ней. — Л.: Гидрометеоиздат, 1976. — 254 с.
- Тектоника платформ и тектонические карты в исследованиях геологического института АН СССР. — М.: Наука, 1981. — 121 с.
- Тимофеев Д. А. Средняя и Нижняя Олекма. — М.—Л.: Наука, 1965. — 138 с.
- Тимофеев Д. А. О некоторых геоморфологических законах. — Геоморфология, 1972, № 2, с. 3—12.
- Тимофеев Д. А. Английское издание монографии Ж. Трикара и А. Кайё по климатической геоморфологии. — Геоморфология, 1974а, № 3, с. 108—111.
- Тимофеев Д. А. Неравномерность рельефообразования во времени и пространстве. — В кн.: Проблемы регионального геоморфологического анализа. Чита, 1974б, с. 16—19.
- Тимофеев Д. А. Терминология денудации и склонов. — М.: Наука, 1978. — 242 с.
- Тимофеев Д. А. Поверхность выравнивания суши. — М.: Наука, 1979. — 270 с.
- Тимофеев Д. А. Старые и новые пути развития геоморфологии. — Геоморфология, 1981, № 4, с. 31—43.
- Тимофеев Д. А. Неравномерность развития и сохранность рельефа. — В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 136—138.
- Тимофеев Д. А., Лебедева Т. М. Некоторые результаты анализа карт морфоскульптуры суши. — Доклады Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1968, вып. 18, с. 3—10.
- Тимофеев Д. А., Уфимцев Г. Ф., Онухов Ф. С. Терминология общей геоморфологии. — М.: Наука, 1977. — 420 с.
- Титова В. А., Баженова О. И. Изучение современных экзогенных процессов рельефообразования в степном Забайкалье. — В кн.: Процессы современного рельефообразования в Сибири. Иркутск, 1978, с. 3—21.
- Токарский О. Г. Новейшая тектоника северо-восточной части Ферганской межгорной впадины и методы ее изучения. Автореф. канд. дис., 1975. — 36 с.

- Троицкий С. Л. О предмете и основных методах геоморфологии. — В кн.: Методы геоморфологических исследований. Новосибирск: Наука, 1967, с. 56.
- Усов М. А. Элементы геоморфологии и геологии рыхлых отложений. — Томск: ЗСГГТ, 1934. — 87 с.
- Уфимцев Г. Ф. Карта вершинной поверхности Дальнего Востока и ее неотектоническая интерпретация. — В кн.: Геоморфология и неотектоника горных областей Дальнего Востока. Владивосток, 1977, с. 21—45.
- Ушаков С. А., Галушкин Ю. И. Физика литосферы. — М.: изд. ВИНТИ, 1979. — 220 с.
- Федоров Б. Г. О принципах построения системной общегеоморфологической модели Земли. — В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 151—153.
- Федотов С. А. Геофизические данные о глубинной магматической деятельности под Камчаткой и оценка сил, вызывающих подъем магм к вулканам. — Изв. АН СССР. Серия геол., 1976, № 4, с. 5—16.
- Фердман Л. И. О возможности количественной оценки асимметрии речных долин. — В кн.: Структурно-геоморфологические исследования в Сибири. Вып. 1. Новосибирск: Наука, 1970, с. 36—52.
- Физико-географический атлас мира. — М.: ГУГК, 1964.
- Филатов В. Ф. Криптоморфосфера Земли. — В кн.: Проблемы структурно-климатического подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с. 79—86.
- Филатов В. Ф., Лоскутов Ю. И. Об основных понятиях геоморфологии. — В кн.: Основные направления геоморфологической теории. Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1982, с. 87—89.
- Философов В. П. Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур. — Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1960. — 115 с.
- Философов В. П. Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. — Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1975. — 230 с.
- Философская энциклопедия. Т. 5. — М.: Советская энциклопедия, 1970. — 140 с.
- Флоренсов Н. А. Структура и геологическая история впадин байкальского типа. — В кн.: XXII сессия Международного геологического конгресса (Доклады сов. геологов). М.: Наука, 1964а, с. 252—262.
- Флоренсов Н. А. О некоторых общих понятиях в геоморфологии. — Геол. и геофиз., 1964б, № 10, с. 11—24.
- Флоренсов Н. А. О геоморфологическом аспекте проблемы горообразования. — В кн.: Методы геоморфологических исследований. Новосибирск: Наука, 1967, с. 27—42.
- Флоренсов Н. А. О геоморфологических формациях. — Геоморфология, 1971, № 2, с. 3—10.
- Флоренсов Н. А. Некоторые аспекты понятия «возраст рельефа». — Геоморфология, 1976а, № 1, с. 13—20.
- Флоренсов Н. А. Геоморфологические формации. — В кн.: Проблемы эндогенного рельефообразования. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1976б, с. 399—420.
- Флоренсов Н. А. Понятие морфоструктура и его эволюция. — Геоморфология, 1978а, № 4, с. 33—39.
- Флоренсов Н. А. Очерки структурной геоморфологии. — М.: Наука, 1978б. — 238 с.
- Фу К. Структурные методы в распознавании образов. — М.: Мир, 1977. — 320 с.
- Харвей Д. Научное объяснение в географии. — М.: Прогресс, 1974. — 502 с.
- Хартманн У. К. Малые тела Солнечной системы. — В кн.: Солнечная система. М.: Мир, 1978, с. 58—67.
- Хворостова З. М. О системном подходе к изучению геоморфологической формации. — В кн.: Проблемы геоморфологии и четвертичной геологии Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1976, с. 21—32.
- Хворостова З. М. К определению понятия «геоморфологические формации». Ближайшие задачи их изучения с применением элементов системного подхода. — В кн.: Геоморфологические формации Сибири. Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1978, с. 41—69.
- Хворостова З. М., Миляева Л. С. О системном подходе к рельефу как элементу природно-территориального комплекса. — В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с. 123—132.
- Хортон Р. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. — М.: ИЛ, 1948. — 216 с.
- Хрисанов В. А. Масштабы современной денудации Кавказа (на примере Северной Осетии). — Геоморфология, 1979, № 4, с. 81—85.
- Худяков Г. И. Принципы морфоструктурного анализа и восстановления истории развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. — В кн.: История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Дальний Восток. М.: Наука, 1972, с. 24—63.
- Худяков Г. И. Принципиальные основы морфотектонических исследований. Автореф. докт. дис. — Новосибирск, 1974. — 56 с.
- Худяков Г. И. Общие принципы выделения комплексов горных пород, конформных и коррелятных морфоструктур. — В кн.: Структурно-геоморфологические исследования в Сибири и на Дальнем Востоке. М.: Наука, 1975, с. 56—65.

- Худяков Г. И. Геоморфотектоника юга Дальнего Востока (вопросы теории).— М.: Наука, 1977.— 256 с.
- Худяков Г. И. Новые пути — новые проблемы в геоморфологии.— В кн.: Геоморфоструктура Дальнего Востока. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1978, с. 5—11.
- Худяков Г. И., Никонова Р. И. Проблемы поверхностей выравнивания горных стран.— Новосибирск: Наука, 1975.— 310 с.
- Худяков Г. И., Никонова Р. И. Рифтогенезы как зоны максимального разрушения земной коры.— В кн.: Геология окраин континентов. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1979, с. 12—14.
- Худяков Г. И., Кулаков А. П., Тащи С. М., Никонова Р. И. Система гигантских геоморфоструктур западной окраины Тихого океана (новые аспекты и проблемы геодинамики).— Тихоокеанская геология, 1982, № 1, с. 43—47.
- Чангашивили Г. З. Структура современных геоморфологических процессов.— В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 157—160.
- Чедия О. К. Характер рельефообразующих новейших тектонических движений Среднеазиатского орогена.— В кн.: Проблемы структурно-климатического подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982. 47 с.
- Чедия О. К. О вертикальной и горизонтальной составляющих в процессе новейшего горообразования Тянь-Шаня.— В кн.: Геология кайнозой Киргизии. Фрунзе: Илим, 1983, с. 58.
- Чедия О. К., Уткина Н. Г. Принцип определения величины регионального тангенциального сжатия в эпиплатформенных орогенах.— В кн.: Структурная геоморфология горных стран. М.: Наука, 1975.— 73 с.
- Чемеков Ю. Ф. Направленность и цикличность как основные закономерности развития рельефа Земли.— В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с. 71—78.
- Чемеков Ю. Ф., Ганешин Г. С., Бойцов М. Н. Методическое руководство по геоморфологическим исследованиям.— М.: Недра, 1972.— 384 с.
- Черванев И. Г. Выделение на основе тренд-анализа структурных элементов и форм палеорельефа в пределах локальной брахиантиклинальной складки.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1979а, № 6, с. 106—111.
- Черванев И. Г. Структурный анализ рельефа. Автореф. докт. дис.— М., 1979б.— 45 с.
- Черванев И. Г. Моделирование и автоматизированный анализ рельефа: методологические аспекты.— В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982а, с. 14—21.
- Черванев И. Г. Структура рельефа и ее анализ.— Там же, с. 64—71.
- Шафрановский И. И. Симметрия в природе.— Л.: Недра, 1968.— 202 с.
- Шафрановский И. И., Плотников Л. Н. Симметрия в геологии.— Л.: Недра, 1975.— 280 с.
- Швебе Г. И. Формирование водной эрозии, стока наносов и их оценка (на примере Украины и Молдавии).— Л.: Гидрометеопиздат, 1974.— 184 с.
- Швебе Г. И. Теоретические основы эрозиоведения.— Киев — Одесса: Высшая школа, 1981.— 224 с.
- Шумилов Ю. В. Системный подход в решении прикладных геоморфологических задач в развитии теории россыпейобразования.— В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Новосибирск: Наука, 1982, с. 168—170.
- Шоллей А. Структурная и климатическая геоморфология.— В кн.: Вопросы климатической и структурной геоморфологии. М.: ИЛ, 1959, с. 11—31.
- Шульц С. С. Области горообразования (современные представления и терминология).— Вестн. ЛГУ, 1976, вып. 12, с. 18—28.
- Щукин И. С. О «структурной» и «климатической» геоморфологии и критика некоторых представлений.— Вестн. МГУ. География, 1969, № 5, с. 13—18.
- Щукин И. С. Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии.— М.: Наука, 1980.— 502 с.
- Энциклопедический словарь географических терминов.— М.: Советская энциклопедия, 1968.— 435 с.
- Эпохи региональных континентальных перерывов. (Объяснительная записка к Палеогеоморфологическому атласу СССР).— Л., 1982.— 199 с.
- Юрьев А. А. К неотектонике западного окончания Туркестано-Зеравшанской горной системы.— В кн.: Тектонические движения и новейшие структуры земной коры. М.: Недра, 1967, с. 142—160.
- Юрьев А. А., Киришин А. В. Морфоструктурный анализ как средство прогнозирования погребенных структур с органогенными постройками.— Геоморфология, 1982, № 1, с. 116—121.
- Ян-Жин-Шин В. А., Балакшин Г. Д., Волкодав А. Н. и др. Опыт использования космической информации в Якутском территориальном геологическом управлении.— М., 1978, с. 26—39. (Экспресс-информация ВИЭМС. Общая и региональная геология; геологическое картирование. Вып. 2).
- Яншин А. Л. Тектоническое строение Евразии.— Геотектоника, 1965а, № 5, с. 7—35.
- Яншин А. Л. Общие особенности строения и развития молодых платформ.— В кн.: Молодые платформы, их тектоника и перспективы нефтегазоносности. М.: Наука, 1965б, с. 7—19.

- Beyer L.** A climatic classification for geomorphological purposes.— *Gèogr. phys. et quatern.*, 1981, 35, N 3, p. 287—300.
- Bloom A. L.** *Geomorphology*. New Jersey, 1978. 510 p.
- Brown E. H.** Historical geomorphology — principles and practice.— *Zeitschr. f. Geomorphol.*, 1980, Supplbd. 36, S. 9—15.
- Büdel J.** Klimatogenetische Geomorphologie.— *Geogr. Rundschau*, 1963, 15, N 7, S. 121—132.
- Büdel J.** Climatic and climatomoephic geomorphology.— *Zeitschr. f. Geomorphol.*, 1980, Supplbd. 36, S. 25—33.
- Büdel J.** Die großen Prozeßgefüge und die Haupttypen subaerischer Reliefbildung.— *Zeitschr. f. Geomorphol.*, 1981, Supplbd. 39, S. 51—57.
- Demek J.** K tozdeleni obechè geomorphologie.— *Zpravy Geogr. Ust. CSAV*, 1966, N 6, s. 1—8.
- Dunne T., Black R. D.** Partial area contributions to storm runoff in a small New England watershed.— *Water Resources Research*, 1970, N 5, p. 1296—1311.
- Garner H. F.** *The origin of landscapes*. New York — London — Toronto, 1974. 734 p.
- Jahn A.** Some problems concerning slope development in the Sudetes.— *Biuletym Perryglacjalny*, 1969, N 18, p. 331—349.
- Loyda L.** Paralogism in geomorphology.— *Sb. Ceskoslov. geogr. spol.*, 1980, N 1, s. 29—32.
- Lugovenko V. N., Pronin V. P.** Correlation of Magnetic, Gravitational and Thermal Fields over Continents.— *Gerlands Beitr. Geophysik*. Leipzig. 91 (1982), 4, S. 346—354.
- Meade R. H.** Sources, sinks and storage of river sediment in the Atlantic drainage of the United States.— *J. Geol.*, 1982, N 3, p. 235—252.
- Mildner W. E.** Erosion and sediment.— *Bull. Assoc. Eng. Geol.* 1982, N 2, p. 161—166.
- Millot G.** Géochimie de la surface et formes de relief. Présentation.— *Sci. Geol. Bull.*, 1977, N 4, p. 229—233.
- Molnar P., Tapponnier P.** Cenozoic tectonics of Asia: effects of continental collision.— *Science*, 1975, v. 189, N 4201, p. 419—426.
- Pollack H. N., Chapman D. S.** The flow of heat from the Earth's Interior.— *Sci. Amer.*, 1977, v. 237, N 2, p. 60—78.
- Ragan R. M.** An experimental investigation of partial area contributions.— *Intern. Assoc. Sci. Hydrol. Publ.*, 1968, 76, p. 241—251.
- Schumm S. A.** *The fluvial system*. New York, 1977. 431 p.
- Seuffert O.** Geomorphodynamik und Niederschlagsstruktur.— *Wurzburg. geogr. Arb.*, 1981, N 53, S. 217—243.
- Strahler A. N.** *Quantitative geomorphology*.— *Handbook of Applied Hydrology*, 1964, p. 68—79.
- Scheidegger A. E.** *Geomorphologia teoretyczna*.— Warszawa, 1974. 372 c.
- Summerfield M. A.** Macroscale geomorphology.— *Area*, 1981, N 1, p. 3—8.
- Tricart J., Cailleux A.** Introduction to climatic geomorphology.— *L.*, 1972.— 295 p.
- Trimble S. W.** The fallacy of stream equilibrium in contemporary denudation studies.— *Amer. J. Sci.*, 1977, N 7, p. 876—887.
- Twidale C. R., Bourne J. A., Smith D. M.** Reinforcement and stabilisation mechanisms in landform development.— *Rev. géomorphol. dynamique*, 1974, N 3, p. 115—125.

СОДЕРЖАНИЕ

От редактора	3
Яншин А. Л. О современном положении в геоморфологической теории	6
Флоренсов Н. А. О состоянии теоретической основы геоморфологии	9
Горелов С. К., Худяков Г. И., Золотарев А. Г. Проблемы развития морфоструктурных исследований	14
Дедков А. П., Тимофеев Д. А. Основные достижения и проблемы климатической геоморфологии	21
Николаев В. А. Системно-формационная концепция в геоморфологии	31
Кашменская О. В., Хворостова З. М. Системный подход в геоморфологии	35
Поздняков А. В. Авторегуляция и динамическое равновесие в рельефообразовании	39
Авенариус И. Г. Новые аспекты морфоструктурного анализа активных поющих зон	49
Александров С. М. Теоретические вопросы морфоструктурного анализа островодужных и орогенных мезо-кайнозойских поясов	51
Ананьев Г. С. Об условиях развития теории геоморфологии (на примере анализа междуречий)	54
Антощенко-Оленев И. В. О понятии «рельеф» и геоморфологической системе	55
Аристархова Л. Б. Важные проблемы морфоструктурного направления	57
Арчиков Е. И. О двух основных категориях геоморфологии	59
Башенина Н. В. Некоторые спорные вопросы в трудах XVII пленума Геоморфологической комиссии	61
Важенни Б. П. Литосборные бассейны и их свойства	63
Варламов И. П., Найденова Н. Е. Эндогенно-возрастная классификация рельефа	65
[Волков Н. Г.] Трехфакторный геоморфологический анализ и проблемы рационального использования рельефа (на основе новой концепции системного подхода в геоморфологии)	66
Гаврилов А. А. Геоморфологическая система с позиций принципа геолого-геоморфологической конформности	70
Гончаров Н. Ф., Макаров В. А., Морозов В. С. О соответствии значительной части срединно-океанических хребтов и других планетарных структур икосаэдро-додекаэдрическому силовому каркасу Земли и перспективы исследования этого каркаса	82
Ермошина В. В. Геоморфологические аномалии при морфоструктурных исследованиях	74
Захаров Ф. В. Морфоструктура как основная геоморфологическая система	76
Зограбян Л. Н., Мкртчян Г. Р. Некоторые соображения о направлениях в развитии геоморфологической теории	78
Исаченков В. А. О морфологическом анализе	80
Клепов В. И. Моделирование геоморфологических систем на ЭВМ	82
Ковальчук И. П. Системный подход к изучению динамики экзогенных процессов	83
Костенко Н. П. К проблеме геоморфологической классификации структурных форм	85
Кочетов Н. И. Зональность экзогенного морфогенеза горных стран	88
Кравчук Я. С., Ковальчук И. П. Многолетняя динамика экзогенных рельефообразующих процессов (задачи, пути и методы исследования, проблемы)	90
Леваднюк А. Т. Проблемы экзогенных геоморфологических процессов	92
Лобанов В. В. К иерархии геоморфологических систем	94

Лопатин Д. В., Горбацевич Н. Р., Никишин Н. В., Шульц С. С. Формационно-геоморфологический принцип в дистанционном анализе при решении задач регионального прогнозирования полезных ископаемых	96
Лоскутов Ю. И. Геоморфологические формации и типы рельефа как синтетические единицы картирования	98
Лукин А. А. Морфоструктурное районирование на основе принципа ортогональной волновой модели (к постановке и решению обратных геоморфотектонических задач)	100
Миляева Л. С. Опыт системно-формационного геоморфологического исследования с использованием аэрофото- и космических снимков	101
Месина Дж. И. Морфоструктурный анализ в познании рельефа	103
Николаева Т. В. К вопросу о выработке единой теории геоморфологии	104
Никонова Р. И. Морфоструктурный подход к решению проблемы поверхностей выравнивания	107
Обедиентова Г. В. К единству науки	109
Осадчий С. С. Динамически однородные элементы рельефа	112
Палиенко Э. Т., Стецюк В. В. О научном статусе инженерной геоморфологии	114
Порядин В. С. О системном подходе в морфоструктурном анализе	116
Радкевич Р. О. К проблеме обобщения морфоструктурных законов и развития теории морфоструктурной динамики	118
Ранцман Е. Я. Морфоструктурное районирование по формализованным признакам	124
Рождественский А. П. К вопросу о научных направлениях и общей теории геоморфологии	125
Розанов Л. Л. Геотехноморфосистемы и рельефообразование	127
Селиверстов Ю. П. Взаимодействие и взаимообусловленность экзогенных и эндогенных процессов — основа единства геоморфологии	130
Семенов Н. П., Тельник В. В. К вопросу применения морфоструктурного анализа при изучении тектоники складчатых докембрийских глубокоэродированных массивов (на примере Украинского щита)	133
Скрыльник Г. П. Проблемы климатической геоморфологии	135
Скублова Н. В. Пути преодоления противоречий структурно-климатического и системно-формационного подходов к познанию рельефа на примере изучения кольцевых морфоструктур	137
Спасская И. И. Динамический и историко-генетический аспекты изучения рельефа с позиций системного анализа	140
Табидзе Д. Д. К вопросу объемного геоморфологического анализа и синтеза	142
Токарекий О. Г. Принцип симметрии и его значение в решении теоретических и практических вопросов геоморфологии	145
Томилов Б. В. Рельеф как предмет исследования геоморфологии и перспективы структурно-формационного подхода в его изучении	147
Тулохонов А. К. О системном подходе к выделению внутриконтинентальных орогенов	149
Уфимцев Г. Ф. Исследование понятийной системы структурной геоморфологии	151
Филатов В. Ф. О природе глобальных форм рельефа и некоторые вопросы системного подхода в геоморфологии	153
Философов В. П., Романов А. А. О взаимосвязи структурного и климатического подходов к познанию рельефа	155
Худяков Г. И. О необходимости единства направлений исследований в развитии геоморфологической теории	156
Чедия О. К. О возможностях морфоструктурного анализа	160
Чемсков Ю. Ф. Некоторые проблемы понятийной и терминологической основы геоморфологии	162
Черванев И. Г. Структура рельефа и ее место в геоморфологической системе	164
Чанганвили Г. З. О внедрении нового термина — «дилуция» — в геоморфологию	167
Юрьев А. А. О соотношении между формами рельефа и погребенными структурами (на примере нефтегазоносных областей Узбекистана)	169
Литература	171

**ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ГЕОМОРФОЛОГИИ**

Утверждено к печати
Институтом геологии и геофизики СО АН СССР

Редактор издательства **Е. И. Тимофеева**
Художественный редактор **М. Ф. Глазырина**
Художник **Н. А. Пискун**
Технический редактор **Г. Я. Герасимчук**
Корректоры **Н. В. Лисина, К. И. Сергеева**

ИБ № 23677

Сдано в набор 18.10.84. Подписано к печати 20.06.85. МН-01554. Формат 70 × 108¹/₈. Бумага
типографская № 3. Обыкновенная гарнитура. Высокая печать. Усл. печ. л. 16,8. Усл.
кр.-отг. 17,2. Уч.-изд. л. 19,5. Тираж 1050 экз. Заказ № 438. Цена 3 р. 10 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука», Сибирское отделение.
630099, Новосибирск, 99, Советская, 18. 4-я типография издательства «Наука». 630077,
Новосибирск, 77, Станиславского, 25.

УДК 551.4

О современном положении в геоморфологической теории. Яншин А. Л. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

В статье рассматривается история формирования геоморфологических представлений, в результате которых сформировались три основные направления геоморфологической теории: морфоструктурное, климатическое и системно-формационное.

УДК 551.4

О состоянии теоретической основы геоморфологии. Флоренсов Н. А. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Формирование современного рельефа земной поверхности рассматривается с позиций непрерывного энерго- и массопереноса из недр в космос и из космоса в недра.

УДК 551.4

Проблемы развития морфоструктурных исследований. Горелов С. К., Худяков Г. И., Золотарев А. Г. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Анализируется современное строение морфоструктурных исследований в СССР (причины различного толкования понятия морфоструктура, принципы выделения морфоструктур и структурных форм рельефа, составления структурно-геоморфологических и морфоструктурных карт и т. д.). Рассматриваются основные задачи, перспективы и подходы морфоструктурных исследований при решении ряда проблем в области науки о Земле и выполнении прикладных исследований.

УДК 551.435

Основные достижения и проблемы климатической геоморфологии. Дедков А. П., Тимофеев Д. А. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Объектом исследования климатической или экзогенной геоморфологии являются типы экзогенного морфогенеза. Рассмотрены пространственно-генетические закономерности типов морфогенеза, основные достижения и проблемы в изучении экзогенных процессов и комплексов форм рельефа на локальном, региональном и глобальном уровнях исследования. Анализируются морфоклиматические особенности эволюции рельефа и новые тенденции в трактовке взаимодействия эндо- и экзогенных сил рельефообразования.

УДК 551.4

Системно-формационная концепция в геоморфологии. Николаев В. А. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Успешное развитие системно-формационного подхода определяется правильным выбором объекта исследований как определенной системы. В своих границах она должна обладать всеми свойствами единого целого в отношении внешней морфологической формы и внутреннего содержания.

УДК 551.4

Системный подход в геоморфологии. Капменская О. В., Хворостова З. М. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Применение системного подхода в геоморфологии позволяет объяснить закономерности рельефообразования с позиций синтеза всех процессов морфогенеза. Жизнеспособность геоморфологической системы обусловлена обменом вещества и энергии между системой и окружающей средой в сочетании с внутренними превращениями. Вещественным выражением этого процесса является баланс масс в земной коре.

УДК 551.4

Авторегуляция и динамическое равновесие в рельефообразовании. Поздняков А. В. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Динамическое равновесие в рельефообразовании — основной закон, позволяющий объяснить суть геоморфологических явлений. Выявление закономерностей динамического равновесия позволяет управлять развитием некоторых геоморфологических процессов путем изменения количества энергии, подводимой к геоморфосистеме.

УДК 551.4 : 551.24

Новые аспекты морфоструктурного анализа активных шовных зон. Авена-риус И. Г. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

По характеру пространственного сочетания линейных и изометричных морфоструктур и по наличию или отсутствию симметрии в их плановом расположении выделяются четыре типа активных переходных зон: кавказско-гималайский, средиземноморский, западно- и восточно-тихоокеанский. Наличие в морфоструктурном плане этих зон таких свойств, как подобие и симметрия, свидетельствует о важной роли в их формировании горизонтальных движений.

УДК 551.4

Теоретические вопросы морфоструктурного анализа островодужных и орогенных мезо-кайнозойских поясов. Александров С. М. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

В образовании высших рангов рельефа и его региональных элементов ведущая роль принадлежит эндогенным процессам. Экзогенные процессы лишь модифицируют рельеф. Различия между островными дугами и горными странами отражают глубокие неоднородности Тихоокеанского и Средиземноморского тектонических поясов.

УДК 551.4

Об условиях развития теории геоморфологии (на примере анализа междуречий). Ананьев Г. С. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Условия развития теории геоморфологии — это возможность адекватного описания одних и тех же явлений разными исследователями, предсказания новых свойств и черт рельефа, которые могут быть проверены и изучены, использование системного подхода к анализу явлений. При анализе междуречий в этом отношении используется принцип соразмерности объектов и выделяется ряд признаков: совокупности междуречий разных типов, степень симметрии междуречий и расчлененности междуречий.

УДК 551.4

О понятии «рельеф» и геоморфологической системе. Антощенко-Оленев И. В. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Рельеф Земли — неустойчивая и пассивная структура поверхности раздела сред, изменяемая при их взаимодействии, является системой-следствием, системой-границей. Система-причина (геоморфологическая система) — планета Земля с внутренними процессами перестройки геологической среды, с гравитационными и другими геофизическими полями и изменениями структуры и состояний внешних оболочек Земли.

УДК 551.4

Важные проблемы морфоструктурного направления. Аристархова Л. В. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Называются нерешенные проблемы морфоструктурного анализа, сдерживающие дальнейшее развитие этого важного направления геоморфологической науки. Особенно мешает нечеткость определений и неоднозначность понимания распространенных морфоструктурных понятий, отсутствие единой классификации морфоструктур по размерности, геометрической форме, тектоническому генезису, морфологическому типу.

УДК 551.4

О двух основных категориях геоморфологии. Арчиков Е. И. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Утверждается, что существует структурно-геологическая основа рельефа, которую следует назвать морфоструктурной. Рельеф развивается на этой основе действиями денудационно-аккумулятивных комплексов. Такое утверждение не вызывает представления о пространственно-временной разобщенности эндо- и экзогенного факторов рельефообразования и не приводит к сужению геоморфологии до изучения только экзогенных процессов и морфоскульптур.

УДК 551.4

Некоторые спорные вопросы в трудах XVII пленума Геоморфологической комиссии. Башенина Н. В. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Автором затронуты четыре спорные проблемы: о геоморфологической форме движения материи и о состоянии учения о формах движения в геологии и географии; о недостаточно четком понимании разнообразных эндогенных режимов; о недостаточном обосновании «тектоники плит» фактическим геологическим материалом; о недостатках геоморфологической терминологии.

УДК 551.437

Литосборные бассейны и их свойства. Важенни Б. П. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Определяется возможность создания моделей литосборных бассейнов по пространственным и временной координатам. Рассматривается место данного понятия в ряду других: сходство и различия с водосборным бассейном, геохимическим ландшафтом, системой «водораздел — склон — русло».

УДК 0018 : 351.4(0.84.3)

Эндогенно-возрастная классификация рельефа. Варламов И. П., Найденова Н. Е. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Предлагается эндогенно-возрастной принцип геоморфологического картирования — более прогрессивный по сравнению с существующими. Построенные по данному принципу карты отображают, кроме морфологии и генезиса рельефа, историю его развития, палеогеоморфологические и другие аспекты. Такие карты содержат значительную информацию, способствующую решению ряда геологических вопросов новейшей тектоники.

Трехфакторный геоморфологический анализ и проблемы рационального использования рельефа (на основе новой концепции системного подхода в геоморфологии). **Волков Н. Г.** Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

На основе установления корреляционных связей в системе «процессы рельефообразования — формы рельефа» излагаются принципы трехфакторного геоморфологического анализа эндо-, экзо- и техногенных процессов. В качестве объектов исследования выступают морфоструктуры, морфоскульптуры и техногенные формы рельефа. Схема 1.

УДК 551.4 : 0.61

Геоморфологическая система с позиций принципа геолого-геоморфологической конформности. **Гаврилов А. А.** Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

На основе концепции конформности рассмотрены вопросы выделения, строения и развития геоморфологической системы. Общая модель развития системы исходит из представлений о планетарном круговороте вещества и энергии. Устанавливаются два основных полярных процесса общего механизма переноса вещества и энергии эндо- и экзогенной сфер морфогенеза; явления аккумуляции (концентрации) и рассеивания вещества и явления аккумуляции и рассеивания энергии рельефообразующих процессов.

УДК 551.462 + 551.40 + 550.311

О соответствии значительной части срединно-океанических хребтов и других планетарных структур икосаэдро-додекаэдрическому силовому каркасу Земли и перспективы исследования этого каркаса. **Гончаров Н. Ф., Макаров В. А., Морозов В. С.** Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

В результате геометрического анализа расположения срединно-океанических хребтов (с рифтами), зон Бенюфа и других глобальных морфоструктур Земли выявлены симметрия и периодичность, аппроксимирующиеся моделью икосаэдра — пентадодекаэдра, как бы вписанной в земной шар. Срединно-Атлантический хребет — на ребрах пентадодекаэдра. Предполагается, что эта симметрия — результат конвекции вещества от субъядра Земли, приближающегося по форме к пентадодекаэдру. Ил. 2.

УДК 551.40

Геоморфологические аномалии при морфоструктурных исследованиях. **Ермошин В. В.** Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Предлагается новое определение понятия «геоморфологическая аномалия» — реликтовая и потому пассивная геологическая структура с активно функционирующей формой геоморфологической поверхности, не соответствующей современной геодинамической обстановке.

УДК 551.4

Морфоструктура как основная геоморфологическая система. **Захаров Ф. В.** Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Морфоструктура рассматривается как основная геоморфологическая саморазвивающаяся система — морфосистема. Мерой развития морфосистемы служит, с одной стороны, степень дисконформности эндогенной составляющей и гипсометрической поверхности, с другой — сложность системы. Подчеркивается важность получения количественных характеристик эндо- и экзогенных морфообразующих агентов и размерно-генетического подразделения рельефа для развития системно-тектологической геоморфологической концепции.

УДК 551.4

Некоторые соображения о направлениях в развитии геоморфологической теории. **Зограбян Л. Н., Мкртчян Г. Р.** Основы проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

В статье коротко излагается представление авторов о направлениях развития геоморфологической теории, которое сводится к тому, что «структурно-климатическое» и «системно-формационное» направления — лишь разные подходы к познанию рельефа, не противоречащие, а дополняющие друг друга. По убеждению авторов, целесообразен комплексный подход к изучению рельефа.

УДК 551.435

О морфологическом анализе. **Исаченков В. А.** Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Выделение форм поверхности как реально существующих природных образований является необходимым условием геоморфологических исследований. Однако методы морфологических исследований разработаны еще недостаточно. Для этих целей может быть использован метод построения карт осредненных поверхностей различного порядка.

УДК 551.4 + 551.8

Моделирование геоморфологических систем на ЭВМ. Кленов В. П. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Изучение развития геоморфологических систем и отражение этого развития в их современном строении требуют использования методов моделирования на ЭВМ, позволяющего непосредственно наблюдать за развитием модели системы. На основе серии частных моделей разработана модель развития речной долины при заданном пространственно-временном режиме водности и тектонических движений.

УДК 551.4 + 631.4

Системный подход к изучению динамики экзогенных процессов. Ковальчук И. П. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Рельеф рассматривается как сопряженная система разнопорядковых взаимосвязанных звеньев — водосборных бассейнов. В связи с этим интенсивность развития рельефа предлагается определять путем стационарных исследований на элементах склонов, склонах в целом и в замыкающих створах разнопорядковых водосборов. Дополнительно используются картометрические и полустационарные методы.

УДК 551.4

К проблеме геоморфологической классификации структурных форм. Костенко Н. П. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Предлагается классификация геоморфологических типов тектонических деформаций на основе выделения развивающихся (живых) и неразвивающихся (мертвых) структурных форм (соответственно активных и пассивных орографических форм); установления причинно-следственной связи между структурными и орографическими формами; определения степени соответствия внутреннего новейшего строения орографических форм его внешнему выражению в рельефе. Ил. 1, схема 1.

УДК 551.4.042(479—45)

Зональность экзогенного морфогенеза горных стран. Кочетов Н. И. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

На основе различий в показателях общей транзитной денудации водосборов на Западном Кавказе выделяются четыре высотные геоморфологические зоны. Установлено, что наиболее активным экзогенным морфогенезом отличаются вторая и четвертая зоны. В целом для района общая тотальная денудация характеризуется величиной 0,243 мм/год, а соотношение между ее механической и химической составляющими равно 3,3. Табл. 1.

УДК 551.3 : 631.4

Многолетняя динамика экзогенных рельефообразующих процессов (задачи, пути и методы исследования, проблемы). Кравчук Я. С., Ковальчук И. П. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Пути и методы исследований динамики экзогенных рельефообразующих процессов, основные проблемы, требующие скорейшего решения, рассматриваются в системе «геологическая структура — рельеф — неотектонические движения — экзогенные процессы рельефообразования».

УДК 551.4

Проблемы экзогенных геоморфологических процессов. Левадияк А. Т. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Рассмотрены вопросы целенаправленного изучения влияния неотектоники на активизацию экзогенных процессов, а также пути получения количественных показателей, характеризующих проявление этих процессов. Отмечается необходимость первоочередного решения проблем, выдвигаемых перед геоморфологией народным хозяйством. Подчеркивается потребность в разработке прогноза возможных последствий антропогенного морфогенеза.

УДК 551.4.001.8

К иерархии геоморфологических систем. Лобапов В. В. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Планета Земля — иерархически построенная система систем-оболочек. Земная кора — также иерархическая система, которая историю своего эволюционно-революционного развития фиксирует в виде саморегулирующейся эндо-экзосистемы «рельеф». Прерывисто-непрерывное развитие большой системы раскрывается в концепции триады динамических состояний элементов рельефа, «замисанных» в строении разрезов и порядках долины.

УДК 551.4

Формационно-геоморфологический принцип в дистанционном анализе при решении задач регионального прогнозирования полезных ископаемых. Лопатин Д. В., Горбацевич Н. Р., Никитин Н. В., Шульц С. С. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

В противоположность морфоструктурному анализу, предполагающему изучение рельефа через особенности структуры земной коры, авторы решают обратную задачу: средствами формационно-геоморфологического анализа Н. А. Флоренсова исследуются структуры земной коры. Раскрываются возможности дистанционного анализа при выявлении структурных ассоциаций разных масштабных уровней.

УДК 551.4

Геоморфологические формации и типы рельефа как синтетические единицы картирования. Лоскутов Ю. И. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Отмечается перспективность применения понятия «геоморфологическая формация» при изучении рельефа. Дается определение понятия «тип рельефа» как одной из единиц картирования. Утверждается, что «геоморфологическая формация» (по Н. А. Флоренсову) практически не отличается от понятия «морфогенетический тип рельефа».

УДК 551.4 : 551.242 + 551.494

Морфоструктурное районирование на основе принципа ортогональной волновой модели (к постановке и решению обратных геоморфотектонических задач). Лукин А. А. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Автором разрабатывается методика морфоструктурного и морфоструктурно-геологического районирования на основе принципа ортогональной волновой модели, которая может быть использована для решения обратных геотектонических задач с применением методов геоморфологии.

УДК 551.4 : 528.77

Опыт системно-формационного геоморфологического исследования с использованием аэрофото- и космических снимков. Милеева Л. С. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

При изучении природной системы с дешифрированием разномасштабных аэрофото- и космических снимков есть возможность использования такого свойства системы, как целостность. Для выявления характера взаимосвязи компонентов системы выбирается наиболее «физиономичный» (имеющий четкое изображение на снимках) компонент, который используется в качестве индикаторов изучаемого характера.

УДК 551.4

Морфоструктурный анализ в познании рельефа. Месхиа Дж. И. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

В работе подчеркивается роль морфоструктурного анализа (комплексного применения геоморфологических и чисто геологических методов) в определении генезиса рельефа, возраста геотектонических движений и закономерностей их регионального геоморфологического проявления.

УДК 551.4

К вопросу о выработке единой теории геоморфологии. Николаева Т. В. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Созданию общей теории геоморфологии будет способствовать геоморфологическая карта. К изучению рельефа следует подходить на глубокой геологической основе, учитывая важное значение новейшей и современной тектоники в формировании рельефа континентов и акваторий. Поставлен вопрос о геоморфологической терминологии.

УДК 551.311.243

Морфоструктурный подход к решению проблемы поверхностей выравнивания. Никитова Р. И. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Предлагается к обсуждению вопрос о синрифтогенной природе поверхностей выравнивания. Согласно этому, разрушение орогенов с выравниванием рельефа до базисного уровня происходит в условиях и зонах активного деструктивного (рифтогенного) эндогенеза и эндо-экзогеоморфогенеза.

УДК 551.4

К единству науки. Обеднентова Г. В. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Геоморфология — наука о рельефе. Предметом ее изучения является морфология земной поверхности. Подход к изучению определяется как содержанием объекта изучения, так и целью исследования. Эти общие положения должны лежать в основе любого метода исследования: структурного, морфоструктурного, морфоклиматического, морфологического, системного, историко-генетического и др.

УДК 551.4

Динамически однородные элементы рельефа. Осадчий С. С. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Использование четырехмерной характеристики рельефа (морфологии, генезиса, возраста, динамики процесса) является принципиальной основой картирования динамически однородных поверхностей. Такое исследование составляет сущность геоморфолого-формационного или, в более широком смысле, системного подхода к изучению рельефа.

УДК 551.4

О научном статусе инженерной геоморфологии. Паленко Э. Т., Стецюк В. В. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Сформулирована позиция авторов в определении научного статуса инженерной геоморфологии, ее методических основ, методических приемов общего и специального характера. Инженерная геоморфология охарактеризована по определенным философским канонам, отражающим методологические предпосылки ее эволюции как науки в системе наук о Земле.

УДК 551.4 : 519.272

О системном подходе в морфоструктурном анализе. Порядин В. С. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Рассматриваются вопросы формализации системного подхода к рельефу и морфоструктуре на базе стохастической и информационной модели процесса рельефообразования. Указывается на возможность применения к рельефу аппарата теории автоматического регулирования.

УДК 500 + 551.4

К проблеме обобщения морфоструктурных законов и развития теории морфоструктурной динамики. Радкевич Р. О. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

При выявлении наиболее общих природных закономерностей особенно необходимы критерии, обладающие одновременно всеобщностью признака и отсутствием конкретности, присущей только одному из классов объектов. В качестве таких классификационных мер предлагается использовать размер и количество объектов. Ранжированный по размеру ряд классов природных объектов — это основа системы естествознания и классификации естественных наук. В качестве всеобщей меры структуры предлагается использовать геометрию лишнего жестко фиксированных осей непрерывно движущегося и легко трансформируемого мебиусовски деформированного тора, совокупностей торов и их частей. Основные элементы этой геометрии — точка, линия и поверхность — рассматриваются как имеющие внутреннюю структуру. Устанавливается всеобщий закон обратной пропорциональности в первом приближении количества объектов в естественной совокупности от их размера. Ил. 5.

УДК 551.4 : 551.24

Морфоструктурное районирование по формализованным признакам. Ранцман Е. Я. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Формализованный подход при геоморфологических исследованиях позволяет достичь воспроизводимости результатов и применить методы прикладной математики к анализу геоморфологических данных. На основе специально разработанной методики морфоструктурного районирования по формализованным признакам была решена задача алгоритмического распознавания мест возможных сильных землетрясений (совместно сейсмологами, математиками и геоморфологами).

УДК 551.4

К вопросу о научных направлениях и общей теории геоморфологии. Рождественский А. П. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Рассматриваются структурно-геоморфологическое, морфоклиматическое и системно-формационное направления современной геоморфологии. Возникновение отдельных направлений в рамках единой науки есть естественный процесс саморазвития каждой конкретной науки, в данном случае — геоморфологии. Создание общей теории геоморфологии — дело будущего. Эта задача может быть решена на основе синтеза теоретических положений, развиваемых отдельными научными направлениями. Общая теория геоморфологии должна включать в себя, наряду с рассмотренными, также антропогенно-геоморфологическое направление

УДК 551.4

Геотехноморфосистемы и рельефообразование. Розанов Л. Л. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Выдвинута концепция геотехноморфогенного пространства, представляющего собой естественно- и антропогенно-историческое тело, состоящее из природных, природно-техногенных и техногенных компонентов, на которые воздействуют природные и техногенные факторы. В качестве методологической основы изучения взаимодействия рельефа и инженерных сооружений предложен анализ геотехноморфосистем.

УДК 551.4

Взаимодействие и взаимообусловленность экзогенных и эндогенных процессов — основа единства геоморфологии. Селиверстов Ю. П. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Сложность исследования рельефа заключается прежде всего в обилии его функциональных связей и зависимостей, в множестве взаимоотношений и взаимоопределений, в тесных и многосторонних связях с окружающей средой. При этом геоморфология должна быть единой, без предпочтения и преувеличения роли ее отдельных ветвей или направлений. Сомнительны постулаты о первичности эндогенеза над экзогенезом, более того, многие современные факты свидетельствуют об обратном. Уместно говорить о тесной взаимосвязи и взаимообусловленности рельефоформирующего экзо- и эндогенеза, о наличии у них общих корней и причин, имеющих различное проявление на земной поверхности.

К вопросу применения морфоэструктурного анализа при изучении тектоники складчатых докембрийских глубокоденудированных массивов (на примере Украинского щита). Семенов К. И. П., Тельников В. В. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Рассмотрены некоторые вопросы проявленности крупных структур кристаллического фундамента докембрийских глубокоденудированных массивов в современном рельефе.

Изложена принципиальная схема сопряженного анализа дуговых элементов речных долин и положительных аномалий гравитационного поля, на основе реализации которой получены выводы о влиянии аномалий физических полей на пространственное размещение эрозионных форм.

УДК 551.4

Проблемы климатической геоморфологии. Скрыльник Г. П. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

В краткой форме характеризуется современный уровень развития климатической геоморфологии, уточняются объект и предмет исследований геоморфологии и климатической геоморфологии, рассматриваются проблемы соотношения тектонического и климатического факторов экзогенного рельефообразования, а также соотношение климатического и антропогенного факторов рельефообразования.

УДК 551.4

Пути преодоления противоречий структурно-климатического и системно-формационного подходов к познанию рельефа на примере изучения кольцевых морфоструктур. Скублов Н. В. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Противоречия при изучении рельефа разными подходами возникают при искусственном расчленении эндо- и экзогенной составляющей единого процесса рельефообразования. Подтверждение единства — метод геоиндикационного моделирования, а также метод выявления по дистанционным материалам эндогенных кольцевых и линейных структур. Ил. 1.

УДК 551.4

Динамический и историко-генетический аспекты изучения рельефа с позиций системного анализа. Спасская И. И. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Рассматриваются принципиальные различия в исследовании открытых и закрытых геоморфологических систем.

УДК 551.4

К вопросу объемного геоморфологического анализа и синтеза. Табидзе Д. Д. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Предмет исследования геоморфологии — объемные тела — формы рельефа трех морфологических типов: положительные, отрицательные и уравновешенные. Процессы морфогенеза могут быть объемобразующими (поднятия и аккумуляция) и объемосокращающими (погружения и денудация). Предлагается математическая модель морфогенеза.

УДК 551.4.001

Принцип симметрии и его значение в решении теоретических и практических вопросов геоморфологии. Токаревский О. Г. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

В статье рассмотрены основные положения учения о симметрии и его методологическое значение при решении теоретических и практических вопросов геоморфологии. Поставлен вопрос о симметричном историко-генетическом подходе к изучению рельефа и на конкретном примере изучения симметрии поперечных профилей долин показана практическая возможность анализа этого важного морфометрического показателя рельефа.

УДК 551.4

Рельеф как предмет исследования геоморфологии и перспективы структурно-формационного подхода в его изучении. Томлов В. В. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Рельеф в качестве предмета исследования геоморфологии определяется как невещественная поверхность контакта между геолого-тектоническими структурами литосферы и взаиморасположением структурных неоднородностей атмосферы, гидросферы. Геоморфологическая формация является эндогенным и в определенной степени вещественным (структурно-геоморфологическим) субстратом или потенциалом рельефа и в этом отношении не эквивалентна самому рельефу.

УДК 551.240

О системном подходе к выделению внутриконтинентальных орогенов. Тулохов А. К. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

С позиции тектоники литосферных плит горообразование рассматривается как следствие деформации литосферных плит в шовных зонах. Подобный подход позволяет выделить в иерархии геоморфологических структур внутриконтинентальные орогены, представляющие совокупность морфоструктур, находящихся в тесной взаимосвязи между собой и внешней средой и образующих определенную целостность, единство.

УДК 551.4

Исследование понятийной системы структурной геоморфологии. У ф и м ц е в Г. Ф. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Основные понятия геоморфологии — рельеф, коррелятные отложения — характеризуют объекты ее исследований, и на их основе формируется понятийная система этой науки. В частных геоморфологических направлениях используются, кроме того, основные понятия, поясняющие цели исследований. В структурной геоморфологии это понятие о морфоструктуре, обеспечивающее решение прямой задачи (от геологической структуры к рельефу), и структурной форме, выделенной по геоморфологическим признакам (при решении задачи от рельефа к структуре).

УДК 551.4*

О природе глобальных форм рельефа и некоторые вопросы системного подхода в геоморфологии. Ф и л а т о в В. Ф. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Доказывается, что тела материковых массивов возникли в катархее за счет накопления продуктов ультралатеритного выветривания базальтового слоя в первичных понижениях рельефа Земли и последующей гравитации и складчатости этих осадков. Геоморфологическую формацию предлагается понимать как ассоциацию разновозрастных и морфологически однородных форм рельефа.

УДК 551.4; 551.3; 551.2

О взаимосвязи структурного и климатического подходов к познанию рельефа. Ф и л о с о ф о в В. П., Р о м а н о в А. А. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Рельеф Земли во всем своем многообразии возникает и развивается в результате сложного взаимодействия двух групп сил — космических и планетарных. Последние, в свою очередь, делятся на эндо- и экзогенные, действующие внутри и на поверхности нашей планеты. Указанные многообразные процессы идут в непрерывно изменяющихся гравитационном, термодинамическом и электромагнитном полях Земли.

УДК 551.4

О необходимости единства направлений исследований в развитии геоморфологической теории. Х у д я к о в Г. И. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Автором рассматриваются основные причины, тормозящие создание теории геоморфологии. Отмечается отсутствие общей концепции планетарного морфогенеза. На основе предложенной автором концепции геолого-геоморфологической конформности рассматривается последовательный стратегический план исследований фундаментальных основ теоретической геоморфологии.

УДК 551.24 : 551.432

О возможностях морфоструктурного анализа. Ч е д и я О. К. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Морфоструктура, по автору, это новейшая структурная форма, выраженная в рельефе. Обосновывается значение морфоструктурного анализа в изучении новейших структурных форм и создавших их тектонических движений. Акцентируется внимание на возможности определения посредством морфоструктурного анализа не только вертикальных, но и горизонтальных напряжений, их величин и ориентировки, а также соотношения с движениями вертикальными.

УДК 551.4

Некоторые проблемы понятийной и терминологической основы геоморфологии. Ч е м е к о в Ю. Ф. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Современное состояние понятийной и терминологической основы геоморфологии нельзя признать вполне удовлетворительным. Анализ ряда важных проблем показывает, что их трактовка некоторыми исследователями весьма дискуссионна и не может быть принята. Это представления о «геоморфологическом этапе» в истории Земли (И. П. Герасимов и Ю. А. Мещеряков), о трех «макроциклах» морфогенеза в течение этого этапа, теоретическое обоснование выделения геотектур, морфоструктур и морфоскульптур, классификации геотектур и поверхностей выравнивания, разработанные и предложенные И. П. Герасимовым.

УДК 551.4

Структура рельефа и ее место в геоморфологической системе. Черванев И. Г. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Утверждается, что структура рельефа определяет наиболее фундаментальные его свойства, относящиеся к топологии и метрике: симметрию, иерархическую упорядоченность, инвариантность. Развитие рельефа носит характер последовательного изменения (усложнения, наращивания) его иерархической структуры. Этот процесс обусловлен внутренними механизмами саморазвития.

Определяются основные понятия учения о структуре рельефа: топология, внешняя и внутренняя геометрия, иерархическая структура, инвариантность и др.

УДК 910.1 : 551.4

О внедрении нового термина — «дилуция» — в геоморфологию. Чангашивили Г. З. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

В геоморфологической литературе термин «денудация» понимается двояко. Чтобы избежать этого, автор впервые вместо термина «денудация» в узком смысле, т. е. «поверхностный смыл», ввел в геоморфологическую терминологию термин «дилуция» (от латинского *diluo* — размывать, удалять). Ил. 1.

УДК 551.432 : 551.4.07

О соотношении между формами рельефа и погребенными структурами (на примере нефтегазоносных областей Узбекистана). Юрьев А. А. Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1985.

Соотношения рельефа и погребенных структур выявлены путем корреляции дневной поверхности с деформированными отложениями палеогена, нижнего мела и карбонатов юры на Денгизкульском поднятии (Туранская плита) и в Юго-Западном Гиссаре (Тянь-Шань). Установлено, что на платформе морфоструктуры прямого развития и возрожденные представлены примерно поровну, в орогене преобладают последние. Все это подтверждает эффективность морфоструктурного анализа в комплексе нефтегазопроисковых работ.

3 р. 10 к.

4374



**ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ**