

Из резюме других сообщений геоморфологического характера можно отметить классификацию морфоструктур Центрального Кавказа для целей металлогенического районирования *П. В. Прокуронова*; схему разномно-блоковых морфоструктур Б. Кавказа *А. Г. Шемтелева* с выделением крупных поперечных межглыбовых линейментов (Анапа-Староминского, Сальск-Лазаревского, Ардонского, Андийского, Усть-Самурского) реконструкцию миграций разновозрастных дельт Кубани *Я. А. Измайлова*; и ряд других. *В. П. Черных* использовал методику сравнительного анализа уклонов днщ палеорек для количественной оценки неотектонических движений междуречья Кубани и Чегема. Им получены суммарные амплитуды горных поднятий за акчагыл-плейстоценовое время порядка 3 км с нарастанием интенсивности движений к концу апшерона и в плейстоцене. Однако его представления о величинах денудационного сноса, возрасте и сохранности древних поверхностей выравнивания являются весьма дискуссионными. *А. Б. Островский* сопоставил длительность формирования позднелистоценовых и плейстоценовых геоморфологических уровней с интенсивностью новейших движений и ритмичностью эвстатических колебаний уровня морей и сделал вывод о различии количества подобных уровней и аккумулятивных ритмов для разных морфоструктурных районов Кавказа. *И. Н. Сафронов* и *В. В. Астахов* критически рассмотрели недостатки и ограниченность морфогенетического принципа среднемасштабного картирования и отметили перспективность генетического и историко-генетического принципов картирования для изучения рельефа, новейшей тектоники и поисков полезных ископаемых на Северном Кавказе. В ряде докладов освещалась практика применения геоморфологических методов при инженерно-геологических и гидро-геологических исследованиях.

В целом конференция показала большую плодотворность идей глобальной тектоники плит для теоретического переосмысливания особенностей формирования геологической структуры и рельефа Кавказских и новых подходов к поискам полезных ископаемых. Целый ряд важных закономерностей, не раскрывавшихся ранее геосинклинальной теорией, получил теперь новое объяснение: прежде всего — механизм самого горообразования, покровно-надвиговая природа основных морфоструктур, общее строение рельефа горной системы, блоковая дифференциация и т. д. Следует заметить, что целый ряд конкретных разработок классической геосинклинальной школы (развитие складчатости и т. п.) не потерял при этом своего значения. Имеются также некоторые геодинамические модели (например, «вибрирующей геосинклинали» *А. М. Смирнова*), которые в общем виде не противоречат обеим концепциям. В то же время отмечаются явления, не объясняемые ни той, ни другой теориями, например, сквозные поперечные зоны, переходящие через шовную область с одной литосферной плиты на другую.

Как показали дискуссии на конференции, внедрение идей новой глобальной тектоники плит имеет свои «издержки» и приводит иногда к достаточно умозрительным построениям, отрывающимся от реального фактического материала. Некоторые доклады причисляли себя в связи с этим к «умеренным молибилистам».

Следует отдать должное Северо-Кавказскому геологическому управлению, которое сейчас возглавило новые теоретические поиски в области геодинамики Кавказа. Заметный вклад в данное направление внесла также грузинская геологическая школа. Однако среди армянских и азербайджанских геологов и геоморфологов подобный поворот только намечается. В этой связи уместно напомнить, что академик *И. П. Герасимов* неоднократно подчеркивал, что дальнейший прогресс в разработке общей теории морфогенеза Земли во многом будет зависеть от того, насколько быстро и глубоко геоморфологи (особенно исследователи горных стран) смогут применить новейшие теоретические достижения геологии и геофизики для объяснения главных закономерностей морфоструктурного развития континентальной суши и океанических впадин.

Лилиенберг Д. А., Борунов А. К.

ПРОБЛЕМЫ ГЕОМОРФОЛОГИИ НА XXIV МЕЖДУНАРОДНОМ ГЕОГРАФИЧЕСКОМ КОНГРЕССЕ

С 31 августа по 5 сентября 1980 г. в столице Японии Токио происходил XXIV Международный географический конгресс. Среди 12 его секций наибольшей по количеству представленных докладов (свыше 90) была секция «Геоморфология и гляциология», в работе которой принял участие свыше 130 ученых из более чем 24 стран. Непосредственно перед конгрессом были опубликованы тезисы представленных на секцию докладов. Основные доклады и последующие дискуссии отражали четыре главных направления в геоморфологии: тектоническое, климатическое, динамическое и экспериментальное (главным образом полевой эксперимент).

Современные общие проблемы **тектонической геоморфологии** связаны более всего с разработкой теории орогенеза, основанной на глобальной тектонике плит. В докладе

И. П. Герасимова^{*1} были сформулированы главные принципы такой теории: их сущность сводится к следующему. Выделяются два типа материковых геотектурных шовных зон, в которых имеет место орогенез: континентально-океанические, связанные с развитием бассейнов современных океанов и формированием периконических горных сооружений (это самые активные структуры), и внутриконтинентальные, связанные с взаимодействием больших континентальных плит при их горизонтальных перемещениях орогенических процессы здесь также активны. В докладе выдвигается предположение, что последовательная разработка этой общей схемы позволит по-новому понять сущность процессов орогенеза и даст основу для научной типизации горных сооружений.

Большинство других докладов по тектонической геоморфологии носило гораздо более частный характер. Дискутировались главным образом вопросы новейшей (четвертичной) тектоники в различных регионах: Корея (Oh)^{*}, Малайзия (Tjia)^{*}, Новой Зеландии (Voshikawa, Ota et. al.)^{*}, Японии (Kaizuka^{*}, Ariti^{*}), а также тектонические деформации коралловых рифов в Тихом океане (Ota, Hori)^{*} и развитие четвертичного вулканизма в Японии (Moriya)^{*}.

Все перечисленные выше доклады отражали региональные особенности проявления новейшей тектоники. Пожалуй, наиболее интересным был доклад М. Паницы^{*} о голоценовой морфотектонике в провинции Модена (Италия), особенно с методической точки зрения. Территория изучалась комплексом методов; собственно геоморфологический анализ автор использовал для определения связи между формами рельефа и тектоническими движениями. Поскольку провинция Модена состоит из трех частей: горной, предгорной (или холмистой) и равнинной, то для каждой из них автором были подобраны различные критерии выявления тектонических движений. Полученная картина голоценовой тектоники отражала три различных типа соотношений тектоники с формами рельефа.

Среди проблем климатической геоморфологии наибольший интерес вызвала проблема перигляциального морфогенеза, а также и некоторых других образований (аридных педиментов, карста и др.). Перигляциальные образования в настоящее время находят и изучают в совершенно различных современных природных зонах; однако они в одних случаях современные, в других — реликтовые. Сопоставление таких форм по условиям их развития и по морфологическим особенностям позволяет делать выводы о сменах климатических условий и сдвигах климато-ландшафтных зон. Очень удачно этот подход применил Я. Демек^{*} на примере современных криопедиментов Восточной Сибири и реликтовых перигляциальных зон Чехословакии. Автор подчеркнул сходство современных и плейстоценовых криопедиментов. Он оспаривал мнение Бюделя о связи древних криопедиментов с аридными педиментами третичного возраста. С другой стороны, он показал, что плейстоценовые криопедименты в ЧССР трансформируются под воздействием современных гумидных климатических условий.

Е. Ко^{*} нашел, что можно усмотреть аналоги аридных педиментов и в гумидной зоне, например в Корее. Поэтому некоторые предгорные склоны в Корее он предлагает называть гумидными педиментами.

Обобщающей работой по перигляциальным процессам в горных областях явился доклад Л. Эленбера^{*}. Им были исследованы области распространения древних и современных перигляциальных форм в Японии и горах Западной Европы (Альпы, Пиренеи, горы Шотландии), сопоставлено положение нижней границы развития перигляциальных форм по отношению к границе леса и амплитудам температур. Это позволило автору сформулировать гипотезу о том, что в горах при условии гумидного климата субтропического пояса нижняя граница перигляциальных образований лежит над границей леса, если амплитуда температур менее 15°С, и ниже ее, если амплитуда температур превышает 22°С.

Особое внимание было уделено вопросам формирования сортированных полигонов в перигляциальных ландшафтах, росту их ребер, смещению материала и т. д. Как известно, подобные полигоны широко распространены в областях развития вечной мерзлоты. Современные подходы к изучению этих образований связаны главным образом с полевыми и лабораторными экспериментами. 13-летние (1966—1979) полевые наблюдения Дж. Маккея^{*} за смещением в горизонтальной и вертикальной плоскостях металлических и пластиковых трубок, вбитых на глубину 1,2 м в различные точки полигонов, показали, что наиболее активный верхний (50 см) слой грунта смещается в сторону ребер полигонов с максимальной скоростью до 3,6 мм/год. Смещение осуществляется таким образом, что трубки образуют наклон в сторону ребер, которые в свою очередь весьма активно расклиниваются. Осредненная величина смещения поверхностного слоя равна 1,8 мм/год. Подобная величина скорости, если ее экстраполировать на несколько тысяч лет, будет адекватной скоростям процессов, создавших современные размеры ребер полигонов. Лабораторный эксперимент с целью изучения генезиса подобных полигонов провел А. Писсар^{*}. Эксперимент с замораживанием в различной степени увлажненного материала (эоловый лёсс, окруженный гравием) показал, что степень увлажнения играет большую роль в деформации грунта и что материал испытывает тенденцию к смещению в ту же сторону, что и продвижение фронта заморозания.

^{*1} Тезисы докладов, отмеченных в тексте звездочкой, опубликованы в издании: 24 th IGC. Main Session. Abstracts, v. 1. Tokyo, 1980 (Section 1 «Geomorphology and glaciology», p. 2—162).

Ф. Драмиз, М. Колторти, В. Жентили * доложили о перигляциальном морфогенезе в Италии (Umbria-Marhe Apennines). Их исследования показали, что современные геоморфологические образования в этой области испытали сильное воздействие перигляциальных процессов, которые были наиболее активны в течение последних холодных периодов позднего плейстоцена. Подобные исследования были проведены также во Франции (Van Brederode, Goedheer, Van Steijn) *, в Южной Африке (Verhoef) * и в других местах. Интересно развитие геоморфологических образований такого типа в горных районах Южной Африки. Автор показал, что здесь процесс осадконакопления хорошо отражает флуктуацию климата в плейстоцене и голоцене, в течение которых были более гумидные периоды, чем в настоящее время.

Изменения климатической обстановки в пространстве и времени могут быть зафиксированы путем изучения и других геоморфологических образований. Как показала М. Свитинг *, им может быть карстовый процесс. Изучая отложения, связанные с карстом, она пришла к выводу о возможности определения климатических флуктуаций на основе изучения характера отложений в карстовых пещерах. Однако в своих выводах она более осторожна, чем некоторые ее коллеги, так как очень трудно объяснять формы карстового рельефа только лишь с позиции климата.

Доклады по динамической геоморфологии отличались общей тенденцией к практической реализации полученных научных выводов. Это и понятно, так как в настоящее время решение большинства задач хозяйственного использования земель весьма затруднительно без учета данных динамической геоморфологии. Работая в этой области, многие исследователи широко пользуются количественными методами, приемами физического и математического моделирования, системным подходом.

Изучая крупные формы рельефа, геоморфологи не всегда ясно представляют себе граничные значения показателей (критериев), позволяющих произвести «неперекрывающую» классификацию этих форм. Поэтому с методической точки зрения был интересен доклад об определении четких количественных критериев выделения рельефа гор, предгорий (холмов) и равнин о. Тайвань (Shin, Chang, Hwang) *. Докладчиками был произведен машинный анализ показателей высоты (40 классов, через 100 м), уклонов (11 классов, через 5°), коэффициента рельефа (27 классов, через 50 м).

Сопоставив полученные уравнения регрессии и основываясь на эмпирических формулах, авторы доклада получили границы, имеющие объективное значение, поскольку они установлены с помощью комбинированной классификации из трех показателей. Вот эти границы (таблица).

Граничные морфометрические характеристики типов рельефа

Типы рельефа	Высота, м	Углы наклона, град	Коэффициент рельефа, м/км²
Горы	700	25	400
Предгорья (холмы)	700—80	25—5	400—50
Равнины	80	5	50

Однако морфометрические исследования, как правило, не вскрывают физической сущности процессов образования форм рельефа; следовательно, они не могут описать и эволюцию этих форм. Подобная эволюция может быть описана, как это утверждал К. Окуниши *, на основе гидрогеоморфологического анализа. На примере горы Танаками (Япония) он показал, что речная сеть здесь зародилась в конце четвертичного периода, однако уже сейчас различные части гор принадлежат к различным геоморфологическим циклам. Докладчик провел модельное описание эволюции гидрографической сети, рассматривая в качестве главного агента гидрологические процессы (преимущественно процессы эрозии, зависящие в основном от размывающей силы потока). Подобная методика весьма интересна, однако все же эволюция форм — производное целого комплекса природных процессов. Весьма интересное полевое и модельное описание развития педиментов в юго-восточной Кении под воздействием комплекса природных процессов дал Ф. Анерт *. Изучаемая территория имеет три денудационные поверхности с высотами 550, 1000 и 1500 м, периферийные части которых расчленены в соответствии со структурой и литологией и образуют группу останцов-педиментов, находящихся (вне зависимости от положения на том или ином денудационном уровне) в различной степени развития и сохранности.

Не менее, а пожалуй, более живой интерес вызывали на секции проблемы изучения дренажной сети: закономерности ее формирования и влияния на рельеф. К. Кашивай * предложил модель формирования сети ручьев на склоне (как микромодель формирования сети водотоков) исходя из двух предпосылок: соединение ряда ручьев увеличивается с увеличением их числа, величина соединений увеличивается в свою очередь с увеличением зоны захвата. На основании этих предпосылок была построена математическая модель сети ручьев на склоне. Заметим, что в литературе уже обсуждались

подобные проблемы (Scheidigger, 1969)² и было показано, что создание эрозийной сети на любом уровне иерархии — процесс вероятностный (случайный). Поэтому, если мы хотим получить реальные результаты от подобного анализа, модели должны базироваться на конкретных данных о роли тех или иных факторов в процессе формирования дренажной сети. Интересную в этом отношении работу проделали Ф. Карраро и Л. Форни*. Они показали, что прежде всего должен учитываться геологический эффект, моделирующий основное ложе потоков, последующее развитие зависит от воздействия экзогенных (климат) и эндогенных (литология + структура, геодинамика) факторов. При этом в иерархии процессов климатические изменения играют главную роль, а эндогенные — либо статическую (литология + структура), либо динамическую. Однако эти факторы имеют в иерархии все же локальное значение. Такие же выводы были получены (правда, с несколько большим уклоном в сторону литологии) при изучении внутренних бассейнов северо-восточной Испании (Sala)*.

Мы считаем, что только после детального учета факторов и определения их количественных характеристик целесообразно переходить к статистико-вероятностным методам классификации речных бассейнов. С этой точки зрения, очень высоким уровнем обработки исходной информации (по 410 бассейнам) с использованием кластерного анализа, теории распознавания образов и др. для последующей группировки бассейнов в классы, выделялась работа индийского геоморфолога С. Пала*.

Следующая группа вопросов, обсуждавшаяся на секции, касалась процесса боковой эрозии. Доклад об интенсивности боковой эрозии рек и формировании поперечного профиля речных долин представил М. Хирано*. В расчетах, выполненных с помощью ЭВМ, учитывались лишь самые общие морфометрические показатели, что было характерно для геоморфологической науки 15—20-летней давности (задачи «сверхгенерализации»; Шайдеггер, 1964)³. В этом подходе не учитывается физика процесса, поэтому результаты имеют самый абстрактный вид. У нас уже была возможность выступить с критикой такого подхода (Trofimov, 1972)⁴.

Т. Сузуки, М. Хаттори, Токахаши* решили аналитически подойти к оценке величины боковой эрозии (W), записав неявную функцию: $W(t) = f(F, R)$, где F — сила боковой эрозии потока, R — устойчивость пород против боковой эрозии. Однако неявный вид зависимости таковым здесь и остался: ни величина F , ни величина R , просто не раскрываются; здесь нужны специальные исследования. Правда, на конкретном примере смещения р. Иваки (Япония) в течение голоцена был приведен один из видов зависимости W , но уже от морфометрических показателей, который поэтому никак не раскрывает первоначально введенную.

Следует считать, что конечной задачей любого исследования в области динамической геоморфологии является управление геоморфологическими процессами. Вопрос этот в связи с его сложностью, к сожалению, редко подвергается специальному изучению. На секции был представлен только один доклад по теоретическим предпосылкам управления современными экзогенными процессами — А. М. Трофимова и В. М. Москюкина*. В докладе было показано, что благодаря действию отрицательных обратных связей системы при постоянном внешнем воздействии стремятся к некоторому динамическому устойчивому состоянию (динамический гомеостаз). Следовательно, одна из задач оптимального управления может состоять в определении этих состояний и скорейшего перевода в них систем (задача на минимизацию времени). Это эквивалентно уменьшению времени релаксации в системе. Наиболее адекватным аппаратом для определения этого времени, а также при изучении вопросов устойчивости, прогноза и управления природных систем, является качественная теория динамических систем. При вводе в нее факторов управления открывается возможность решения задач оптимального управления.

Отметим, что в последнее время широкое развитие в геоморфологии получил полевой и лабораторный эксперимент, который пока еще, к сожалению, не проник во все сферы геоморфологических исследований. Как следует из анализа докладов, посвященных этим вопросам (Ikeda* Mackey*, Pissart* и др.), эксперимент используется в исследованиях эпизодически, на разных уровнях точности и получения результатов и самое главное не имеет (за редким исключением) детально разработанных и четко сформулированных методологических и методических основ. Весьма отрадно по этой причине было появление обобщающего доклада О. Слаймакера* о природе полевых экспериментов в геоморфологии. Докладчик подчеркивал, что в этой области геоморфологии существуют три главных проблемы: измерения, контроля и потенциального отношения полевых экспериментов к геоморфологической теории. Теория эксперимента должна увязать эти проблемы. Однако ее пока не существует, в связи с чем О. Слаймакер предложил семь основных принципов проведения эксперимента, полагая, что

² Scheidigger A. E. Stochastic branching processes and the law of stream orders.— Water Resour. Res., v. 2, № 2, 1969, p. 199—203.

³ Шайдеггер А. Е. Теоретическая геоморфология. М.: Прогресс, 1964, с. 450.

⁴ Trofimov A. M. The application of mathematical analysis in geographycal and geomorphological investigations: a case study of slope evolution.— In: Mathematical methods and modern geography. Kazan, 1972, p. 204.

дальнейшее их развитие может привести к становлению теории. Суть их сводится к тому, что изучаются факторы, определяющие интерпретируемые формы рельефа (например, структура, процесс, стадия), принципиальное использование физических законов, дифференциация компонентов баланса масс; проводится отбор концепций (например, неустойчивости, неопределенности, ритмики, времени релаксации и пр.) и т. д.

В заключение хочется отметить, что в докладах секции «Геоморфология и гляциология» в общем нашли то или иное отражение основные проблемы современной геоморфологии. Основное внимание, однако, было уделено проблемам динамической геоморфологии. Это объясняется, очевидно, тем, что традиционные геоморфологические методы исследования в настоящее время усиливаются физическими и математическими методами. Этому способствует использование системного подхода. Именно благодаря последнему оказалась возможной разработка таких теорий, как качественная теория динамических систем, а с ее использованием — решение задачи оптимального управления экзогенными процессами.

Трофимов А. М.
