



Системный  
АНАЛИЗ  
РЕЛЬЕФА  
СИБИРИ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ  
Выпуск 636

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА СИБИРИ

Ответственный редактор  
д-р геол.-мин. наук С.Б. Шацкий



НОВОСИБИРСК  
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
1985

Системный анализ рельефа Сибири. – Новосибирск: Наука, 1985.

Статьи сборника вносят определенный вклад в развитие системного подхода к познанию морфологических особенностей нашей планеты. Их авторы пришли к выводу, что в основу классификации рельефа должен быть положен балансовый принцип, поскольку перемещение минеральных масс как на поверхности Земли, так и в горизонтах лито- и астеносферы составляет сущность морфогенеза – ведущей формы движения материи, определяющей динамическое состояние любой геоморфологической системы и позволяющей прогнозировать ее устойчивость под влиянием различных антропогенных воздействий.

Книга рассчитана на специалистов, работающих в области геологии, геоморфологии и географии.

Рецензенты И.П. Варламов, В.С. Волкова

С 1904040000-877 184-85- IV  
042(02)-85

© Издательство "Наука", 1985 г.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Историю развития рельефа авторы сборника рассматривают с позиций общей эволюции планеты, которая предопределяется сменой геологических циклов и характеризуется формированием взаимно обусловленных форм земной поверхности, распространением соответствующих ландшафтов, почв, растительности и покровных образований. Ведущая роль в чередовании геологических циклов принадлежит взаимосвязанным проявлениям эндогенных и экзогенных сил. Под прямым влиянием Солнца на земной поверхности формируются термодинамические поля, в пределах которых вода как наиболее активный агент ведущих экзогенных процессов одновременно существует в твердом, жидком и газообразном состояниях. Геологические циклы определяют геологическую составляющую геоморфологии, вызывают смещение природных зон. Поэтому в основе географической части науки о рельефе планеты должно лежать учение о зонах природы, смещающихся в пространстве и во времени. Все сказанное позволяет утверждать, что геоморфология является самостоятельной геолого-географической наукой и подразделение на отрасли и направления не нарушает ее единства.

Под одновременным воздействием эндо- и экзогенных сил осадочные и изверженные породы выходят на дневную поверхность и на них начинают развиваться почвообразовательные процессы. Их изучение дает возможность восстановить не только картины ландшафтов и климатов прошлого, но и во многом объясняет природу покровных образований, в которых под действием сложных процессов изменяется механический состав, увеличивается процентное содержание пылеватых фракций. Поскольку покровные породы в процессе непрерывного гравитационного перетложения тесно соприкасаются с биосферой, с момента их субаэральной жизни все дальнейшие процессы и явления взаимосвязаны общим путем развития живой и минеральной материи и во многом предопределяют климатические условия. Эти положения делают возможной постановку широких тематических исследований в об-

ласти истории развития и формирования современного рельефа на базе системно-формационного подхода, позволяющего "видеть великое в малом" и восстановить целое по отдельным составным элементам.

На первом этапе изучения авторы пришли к следующим выводам. При системно-формационном подходе природа развития и преобразования различных форм современного рельефа рассматривается с позиций непрерывного перемещения большого объема минеральных масс как на поверхности Земли, так и в самих горизонтах лито- и астеносферы при одновременном и взаимообусловленном проявлении эндогенных и экзогенных процессов.

На базе системно-формационного подхода авторы сборника разработали принципиально новую классификацию форм рельефа Сибири, в основе которой лежит выделение горных, предгорных и равнинно-платформенных систем. Геоморфологические системы подразделены на подсистемы, а подсистемы — на формации и подформации. Переходная система широкой полосой окаймляет очень сложную зону сочленения Центрально-Азиатского горного пояса с великими равнинами Северной Азии. Характер строения ее рельефа, наличие в его составе реликтовых унаследованных и вновь образованных морфологических форм дают представление о многих неизвестных страницах истории развития горной и равнинно-платформенной геоморфологических систем, что создает научные предпосылки к постановке поисковых работ на различные полезные ископаемые.

Таким образом, в геоморфологии на базе системно-формационного подхода возникло новое теоретическое направление, которое наряду с морфоструктурным и климатическим войдет в построение общей геоморфологии. С целью дальнейшего развития системного направления авторы рекомендуют расширить тематические исследования в следующих направлениях:

усилить теоретические разработки системно-формационного подхода в геоморфологии, особенно в определении принципов систематики и классификации геоморфологических систем в соответствии с аспектами изучения рельефа;

расширить исследования в области разработки главнейших положений картографирования систем, выделенных для изучения общих вопросов морфогенеза;

продолжить работы, связанные с моделированием природных объектов для решения практических задач дальнейшего развития народного хозяйства.

По содержанию статьи сборника можно разделить на три группы. Публикации О.В.Кашминой, Л.С.Миляевой, Э.М.Хворостовой и Э.Л.Якименко освещают исходные положения нового подхода к познанию

горного и равнинного рельефов. В статьях Б.В.Мизерова, В.А.Николаева и Д.В.Пучковой наряду с рассмотрением теоретических вопросов приведены обоснованные рекомендации по рациональному освоению и охране земельных и водных ресурсов Западной Сибири.

Сборник подводит итоги большой работы по актуальным вопросам теоретической геоморфологии, что важно для дальнейшего развития системной ориентации в познании морфологических особенностей планеты и планирования поисковых работ на различные полезные ископаемые.

В.А.Николаев

На протяжении последних 50 лет во всех подразделениях естественных наук произошла значительная дифференциация в формировании новых научных направлений. В условиях дальнейшего наращивания таких центростремительных сил большая роль отводится геоморфологии — науке о рельефе Земли, так как только она обладает неисчерпаемыми запасами центростремительных сил, способных удержать на определенной орбите все известные и вновь возникающие направления в познании очень сложных и взаимосвязанных природных явлений. Притягательная способность геоморфологии состоит не только в том, что общая морфология и история развития Земли отражают борьбу внутренних (эндогенных) и внешних (экзогенных) сил планеты, но и в том, что рельеф предопределяет направленное развитие главных элементов географического ландшафта. Поэтому во всех работах, посвященных изучению природных условий любого района, всегда есть специальная глава о его рельефе. Значение научных и практических выводов всегда находится в прямой зависимости от глубины проработки исходных геоморфологических данных. То же можно сказать и о научном обосновании многих технических проектов, поскольку все серьезные изменения природной среды возникают в первую очередь при нарушении естественных процессов стабилизации современного рельефа или недоучете главнейших особенностей его исторического развития.

Благодаря широкому использованию космической информации, разработке новых приемов комплексного анализа и освоению электронно-вычислительной техники непрерывно нарастает теоретический и практический потенциал геоморфологии. Она развивает контакты со всеми подразделениями географии и геологии. На грани смежных научных направлений происходит взаимное обогащение поисковой информации, на базе которой определяются прогрессивные теоретические воззрения. В их числе всеобщее внимание сейчас привлекает

новый системно-формационный подход к познанию рельефа, отражающий диалектическое единство эндо- и экзогенных процессов, порождающих обусловленное сочетание положительных и отрицательных форм земной поверхности. Геоморфология не только объединяет, но и цементирует отдельные звенья единой цепи естественных наук. При решении любой сложной народнохозяйственной проблемы результаты изучения рельефа приобретают особо важное, а в ряде случаев решающее значение.

История изучения рельефа Сибири убедительно свидетельствует: великое разнообразие морфологических особенностей ее земной поверхности послужило основой успешной разработки главнейших теоретических положений современной геоморфологии, первоначально установленных на базе анализа сибирских материалов, а в последующие годы получивших дальнейшее развитие в трудах зарубежных исследователей. И.Д.Черский (1872) впервые сформулировал обоснованные представления о древних этапах выравнивания рельефа Сибири и правильно оценил роль эндо- и экзогенных факторов в развитии денудационных процессов. Он предвосхитил основополагающие и широко известные концепции В.Дависа (1899) и В.Пенка (1924), определил главнейшие направления дальнейших исследований рельефа Сибири. В двадцатые, тридцатые и сороковые годы в познании рельефа Сибири большую роль сыграли работы В.А.Обручева (1922, 1936, 1948), изучавшего неотектонические движения. Новое направление в геоморфологии определили предположения М.А.Усова (1924) о том, что сложный процесс формирования и преобразования различных форм рельефа всегда связан с очень большим перемещением минеральных масс на поверхности Земли и в горизонтах лито- и астеносферы.

За рубежом первые высказывания о необходимости изучения истории развития рельефа с учетом положений М.А.Усова были опубликованы лишь в работе А.Стралера (1950). Однако не следует умалять и того, что И.Д.Черский (1873) и В.Пенк (1924) писали о большой роли эндо- и экзогенных процессов в перемещении минеральных масс, но специально не акцентировали на этом внимание и по достоинству не оценили ведущую роль данного явления в сложной динамике морфогенеза. М.А.Усов (1934) не только отнес установленные им факты грандиозного перемещения минеральных масс к основному закону геоморфологии, но и впервые ввел его основные положения в определение самой геоморфологической науки. До настоящего времени многие авторы пишут: "Геоморфология - наука о рельефе Земли", хотя подобное определение уже не отражает уровень знаний о главнейших закономерностях происхождения, истории развития и современных изменений рельефа земной поверхности под влиянием природных и антропогенных процессов и явлений.



В 1975 г. коллектив лаборатории геоморфологии и неотектоники Института геологии и геофизики в содружестве с геологическими и географическими подразделениями СО АН СССР, ДВНЦ и рядом других организаций завершил под руководством академика А.Л.Яншина и члена-корреспондента Н.А.Флоренсова многолетнюю работу по истории развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Восстановление картины формирования рельефа относится к числу главнейших проблем общей и региональной геоморфологии, имеющих первостепенное значение для решения важнейших прикладных задач. Написание и издание 14 региональных и обобщающих монографий единой серии, впервые выполненное сибирскими специалистами, по единодушному мнению рецензентов относится к числу крупнейших событий в мировой геоморфологической науке. В 1978 г. основной авторский коллектив многотомной серии удостоен почетного звания лауреатов Государственной премии СССР.

Самый главный итог многолетних коллективных исследований истории развития рельефа состоит в том, что впервые на необъятной территории Сибири и Дальнего Востока сформировались три новых крупных геоморфологических центра, каждый из которых не только собрал, систематизировал и обобщил богатейший региональный фактический материал, но и провел оригинальные научные поиски решения важнейших теоретических проблем в этой области.

Первоначально геоморфологи Института геологии и геофизики уделяли большое внимание палеогеографическому анализу — поэтапному рассмотрению палеорельефов обширной территории на протяжении всей истории и предыстории рельефа, т.е., как правило, на протяжении мезозойской и кайнозойской эр. При таком подходе современный рельеф Сибири и Дальнего Востока предстает как заключительное звено длинной и сложной цепи палеогеографических явлений. На этой базе новосибирские геоморфологи последовательно рассмотрели теоретические основы нового учения о геоморфологических формациях, а затем перешли к широкому использованию системного подхода с целью глубокого познания ведущих закономерностей в истории формирования современного рельефа.

Иркутские геоморфологи под руководством Н.А.Флоренсова успешно развивали новое прогрессивное учение о геоморфологических формациях. В одном из заключительных томов единой серии "История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока" (1976) и в последней монографии (1978) они рассмотрели главнейшие проблемы рельефообразования. При этом особое внимание было обращено на теоретическое обоснование нового учения о геоморфологических формациях, анализ существующих воззрений о возрасте рельефа, выяснение роли тектонических движений в формировании рельефа Сибири и Даль-

него Востока и сравнительную характеристику геоморфологических процессов в рифтовых зонах планеты на основе сибирских данных.

Под геоморфологической формацией Н.А.Флоренсов понимает "естественное и исторически обусловленное сочетание форм земной поверхности, связанных друг с другом единством места и времени и существующих при определенных тектонических и климатических режимах, которые порождают тот или иной способ их подвижного равновесия". Следует особо подчеркнуть, что исходные положения учения о геоморфологических формациях принципиально отличаются от установок, заложенных в основу проведения морфоструктурных и морфоскульптурных исследований. Их различие не только в неравноценном определении роли эндо- и экзогенных факторов в формировании рельефа, но и в соблюдении определений методической последовательности. Формационный анализ требует от исследователя большой "эрудиции в геоморфологии (рельеф) и геологии (вещественно-структурная основа)". Далекое не случайно постановка вопроса о новом направлении геоморфологических исследований в настоящее время полностью соответствует высокому уровню геоморфологических и геологических знаний. Необходимо отметить, что в последней монографии Н.А.Флоренсов (1978) сформулировал очень важное направление в познании сложных процессов морфогенеза путем изучения "литодинамических потоков", перемещающих минеральные массы по поверхности Земли и в горизонтах лито- и астеносферы. В связи с этим можно сказать, что Н.В.Флоренсов вполне закономерно от прогрессивного учения о геоморфологических формациях перешел к системному анализу рельефа и определению основного закона геоморфологии о балансе масс в земной коре.

Значительные исследования в области научного обоснования главнейших терретических положений геоморфологии провели дальневосточные специалисты во главе с Г.И.Худяковым (1972, 1976). По их представлениям, современный рельеф был создан в результате непрерывного однонаправленного геологического развития Приамурья и Приморья с протерозойского времени. Геологическую эволюцию они рассматривают как длинный и сложный процесс трансформации древних структур земной коры в морфоструктуры, которые не только сохраняют внутреннюю сущность, но и приобретают способность к одновременному геоморфологическому выражению.

В итоге проведенных исследований геоморфологи Дальнего Востока пришли к выводу, что горный рельеф на их территории никогда не подвергался общей планации, а речная сеть развивалась по закону унаследованности и никогда не переживала явлений крупных перестроек, о которых много писали в ранее опубликованных работах. К системе единственных молодых геоморфологических образова-

ний они относят лишь современное побережье и считают, что его рельеф обусловлен тектоническими движениями и эвстатическими колебаниями моря. Г.И.Худяков и его коллеги приводят большой фактический материал и с завидным увлечением стремятся убедить читателя в полной обоснованности нового направления в познании истории развития Дальнего Востока.

При разработке теоретических вопросов геоморфологи Дальнего Востока использовали метод морфотектонических исследований. Под морфоструктурой они понимают тектоническую структуру, конформно выраженную в рельефе. Вводимое ими понятие "морфоструктурное пространство" ограничивается внешне рельефом земной поверхности, внутренне — конформным ему геологическим содержанием в пределах тектоносферы. Генетические "корни" крупных элементов рельефа, по мнению Г.И.Худякова и его коллег, уходят в земную и даже подкоровую оболочку.

Краткий анализ главнейших результатов коллективных исследований по истории развития рельефа Сибири и Дальнего Востока позволяет утверждать, что в основе всех трех направлений, развиваемых геоморфологами Новосибирска, Иркутска и Владивостока, есть не только свое рациональное зерно, но и общность подхода к решению теоретических проблем. К числу последних следует отнести глубокий исторический подход, всесторонний учет геологической составляющей (состав и структура субстрата) и детальный анализ развития рельефа с позиций оценки динамического воздействия геосфер на протяжении всей истории до формирования современных геоморфологических ландшафтов.

Основным итогом коллективного труда "История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока" является введение в геоморфологию объемных характеристик рельефа, раскрывающих неразрывность изучения формы и содержания. Вполне естественно, что новый подход к познанию рельефа земной поверхности ориентирует исследователей на выделение в дальнейшем целостных саморегулирующих систем, что, в свою очередь, приводит к успешному развитию более совершенной геоморфологической концепции. Она заостряет внимание на выявлении тесной взаимосвязи между рельефом и процессами, которые контролируются обменными реакциями энергии и вещества. Прежде чем перейти к изложению результатов широкого применения системного подхода к познанию современного и древнего рельефа земной поверхности, необходимо кратко остановиться на основных этапах исторического становления геоморфологии, так как только при этом условии можно правильно оценить новые направления в развитии науки о рельефе Земли.

К концу XIX в. геоморфология достигла значительных успехов в изучении различных форм рельефа и тех процессов, которые привели к формированию ведущих морфологических элементов земной поверхности. В годы XX столетия геоморфологические исследования были сосредоточены на выяснении климатических и геологических факторов, непосредственно влияющих на формирование горного и равнинного рельефов. В истории развития многих наук каждый этап сбора, накопления и анализа оригинального фактического материала закономерно сопровождается стадией проведения теоретических обобщений. К сожалению, в истории развития геоморфологии попытки использовать новейшие научные концепции для объяснения сложных природных процессов и явлений очень часто не достигали цели по той причине, что высказанные теоретические положения не были достаточно аргументированы из-за отсутствия должного внимания к использованию приемов комплексного анализа при расшифровке тех или иных природных процессов. Только этим можно объяснить тот факт, что уже на протяжении почти столетия советские и зарубежные геоморфологи развивают три главнейших теоретических направления: историческое, климатическое и геологическое.

В основу развития исторического подхода была положена дедуктивная схема В.Дависа (1962), согласно которой рельеф проходит через стадии юности, зрелости и старости, характеризующейся выравниванием земной поверхности. Эта концепция не могла эффективно учитывать сложную динамику рельефообразующих процессов, поэтому многие ее исходные положения вытекали из предположений об истории формирования пенепленов.

Второе теоретическое направление в геоморфологии ведущую роль в истории развития рельефа отводило климату. Его ведущие представители приводили многочисленные примеры, свидетельствующие о том, что только климат обуславливает различные рельефообразующие процессы, которые, в свою очередь, создают в разных географических зонах разнотипные формы рельефа.

Третья геоморфологическая концепция отдаёт пальму первенства в истории развития рельефа геологии. Следует особо подчеркнуть то обстоятельство, что за последние 30 лет отдельные направления этого течения (морфоструктурное, морфотектоническое, тектоноорогеническое и др.) усиленно развивались, но их исходные положения часто были весьма противоречивы. И далеко не случайно термин "морфоструктура" в наши дни многие исследователи относят к группе терминов свободного пользования.

С 1946 г. в нашей стране усиленно развивался морфоструктурный подход к познанию рельефа, но последние годы прошли под флагом объединения усилий сторонников всех трех направлений в раз-

витии геоморфологии на богатой почве системного анализа. В этой большой и очень важной работе, приведшей к коренному пересмотру теоретических позиций геоморфологии, ведущую роль сыграли итоги коллективных исследований по истории развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Наиболее оригинальные обобщения в развитии новых направлений с позиции рельефа освещены в работах А.Е.Кривоуцкогo (1971, 1977), Ю.Г.Симонова (1972, 1977), Ю.Г.Симонова и О.А.Борсук (1977), И.С.Щукина (1960, 1964) и других авторов.

В общем обзоре главнейших направлений развития геоморфологической теории необходимо привести также основные положения интересных и очень важных работ А.Е.Кривоуцкогo (1971, 1977). В кратком резюме своей последней монографии он пишет: "...эндогенная составляющая геоморфогенеза является ведущей по отношению к экзогенной составляющей, что обусловлено изменением потенциала силы тяжести каждой минеральной частицы земной коры. Участие этой частицы в экзогенном процессе возможно лишь при условии затраты ее своей потенциальной энергии силы тяжести (сообщенной тектоническим поднятием) путем превращения ее в кинетическую.

Массы эндогенно и экзогенно перемещаемого по земной поверхности и в зоне дренажа (в геоморфологической сфере) минерального материала в геологической истории равнозначны.

Экзогенные процессы в равной мере с эндогенными принимают участие в эволюции форм рельефа земной поверхности всех рангов".

В нашей стране основы системного подхода к познанию рельефа Земли были заложены в работах И.С.Щукина (1960, 1964). Рельеф земной поверхности, по его воззрениям, представляет собой наиболее интересный природный объект для детального изучения, возникновение которого предопределено тесным взаимодействием эндо- и экзогенных процессов. На пути исторического развития любого региона земного шара, по мнению И.С.Щукина, можно уверенно выделить один или несколько ведущих факторов в формировании рельефа. С целью классификации разнообразных форм земной поверхности он разделил всю территорию суши на ряд основных типов природной среды и для обозначения совокупности форм рельефа предложил новое понятие о геоморфологических комплексах, отличающихся качественным состоянием действующих на них рельефообразующих сил. И.С.Щукин подчеркнул существенное различие в проявлении рельефообразующих процессов и выделил главнейшие факторы длительной эволюции тех или иных форм рельефа. Для каждой выделенной области он определил ведущие факторы и указал на характер их проявления в тех или иных условиях с учетом вещественного состава покровных отложений, непосредственно участвующих в формировании со-

временного рельефа. В новом учении И.С.Шукина заложены многие исходные положения системного подхода к познанию сложного рельефа Земли. В первую очередь они проявились в общем анализе морфологических особенностей планеты с позиций всестороннего учета всех факторов в их тесном взаимодействии. Это направление развития советской геоморфологии ярко отразилось в наименовании самой высокой тектонической категории в классификации форм рельефа. Формирование геоморфологических комплексов И.С.Шукина всегда проходило в условиях определенного типа среды, возникающих в процессе длительной эволюции географической оболочки планеты.

В развитии системного подхода к познанию рельефа за последние годы много нового внесли результаты геоморфологических исследований Ю.Г.Симонова (1972, 1977). Первоначально морфосистемами он называл определенный комплекс элементов рельефа экзогенной природы. В дальнейшем Ю.Г.Симонов уточнил это понятие и стал выделять морфосистемы с учетом не только их генетической принадлежности, но и связанных с ними покровных отложений и рельефообразующих процессов, взаимодействующих на правах равноправия. В таком качестве морфосистемы Ю.Г.Симонова и О.А.Борсука (1977) приобретают новые исходные параметры системной ориентации. В связи с этим считаем, что высказывания названных авторов в значительной степени отражают новое системное направление и создают возможность более глубокого познания рельефа горных и равнинных регионов.

В последние годы научные сотрудники лаборатории геоморфологии и неотектоники Института геологии и геофизики СО АН СССР продолжали решать теоретические вопросы. Проведенные ими исследования позволили сделать вывод: в геоморфологии основа прогрессивного направления в развитии системного подхода определяется правильным выбором объекта исследований. Для выделения объекта изучения как определенной системы необходимо очертить ее границы с таким расчетом, чтобы охваченная ими территория обладала всеми свойствами единого целого в отношении внешней морфологической формы и внутреннего содержания. Части единого объекта должны тесно взаимодействовать, придавая ему качественно отличительные черты. Применительно к геоморфологии это будет комплекс элементов рельефа, взаимосвязанных не только в процессе развития, но и генетической общностью, возникшей в процессе длительного эволюционного развития Земли. В геоморфологической системе должны наблюдаться синхронность эндо- и экзогенных процессов и взаимная обусловленность их развития. Усиление первых должно вызывать нарастание вторых, и наоборот. Между ведущими формами рельефа геоморфологической системы могут фиксироваться и более сложные вза-

имодействия. Выделяя ту или иную геоморфологическую систему, автор должен обоснованно разделить ее на отдельные части и рассмотреть их в динамике тесного взаимодействия, обмена веществом и энергией. В рельефообразующих процессах этот обмен связан с массовым перемещением минеральных масс на поверхности и в различных горизонтах литосферы. Интенсивность перемещения всецело зависит от воздействующей среды. К числу наиболее активных агентов массового и повсеместного перемещения на земной поверхности следует отнести все виды флювиальной эрозии и аккумуляции.

На протяжении многих лет развитие системного подхода сильно тормозилось отсутствием аэрокосмической информации. До ее появления геоморфологи занимались в основном частными вопросами общей морфологии различных форм рельефа и не могли достаточно полно и глубоко изучать новые, ранее не известные элементы их тесной взаимосвязи. Лишь с получением космических снимков различного масштаба удалось установить многие очень важные, но до конца еще не изученные общие закономерности формирования и поведения геоморфологических систем. Новые данные, несомненно, обогатят наши представления о развитии сложных систем и будут способствовать выяснению конкретных условий их устойчивости, регуляции и управления. Исследования в этом направлении должны сопровождаться анализом новейших материалов прогрессивного учения о магматических формациях, раскрывающих многие закономерности перемещения минеральных масс в различных горизонтах лито- и астеносферы, а также анализом новейших геофизических материалов и результатов сверхглубокого бурения в пределах различных континентов и акваториях Мирового океана.

В настоящее время равнозначность эндо- и экзогенных процессов признают многие геоморфологи нашей страны. Соглашаясь с этим, значительное число авторов все же придают ведущее значение эндогенной составляющей. При этом они допускают определенную непоследовательность в рассуждениях, так как история развития планеты и ее рельефа в основном была предопределена очень сложной и длительной эволюцией живой и мертвой материи Земли, а не характером проявления только одних эндогенных процессов. В исторической геологии, в истории четвертичного периода известно немало примеров, когда экзогенные силы явно преобладали над значительными эпигерогеническими движениями положительного знака. На великих равнинах мира динамическая сила мощных палеорек и приуроченных к ним современных речных систем в прошлом и в настоящем всегда превышала энергию положительных неотектонических движений даже в пределах крупнейших сводовых поднятий, в этих условиях они не отра-

жаются в морфологии рельефа. Поэтому считаем, что при глубоком познании форм рельефа земной поверхности и их классификации следует исходить из главнейших положений нового учения о геоморфологических системах. Каждая геоморфологическая система должна иметь специфику внутренних противоречий, отражающих пути ее саморазвития при наличии хорошего аппарата саморегуляции. В свою очередь, каждая выделенная геоморфологическая система должна подразделяться на ряд подсистем, геоморфологических формаций и подформаций.

Положив в основу геоморфологических исследований исходные положения системного подхода, научные сотрудники лаборатории геоморфологии и неотектоники Института геологии и геофизики СО АН СССР рассматривают поставленную проблему в различных аспектах, и не всегда их теоретические предпосылки бывают созвучны во многих деталях, так как разработка новой научной концепции относится к числу наиболее сложных разделов любой тематической работы.

За последние пять лет наиболее значительный вклад в разработку новой научной концепции внесла О.В.Кашменская. По завершении научного поиска она опубликовала монографию "Теория систем и геоморфология" (1980). Научная новизна работы О.В.Кашменской определяется успешным анализом важнейших положений нового направления в развитии теоретической геоморфологии. Рельеф земной поверхности она рассматривает как сложную динамическую систему. К ее основным параметрам О.В.Кашменская относит геоморфологические пространство, время и форму движения материи как результат воздействия на геоморфологическую систему внутренних и внешних сил. Основой ее работы следует считать введение в геоморфологию более развернутого и углубленного понятия о балансе масс в земной коре. О.В.Кашменская выделяет три типа баланса коровых масс: положительный, равновесный и отрицательный, каждый из которых обуславливает морфологические и динамические особенности рельефа земной поверхности. В заключение она определяет значение системного подхода к обоснованию различных прогнозных оценок.

Монография О.В.Кашменской, несомненно, относится к числу оригинальных и своевременных теоретических работ, определяющих новые концепции, которые позволяют рассматривать геоморфологический ландшафт как набор исходных элементов, объединенных потоками энергии и вещества. Монографию О.В.Кашменской следует отнести также к особой группе теоретических работ, поскольку она создает философские и методологические предпосылки познания рельефа земной поверхности.



В работе О.В.Кашменской поставленная проблема впервые рассмотрена во всех возможных аспектах. Труды зарубежных геоморфологов, использующих теорию систем в геоморфологических исследованиях, обычно посвящены конкретным задачам экзогенной геоморфологии или изучению отдельных экзогенных процессов. В значительной мере подобный подход продиктован ограниченными размерами исследованной территории или запросами мелиоративной практики. Основные положения монографии О.В.Кашменской о введении в геоморфологию более широкого понятия о балансе масс в земной коре, определяющего морфологические и динамические особенности рельефа, в указанных работах не рассматриваются. Большая научная и практическая ценность балансового метода О.В.Кашменской состоит в том, что он определяет состояние геоморфологической системы и позволяет давать прогнозные оценки в отношении возможного изменения природной среды под воздействием производственной деятельности человека.

На протяжении многих лет развитие основных положений геоморфологии сдерживалось отсутствием классификации изучаемых объектов. В ходе развития рельефообразующих процессов активно участвуют разнообразные эндо- и экзогенные факторы. Во многих случаях их детально изучает большая армия геологов, геоморфологов и географов широкого профиля. По этой причине различные формы рельефа земной поверхности часто классифицировались в прямой зависимости от решения частных задач, которые не могли быть основой построения общей геоморфологической классификации. Большая работа в этом направлении выполнена И.П.Герасимовым в 1946 г. в связи с использованием понятий о морфоструктуре и морфоскульптуре. Под первым он понимал "крупные формы рельефа, которые возникают в результате исторически развивающегося противоречивого взаимодействия эндогенных и экзогенных факторов при ведущей активной роли эндогенного фактора — тектонических движений". К морфоструктурам И.П.Герасимов относил "отдельные хребты, кряжи, массивы, плато, возвышенности, низменности, впадины на поверхности суши и на дне океана". К морфоскульптуре, по его мнению, "принадлежат те преимущественно мелкие формы, которые своим происхождением обязаны экзогенным процессам, взаимодействующим с другими факторами образования рельефа". Под этим названием И.П.Герасимов выделял балки, овраги, моренные гряды, барханы, долины и многие другие формы рельефа земной поверхности, возникающие под действием флювиальных, криогенных, эоловых и других процессов.

По мнению всех исследователей, к числу самых сложных вопросов научного познания, несомненно, следует отнести определение

исходных положений, которые могут служить основой для классификации изучаемых объектов. Во многих опубликованных работах эта тема обычно освещена слабо, особенно в области классификации различных форм рельефа земной поверхности. На протяжении четверти века в нашей стране рельеф на отдельные категории подразделяли, как правило, в соответствии с вышеприведенными положениями морфоструктурного анализа. В последние годы геоморфологи стали искать новые подходы к более обоснованной классификации ведущих форм рельефа, так как главнейшие предпосылки морфоструктурного анализа искусственно разрывают единство внутренних и внешних сил рельефообразования.

Развивая системную ориентацию в вопросах познания морфологических особенностей планеты, сотрудники лаборатории геоморфологии и неотектоники пришли к выводу, что в основу классификации рельефа должен быть положен балансовый принцип, поскольку перемещение минеральных масс как на поверхности Земли, так и в горизонтах лито- и астеносферы составляет сущность морфогенеза.

Возможности широкого использования предлагаемого принципа классификации рельефа можно продемонстрировать на примере анализа рельефа Сибири. При этом с особым вниманием следует рассмотреть переходную геоморфологическую систему, так как вопрос о ее детальном изучении неразрывно связан с решением практических задач комплексного освоения природных ресурсов новых экономических центров Западной и Восточной Сибири.

Рассматривая вопрос обоснованного выделения переходной геоморфологической системы с историко-геологических позиций, необходимо отметить, что основная заслуга в решении этой важной проблемы принадлежит А.Л.Яншину (1948). Изучая тектонику платформенных областей Евразии, он первый объединил прибортовые участки молодых платформ в самостоятельную зону, на территории которой геологическая эволюция и история развития рельефа во многом зависели от одновременного влияния этапов развития орогенных структур обрамления и внутренних областей молодых платформ. В последующие годы основополагающие концепции А.Л.Яншина получили дальнейшее развитие и сыграли большую роль в обосновании прогрессивных направлений в познании геологии и рельефа многих регионов Евразии.

Неоценимый вклад в изучение переходного рельефа между орогенными и равнинно-платформенными областями внесли своевременные работы А.Г.Золотарева (1974, 1976). Его труды, несомненно, определяют новое направление в решении главнейших вопросов теоретической геоморфологии, и приходится только сожалеть, что ведущий

журнал "Геоморфология", печатая их в разделе "Дискуссии", не заострил внимание читателей на большой оригинальности теоретических исследований А.Г.Золотарева. По нашему мнению, и сам автор упомянутых работ не в полной мере использовал итоговые результаты для более широких геоморфологических обобщений. Свои выводы А.Г.Золотарев рассмотрел в рамках морфоструктурных представлений и не оценил значение выдвинутых им важных положений о "переходном рельефе" для решения важнейших теоретических вопросов.

Основные положения по выделению горной геоморфологической системы на сибирских материалах впервые обосновал В.А.Обручев (1948) в работе, освещающей основные черты кинетики и пластики неотектоники, где совершенно справедливо отметил ведущую роль дизъюнктивной тектоники в направленном развитии эндо- и экзогенных процессов на их территории. К его выводам следует добавить несколько слов о том, что в районах горной геоморфологической системы на характер проявления экзогенных процессов оказывает большое влияние и ярко выраженная высотная зональность. Это очень важное обстоятельство следует отнести к числу главных природных особенностей горных стран. Вполне естественно, что горную геоморфологическую систему можно подразделить на ряд подсистем. С одной стороны, могут быть выделены различные морфологические типы горных сооружений, а с другой - их межгорные впадины. По-видимому, на детальной характеристике указанных подсистем в данной статье не следует останавливаться подробно, так как возможность их выделения не может вызывать никаких сомнений.

Переходная геоморфологическая система в Сибири окаймляет прерывистой полосой очень сложную зону сочленения Центрально-Азиатского горного пояса с величайшими равнинами Северной Азии. Анализ опубликованных материалов и геоморфологических карт различного масштаба показывает, что на протяжении длительного изучения природы Сибири детальному познанию рельефа геоморфологической системы переходной зоны было уделено недостаточное внимание. Только этим можно объяснить то обстоятельство, что на многих картах граница между орогенными и равнинно-платформенными областями отражена очень схематично, а на значительном протяжении просто проведена по выходам коренных пород южного обрамления Западно-Сибирской равнины. Трудно представить, чтобы между такими ведущими категориями рельефа планеты всюду отмечались столь резкие переходы. Более логично было бы думать, что рельеф переходной зоны в процессе формирования и сохранения в весьма сложных условиях будет отличаться большим разнообразием положительных и отрицательных форм земной поверхности, которые можно объединить в определенные подсистемы.

Высказанные положения полностью себя оправдали на первом же этапе более детального изучения рельефа переходной геоморфологической системы. Результаты исследований (Адаменко, 1976; Золотарев, 1976; Костенко, 1958; Чедия, 1971; и др.) позволили объединить предгорные впадины (Прибайкальская, Предсаянская, Тасеевская, Ангаро-Тасеевская, Кемская, Енисейская, Бийско-Барнаульская, Кулундинская, Алакольская, Балхашская, Илийская и др.) в прерывистую полосу предгорных опусканий Центрально-Азиатского горного пояса, которую можно выделить в ранге подсистемы переходной геоморфологической системы. К другой ее подсистеме по новейшим данным можно отнести сложные денудационные равнины с реликтовыми унаследованными и вновь образованными формами рельефа.

Формирование предгорных опусканий проходило в три этапа. На протяжении первого будущая территория горообразования Алтае-Саянской области была слабо расчленена на отдельные поднятия и опускания. Главный этап Алтайского горообразования (средний плиоцен) характеризовался формированием горного и высокогорного рельефов. На этом же этапе произошло и максимальное расширение значительной части зоны предгорных опусканий. Лишь на завершающем этапе активного вздымания Алтае-Саянских гор имел место обратный процесс, при котором площади поднятия значительно расширились за счет вовлечения в них прилегающих впадин. Таким образом, самая характерная особенность морфологии, строения и истории формирования рельефа геоморфологической подсистемы предгорных опусканий состоит в том, что она одновременно отражает взаимосвязанные этапы развития орогенных сооружений и равнинно-платформенных областей. В строении зоны предгорных опусканий и ее контакта с горной геоморфологической системой прослеживается участие сложного денудационно-тектонического склона или резкого уступа. Далее следуют полоса предгорий и широкая зона предгорных опусканий. Необходимо подчеркнуть, что характер развития предгорных опусканий Алтайской горной области во многом зависел от возраста их погребенного фундамента. Эту закономерность можно проиллюстрировать на примере анализа истории геологического развития Бийско-Барнаульской и Кулундинской впадин. В погребенном фундаменте первой развиты более древние каледонские структуры, во второй - герцинские. Активное погружение Кулундинской впадины началось в нижнем мелу, тогда как Бийско-Барнаульская структура формировалась в палеогене и неогене.

В процессе исторического развития на территории всех подсистем формируются особые черты современного рельефа, на основании которых их можно подразделить на ряд геоморфологических форма-

ций и подформаций. Справедливость высказанных положений можно подтвердить на примере формационного анализа южной части Западно-Сибирской равнины. По мнению многих авторов и в первую очередь по определению Н.А.Флоренсова, геоморфологическая формация отражает диалектическое единство геологического субстрата и сочетание положительных и отрицательных форм земной поверхности в прямой зависимости от характера эндо- и экзогенных процессов, порождающих исходные позиции их подвижного равновесия. В отличие от всех существующих приемов геоморфологического картирования использование для этой цели рельефа позволяет учитывать качественные изменения физико-географических и тектонических явлений широкого охвата, сыгравших большую роль не только в формировании главных элементов общей морфологии земной поверхности, но и в определении пути народнохозяйственного освоения того или иного ее участка.

Опыт изучения рельефа южной части Западно-Сибирской равнины с позиций формационного анализа наглядно показал, что на ее территории отчетливо выделяются три основные геоморфологические формации: 1) денудационно-аккумулятивных равнин; 2) аккумулятивных равнин; 3) денудационных равнин. Последовательные этапы развития рельефа первой геоморфологической формации неразрывно связаны с активизацией неоген-четвертичных движений в пределах тектонических структур Кольвань-Томской складчатой зоны, Салаирского кряжа и Алтая. На большей части предгорных равнин палеозойские отложения непосредственно выходят на дневную поверхность или залегают на сравнительно незначительной глубине. Абсолютные отметки на их территории колеблются в пределах 200-300 м. Основу рельефа предгорных равнин составляют широко развитые формы овражно-балочной сети. По сравнению со всеми другими геоморфологическими формациями Западно-Сибирской равнины описываемая область характеризуется максимальными значениями густоты и глубины расчленения рельефа и во многих случаях значительными уклонами земной поверхности. На большей части предгорных равнин развит мощный покров субэвразальных и субквальных лёссовидных отложений. Их мощность последовательно уменьшается при движении к приподнятым районам площадного развития палеозойских пород.

Вторая геоморфологическая формация южной части Западно-Сибирской равнины охватывает все области развития аллювиальных равнин Кулундинской степи и Барабы. Районы их развития, как правило, характеризуются глубоким погружением палеозойского фундамента, региональным развитием морских фаций мезозоя и кайнозоя и широким распространением верхнечетвертичных аллювиальных отло-

жений значительной мощности. Следует обратить внимание на то, что большие области развития аллювиальных равнин закономерно приурочены к районам распространения погребенных долин нижнечет-вертичных прарек и их озеровидным расширениям.

Вследствие своеобразных особенностей рельефа, имеющих важное значение при решении мелиоративных вопросов, геоморфологические формации аккумулятивных аллювиальных равнин подразделяются на три подформации: 1) слабо расчлененных равнин; 2) гривных равнин; 3) аллювиальных равнин с наложенными формами эоловой аккумуляции. Перечисленные подформации всегда занимают наиболее низкое гипсометрическое положение по сравнению со всеми другими геоморфологическими формациями южной части Западно-Сибирской равнины.

Геоморфологическая формация денудационных равнин охватывает большую часть степных и лесостепных районов Павлодар-Омского Прииртышья и Ишимской степи. В пределах этой обширной территории повсеместно распространены неогеновые образования. Обычно они перекрыты маломощным горизонтом пролювиально-делювиальных суглинков. Их мощность в среднем колеблется в пределах 1,5-2 м.

Формационный анализ рельефа южной части Западно-Сибирской равнины является основой ее мелиоративного и природоохранного районирования. В процессе проведения тематических работ установлено, что контактные зоны геоморфологических формаций и подформаций должны стать первоочередным объектом природоохранной картографии. Этот вывод исходит не только из анализа исторического развития природных условий Западной Сибири, но и из практической борьбы с водной и ветровой эрозией почв, с явлениями вторичного засоления почв и грунтовых вод на территории ее сельскохозяйственной зоны. Морфологическая выраженность и общая конфигурация пространственного расположения контактных зон геоморфологических формаций и подформаций бывают весьма разнообразны в зависимости от истории и предыстории их развития, характера проявления экзо- и эндогенных процессов, направленного сочетания сложных геохимических миграций. Контактные зоны могут быть как симметричными по отношению к общей границе, так и резко односторонними. В одних случаях их граница ярко отражена в общей морфологии рельефа, в других - предельно расширена и завалуирована вследствие проявления делювиальных процессов. Наиболее сложные границы наблюдаются между геоморфологическими формациями и подформациями в области широкого распространения ледниковых и аллювиальных отложений. В районах их развития линейные контактные зоны участками имеют значительные озеровидные расширения и усложненные формы внедре-

ния на соседние территории более стабильных формаций. В настоящее время перед природоохранной картографией стоит нестложная задача всестороннего изучения и установления основных закономерностей формирования контактных зон, исходя из анализа исторического развития геоморфологических формаций и подформаций. Результаты этих исследований будут способствовать ускоренному развитию природоохранной картографии и окажут действенную помощь в целенаправленном проведении практической работы по борьбе с водной и ветровой эрозией почв.

Завершая общий обзор переходной геоморфологической системы, следует сформулировать некоторые основные положения об условиях ее исторического развития. Во-первых, формирование этой системы проходило под прямым влиянием геологической эволюции орогенных сооружений и равнинно-платформенных областей. Во-вторых, на территории переходной геоморфологической системы активно проявились и интенсивные дизъюнктивные нарушения значительной амплитуды и медленные эпейрогенические движения довольно значительного размаха. Их взаимное проявление предопределило многие особенности развития экзо- и эндогенных процессов. И в-третьих, наряду с ярким проявлением широтной зональности в пределах переходной геоморфологической системы на отдельных этапах ее развития одновременно проявлялись также и законы вертикальной зональности. Это обстоятельство не могло не сказаться на динамике проявления эндо- и экзогенных процессов.

Геоморфологическая система переходной зоны Сибири во всех отношениях изучена слабо, хотя по геологическим и палеогеографическим показателям она, несомненно, очень перспективна на многие полезные ископаемые, связанные с палеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими отложениями. В подавляющем большинстве случаев исходная природа их формирования, сохранения и вторичного обогащения неразрывно связана с историей развития рельефа переходной зоны Сибири. Для преодоления большого отставания в ее изучении следует широко использовать новейшие материалы космической информации, так как великое разнообразие взаимосвязанных форм рельефа земной поверхности переходной геоморфологической системы открывает безграничные горизонты дешифрирования разномасштабных снимков в прямой зависимости от решаемой задачи. Сложный и разнообразный рельеф переходной зоны - это азбука научного познания и практического использования космической информации.

Морфологические особенности рельефа переходной геоморфологической системы имеют важное значение и в отношении познания геологической эволюции Центрально-Азиатского горного пояса и вели-

чайших равнин Северной Азии. В характере рельефа, наличии в его составе реликтовых унаследованных и вновь образованных морфологических форм отразились многие неизвестные страницы истории развития горной и равнинно-платформенной геоморфологических систем, которые создают научные предпосылки постановки поисковых работ на различные полезные ископаемые.

В нашей стране переходные геоморфологические системы занимают очень большую территорию. К ней приурочены не только все главные сельскохозяйственные области, но и крупнейшие промышленные центры от Прибайкалья до районов Ставропольского края. В ее состав входят многие районы Иркутской области, Красноярского и Алтайского краев, Казахстана, Средней Азии и все Предкавказье. Мощные горные системы Центрально-Азиатского горного пояса и Кавказа представляют собой места зарождения крупнейших речных артерий, их водные ресурсы широко используются для орошения значительной территории переходной геоморфологической системы. Она поистине является большим хлебным полем нашей страны. В то же время ее районы таят в недрах разнообразные полезные ископаемые. Характерные особенности рельефа переходной геоморфологической системы позволяют организовать в ее пределах широкую эксплуатацию минерального сырья наиболее экономичным открытым способом. Здесь добывают самый дешевый уголь и многие другие виды важного минерального сырья. По плотности населения описываемая геоморфологическая система занимает в СССР одно из первых мест. Первое место принадлежит ей и по оценке почвенно-климатических ресурсов. Детальному изучению рельефа переходной геоморфологической системы следует уделять особое внимание, поскольку новые данные о его строении окажут необходимую помощь в постановке поисковых работ на различные виды минерального сырья, рациональной организации сельскохозяйственных работ, решении важнейших гидрогеологических вопросов и многих других проблем экономического развития СССР. При этом следует максимально использовать все материалы аэрокосмической съемки, так как они во много раз ускоряют проведение тематических исследований и позволят в короткий срок внедрить результаты в практику народного хозяйства.

Первые сообщения о применении системного подхода к решению вопросов классификации главных форм рельефа земной поверхности и более подробное рассмотрение с этих позиций геоморфологических особенностей Западной и Восточной Сибири изложены в работах В.В.Вдовина (1973), Б.В.Мизерова, В.А.Николаева и Д.В.Пучковой (1978, 1979, 1980, 1981). Впервые в практике сибирских геоморфологов они заострили свое внимание на выделении особой зоны пере-



ходного рельефа в связи с изучением морфологических особенностей Кузбасса, Салгиря, Кольвань-Томской складчатой зоны, Бийско-Барнаульской впадины и Кулунды. Результаты тематических исследований этих авторов во многом усиливают теоретические и философские положения О.В.Кашменской и раскрывают большое значение системного анализа для научного обоснования многих рекомендаций по рациональному освоению природных ресурсов Сибири.

В двух обобщающих работах "Структурная геоморфология Алтае-Саянской горной области" (1977) и "Структурная геоморфология Западной Сибири" Л.К.Зятькова анализирует рельеф указанных регионов с позиций теоретических воззрений И.П.Герасимова и Ю.А.Мещерякова. Во второй книге (с. 18) она пишет, что под термином "морфоструктура" понимается "тектонически обусловленный, исторически сложившийся элемент рельефа земной коры". Экзогенный фактор Л.К.Зятьковой рассматривается "как ретулирующая сила, которая создает на морфоструктуре морфоскульптурные осложнения в виде эоловых, ледниковых, аллювиально-пролювиальных, карстовых, термокарстовых, солифлюкционных форм рельефа". В связи с этим она считает, что указанные высказывания определяют "основные теоретические положения структурной геоморфологии и позволяют выделить ее в самостоятельное направление геоморфологии, перед которым стоят конкретные проблемы, связанные с изучением особенностей развития земной коры, в частности Западной Сибири".

Все исходные теоретические положения Л.К.Зятьковой далеко не случайно приведены дословно. На наш взгляд, ее основной тезис о том, что структурная геоморфология должна решать "конкретные проблемы", связанные с изучением особенностей развития земной коры", вряд ли можно отнести в число обстоятельно обоснованных. По-видимому, те задачи, которые поставила Л.К.Зятькова перед структурной геоморфологией, скорее всего могут и должны решать геофизики, тектонисты, петрографы и геологи широкого профиля, а не геоморфологи, так как основным объектом их исследований является рельеф земной поверхности.

В свете высказанных положений Л.К.Зятьковой предстояло решить серьезную проблему: определить личные представления по основным вопросам теоретической геоморфологии. Имея многолетний опыт морфоструктурных исследований, она могла пойти по пути детального анализа новейших материалов в защиту основных положений морфоструктурной концепции. Не менее оригинальные и интересные обобщения Л.К.Зятькова могла сделать и в области обстоятельного пересмотра полученных ею многолетних фактических данных с позиций системно-формационного подхода.

Анализ двух опубликованных монографий Л.К.Зятыковой позволяет считать, что она перешла на позиции морфоструктурного анализа. Однако при внимательном рассмотрении их содержания этот вывод становится невозможным, так как при описании фактических данных и определении своих итоговых обобщений вольно или невольно Л.К.Зятыкова пошла по пути компромиссных решений в связи с определением основополагающего геоморфологического понятия о "структурно-геоморфологических комплексах". Под структурно-геоморфологическим комплексом она понимает "совокупность геолого-географических особенностей, обусловленных как геологическим строением, так и климатической зональностью". К сожалению, в своих монографических работах Л.К.Зятыкова детально не анализирует исходные позиции весьма прогрессивного учения И.С.Щукина о "морфологических комплексах" и нигде не ссылается на его классические работы (1960, 1967, 1974). Однако ее "структурно-геоморфологические комплексы" во всех отношениях равноценны "морфологическим комплексам" И.С.Щукина, а изменение наименования выделенных объектов изучения нельзя считать актом принципиально нового подхода к решению поставленной задачи. И.С.Щукин и Л.К.Зятыкова в основу выделения указанных комплексов заложили одни и те же исходные данные о тесном взаимодействии эндо- и экзогенных факторов в формировании рельефа земной поверхности. Но у первого автора они логически вытекают из доказательных теоретических воззрений, а у второго рождаются в мучительной борьбе внутренних противоречий при определении своих исходных теоретических положений, которая ярко отражена в общей композиции ее монографических работ, явно перегруженных фактическими материалами, слабо осмысленными в процессе защиты морфоструктурного направления с позиций тесного взаимодействия эндо- и экзогенных сил. Изложенные соображения основаны на том, что в учении И.С.Щукина о морфологических комплексах заложен системный подход, ограничивающий основной объект геоморфологических исследований. В ходе дальнейших исследований Л.К.Зятыкова, несомненно, придет к признанию равноценной роли эндо- и экзогенных сил и внесет достойный вклад в развитие теоретических воззрений, зародившихся на сибирской земле.

Теоретические исследования Э.М.Хворостовой, вызванные актуальной необходимостью изучения природных ресурсов Сибири и страны в целом, привели ее к выделению планетно-земных систем. Процедура расчленения земной поверхности на такие системы в большой степени опирается на опыт и расширяет перспективы естествен-но-научных дисциплин, связанных с разработкой понятий ландшафта,

природно-территориального комплекса, геосистемы, биогеоценоза и, наконец, экосистемы. Причисление упомянутых понятий к одному ряду продиктовано их одинаковым отношением к предмету исследования. Задолго до современного оформления системного подхода естествоиспытатели знали, что природные комплексы, состоящие из рельефа, подстилающих горных пород, почв, природных вод, растительности и животного мира, нужно изучать как целостные геолого-географические организмы. Значение такой ориентации еще более возросло, когда появилась неотложная необходимость прогнозировать изменение природных условий под влиянием хозяйственной деятельности человека.

Сейчас уже нет сомнений в необходимости использования системного подхода для разработки методов познания и управления территориальными комплексами. В то же время вполне очевидно, что системный подход потребует не только определить границы системы, внутри которой формируются и эволюционируют комплексы, но также расчленив на иерархические уровни и определить конкретные геолого-географические выражения каждого из них. Одновременно надо установить связи управления и координации, изучить механизм саморегуляции системы и выполнить другие исследования, без которых немислимы системный подход.

Многие приемы данного метода успешно применяются в ландшафтоведении. Однако рамки этого применения заметно сужены из-за некоторого расхождения общих принципов выделения систем с характером исследования конкретных ландшафтоведческих объектов. Общие принципы предполагают охват процессов, протекающих в полном объеме географической оболочки. Конкретные ландшафтные исследования в большинстве случаев направлены на познание жизни только самого верхнего слоя твердой оболочки Земли. Часто они проводятся даже без необходимого анализа морфологических особенностей рельефа земной поверхности.

Успех долгосрочных прогнозов поведения природных территориальных комплексов при техногенных нагрузках и сельскохозяйственном освоении земель можно обеспечить лишь системными исследованиями и не только приповерхностных, но и более глубоких слоев земной коры. Необходимо изучать общий механизм устойчивого состояния Земли как планетного тела, на его фоне определить роль и скорости приповерхностных процессов, участвующих в механизме саморегуляции систем разных иерархических уровней, тогда появится возможность увеличить сроки обоснованных прогнозов на сотни лет. При решении этих задач в тематических исследованиях должны участвовать ландшафтоведы, геоморфологи, гидрологи, гидрогеологи, гео-

логи различной специализации, представители других разделов естествознания, а также специалисты системной ориентации в познании сложных природных процессов. Геоморфологи, несомненно, займут лидирующее положение в организации и проведении коллективной работы. Значение их работы усиливается благодаря тому, что предмет геоморфологии в равной степени порождает заинтересованность как в познании географических условий, так и в выявлении геолого-геофизических закономерностей строения конкретных целостных участков планеты.

Группирование подобных коллективов вокруг решения обсуждаемых проблем — дело ближайших лет. Однако современное состояние геоморфологии позволяет приступить к тематическим работам такого профиля. В ее силах раскрыть многие геоморфологические аспекты жизнедеятельности планетно-земных систем. Главнейшие устремления геоморфологов должны быть направлены на раскрытие динамических, энергетических и функциональных характеристик рельефообразующих процессов в планетно-земных системах всех рангов. Трудно переоценить роль геоморфологического картирования в такой работе, особенно, если учесть возможность составления карт с привлечением аэрофото- и космических снимков разных масштабов.

Развивая теоретические представления Э.М.Хворостовой, необходимо отметить, что все изучаемые объекты природы от различных формаций до глобальных структурных элементов Земли всегда сочленяются через весьма своеобразные переходные зоны, история развития которых проходит под прямым или косвенным влиянием длительной эволюции соседних более устойчивых природных систем. Их отличительные особенности отражаются в строении и составе различных горизонтов лито- и астеносферы, в морфологических особенностях рельефа земной поверхности, направленном развитии сложных геохимических процессов, особенностях тесного взаимодействия эндо- и экзогенных сил, закономерной приуроченности различных полезных ископаемых и подземных вод, составе растительных ассоциаций, структуре почвенного покрова, изменении климатических условий и в особенностях многих других не менее важных компонентов природной среды, находящихся в центре внимания всех специалистов естественных наук.

Во всех опубликованных работах, посвященных прогнозной оценке возможных изменений природной среды под влиянием производственной деятельности человека, весь процесс моделирования строится на анализе более устойчивых природных систем без учета своеобразных и легкоранимых естественных условий переходных зон, которые в экономическом отношении по всем показателям относятся

к объектам освоения первой очереди. Из-за невнимания к природной специфике переходных зон при проведении прогнозного моделирования допускаются значительные просчеты, приводящие к резкому изменению природной обстановки и развитию многих нежелательных процессов. Поэтому для дальнейшего развития прогнозного моделирования необходим не только анализ устойчивых природных систем, но и более полное использование всех сложных параметров природной обстановки переходных зон с обязательным введением их в исходную, несомненно более сложную, прогнозную модель. Различные показатели рельефа в ней должны быть учтены наиболее полно, так как его морфологические особенности в пределах переходных зон определяют главнейшие пути направленного развития их природных условий.

Изучая рельеф Алтае-Саянской горной области и ближайших районов Красноярского края, Л.С.Миляева пришла к важному выводу: история развития геоморфологических формаций во многом предопределяет формирование природно-территориальных комплексов. Их обоснованное выделение в последние годы послужило основой планирования народного хозяйства в пределах новых экономических центров страны. Однако принципы и методы выделения природно-территориальных комплексов до настоящего времени не выходили за рамки обычных, хотя они не в состоянии были обеспечить выделение более целостных природных объектов широкого регионального охвата, которые бы удовлетворяли практические запросы нашей новой экономической политики. Выводы тематических исследований Л.С.Миляевой убедительно свидетельствуют о том, что природно-территориальное районирование надо проводить не на базе чисто ландшафтных построений, а поскорее перевести его на рельсы формационного геоморфологического анализа. Новые приемы изучения рельефа планеты более современны и эффективны по сравнению со всеми существующими методами геоморфологического картирования, они дают прямой выход в практику рационального освоения природных ресурсов любого региона на базе его обоснованного разделения на природно-территориальные комплексы. Л.С.Миляева провела значительные исследования использования всех материалов космической съемки в картировании геоморфологических формаций. По ее заключению результаты активной деятельности экзогенных процессов выявляются не только по косвенному, но и по непосредственному отображению их на аэрофото- и космических снимках. Генерация отображения следов экзогенной деятельности соответствует масштабу снимка, причем их разные масштабы дешифрируются одновременно. Другая часть баланса сил рельефообразования определяется по качественному

анализу взаимосвязи между различными компонентами геоморфологических формаций.

В комплексе системных исследований рельефа земной поверхности наиболее сложной проблемой является количественное или качественное определение общего объема минеральных масс, активно участвующих в процессах рельефообразования. Сложность поставленной задачи состоит в том, что по такому определению почти никогда не проводились специальные работы и нет никакого опыта их постановки и проведения. Больше того, многие считают, что подобные исследования нельзя провести из-за отсутствия исходных данных. В связи с этим большой интерес вызвал смелый научный поиск Э.Л.Якименко в области широкого использования ЭВМ для составления серии карт вершинной и базисной поверхности тренда и разницы между ними для территории Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока СССР. Составленные карты не только установили определенную связь рельефа с глубинным строением земной коры и геофизическими полями, но и позволили количественно оценить общую энергию развития рельефа по объему материала, находящегося в современном рельефообразовании.

Для поисков, выделения и картирования пространственных закономерностей разных иерархических уровней, как известно, можно воспользоваться статистическим анализом. В геоморфологии основанием для его проведения является представление о рельефе как о поле высот. Поле высот содержит как случайную (незакономерную), так и неслучайную (закономерную) составляющие. Приближенное описание поля высот Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока СССР осуществлено способом скользящего среднего. Анализу подвергались две поверхности: вершинная, проходящая по самым высоким точкам современного рельефа; и базисная, построенная по урезам рек, являющихся местными базисами эрозии. Геоморфологически эти две поверхности связаны с верхней и нижней границами проявления современных процессов денудации, разница между ними свидетельствует об объеме материала, находящегося в современном рельефообразовании. Сглаживание проводилось по палетке, его радиус 25 км.

Составленные карты вершинной и базисной поверхности Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока СССР отражают статистические тенденции изменения высот. При анализе карт выявляется вполне определенная взаимосвязь крупных элементов рельефа с глубинным строением земной коры, и чем крупнее региональные закономерности, тем теснее связь с более глубокими горизонтами.

Кроме того, между вершинной и базисной поверхностями существует тесная взаимосвязь, хотя характер ее меняется в простран-

ве. Коэффициент их корреляции изменяется от 0,29 (Люлим-Ворская возвышенность) до 0,96 (Ишимская и Северо-Казахстанская наклонные равнины). По характеру соотношения между вершинной и базисной поверхностями можно судить об энергии рельефа, выступающей как мера определенных видов геолого-географических взаимодействий, в частности эндо- и экзогенных факторов, результатом взаимного влияния которых во времени и в пространстве является современный рельеф.

Карта базисной поверхности позволяет восстановить пути эволюции основных направлений стока, связанных определенной палеогеографической обстановкой. Анализ составленных исходных карт дает возможность сделать вывод: речные системы и их водоразделы отличаются большой устойчивостью планового расположения. Опыт составления карт вершинной и базисной поверхностей тренда приводит к заключению о том, что начатое изучение должно быть продолжено не только по линии усовершенствования методических разработок, но и в направлении использования более детальных палеогеоморфологических карт и результатов объемного анализа, а также ряда других приемов, широко используемых в палеотектонических, палеолитологических и палеофациальных исследованиях.

Параллельно с этими изысканиями лаборатория геоморфологии и неотектоники продолжала отработку и внедрение методических приемов геоморфологического анализа в изучение сейсмических структур Горного Алтая и Тувы. По анализу сейсмических структур и сейсмичности Г.А.Чернов и В.В.Вдовин разработали теоретическую модель сейсмогенов как участков земной коры, долговременно генерирующих относительно сильные и частые сейсмические колебания. Показано, что продолжительность полного периода жизни сейсмогена (сейсмический геоцикл) может быть разной и существующими приемами специальных исследований можно определить современную стадию геоцикла. Для выявления очаговых зон землетрясений силой 6-8 баллов с возрастом от нескольких сотен лет разработан и применен для детального сейсмического районирования метод сейсмоглифов - структур сейсмического разрушения скальных обнажений. На основании детального сейсмического районирования Центральной Тувы дано обоснование сейсмической опасности городов Кызыла и Нового Шагонара.

Обобщая результаты тематических исследований лаборатории геоморфологии и неотектоники за 1976-1980 гг., следует сделать следующий вывод. Быстро растущий поток геоморфологической информации привел к тому, что стало невозможно целый ряд геоморфологических процессов и явлений объяснить с позиций теории морфо-структурного анализа. Это касается таких крупных разделов гео-

морфологии, как флювиальный цикл, механизм формирования поверхностей выравнивания и др. Теперь уже очевидно, что изолированное изучение отдельных процессов или типов рельефа с искусственным разрывом природных взаимосвязей препятствует дальнейшему проведению геоморфологических исследований.

Придя к выводу о том, что теорию формирования рельефа в целом, равно как и теорию формирования отдельных его частей, можно построить лишь с учетом сложных взаимосвязей всех действующих факторов рельефообразования, коллектив лаборатории геоморфологии и неотектоники стал уделять особое внимание теоретическим вопросам. Выяснилось, что для решения сложных геоморфологических проблем наиболее эффективен системный подход, принятый уже во многих подразделениях естественных наук. Именно в русле системных исследований с использованием плодотворных идей формационного подхода, предложенного Н.А.Флоренсовым, в лаборатории исследуются сложные явления морфогенеза, что способствует общему развитию геоморфологической теории. К конкретным результатам проведенной работы следует отнести всестороннее изучение баланса минеральных масс, непрерывно участвующих в различных процессах рельефообразования. С ними связаны все гипсометрические и динамические характеристики рельефа. При системно-формационном подходе природа развития и преобразования различных форм современного рельефа рассматривается с новых позиций непрерывного перемещения большого объема минеральных масс как на поверхности Земли, так и в самих горизонтах лито- и астеносферы при одновременном взаимосвязанном и взаимообусловленном проявлении эндо- и экзогенных процессов.

Балансовый метод позволяет по-новому подойти к классификации рельефа, установлению возраста, проблеме взаимоотношений внутренних и внешних сил рельефообразования, формированию склонов, развитию флювиальных процессов и многим другим не менее важным звеньям морфогенеза. На базе системно-формационного подхода разработана принципиально новая классификация форм рельефа Сибири, в основе которой лежит выделение горных, равнинно-платформенных и переходных геоморфологических систем. Последние закономерно приурочены к сложным зонам сочленения Центрально-Азиатского горного пояса с великими равнинами Северной Азии и характеризуются своеобразными разнотипными и весьма информационными формами рельефа земной поверхности. Геоморфологические системы подразделяются на подсистемы, а подсистемы - на формации и подформации.

Прилагаемая классификация рельефа раскрывает историю его развития, предопределяет многие закономерности пространственной



дифференциации природных условий и обеспечивает наиболее рациональное экономическое районирование Сибири. С позиций народнохозяйственного освоения наибольший интерес представляют районы развития переходной геоморфологической системы, и далеко не случайно они являются сейчас основным центром формирования природно-территориальных комплексов. Геологические предпосылки и особенности строения рельефа позволяют организовать на их территории широкую эксплуатацию важнейших полезных ископаемых наиболее дешевым открытым способом и обеспечить дальнейшее развитие сельского хозяйства на базе использования поверхностных и подземных вод.

За последние годы благодаря использованию системно-формационного подхода для решения практических задач были достигнуты значительные успехи в научном обосновании ряда проблем дальнейшего развития производительных сил Сибири. К числу важнейших можно отнести следующие.

1. В результате проведения тематических исследований сибирские геоморфологи пришли к обоснованному выводу о том, что основой решения общегосударственной проблемы переброски части стока сибирских рек в засушливые районы Казахстана и Средней Азии должна быть научная идея объединения современных и древних речных долин и ложбин древнего стока в единую наиболее рациональную систему водных артерий, на базе которой можно построить не только главнейшие каналы обводнения, но и создать западно-сибирское звено водно-транспортной магистрали страны.

2. В итоге геоморфологических исследований проведена типизация долин главнейших рек Сибири с целью гидротехнического строительства.

3. Результаты геоморфологических изысканий показали, что потенциальные возможности нечерноземной зоны Западной Сибири во многом превосходят перспективы освоения аналогичных сельскохозяйственных угодий европейской части Советского Союза.

4. Изучение рельефа горных сооружений Сибири позволило определить основные закономерности приуроченности разных типов гипергенных и россыпных месторождений к поверхностям выравнивания различного генетического ряда.

5. На основании геоморфологического анализа на территории южных равнин Западной Сибири выделены три главнейшие мелиоративные зоны, восемь провинций и одиннадцать подпровинций, для каждой обоснован комплекс мероприятий по борьбе с водной и ветровой эрозией.

6. Детальное изучение ледникового рельефа севера Сибири от-

крыло большие возможности для широкого использования нового валунного метода в поисковых работах на различные полезные ископаемые.

7. Результаты изучения рельефа сыграли важную роль в стремительном освоении нефтяных и газовых месторождений Западно-Сибирской равнины: на ее территории закартировано более 150 перспективных структур.

8. Морфологический анализ гривных равнин Западной Сибири позволил обосновать план проведения простейших, но эффективных мелиоративных мероприятий по борьбе с явлениями вторичного засоления почв и грунтовых вод.

9. С позиций познания основных этапов развития мощной системы прарек Сибири определены геоморфологические аспекты переоценки запасов подземных вод.

10. Морфология и морфометрия рельефа озерных систем Сибири и история их поэтапного формирования определяют главнейшие направления комплексного использования их природных ресурсов. Экономические расчеты показывают, что выход товарной продукции с гектара водной поверхности пресноводных озер во много раз выше, чем с любых других сельскохозяйственных угодий.

11. Результаты геоморфологических исследований позволили выделить на трассе Байкало-Амурской железнодорожной магистрали активные области древних и современных землетрясений, на территории которых строители возводят сейсмостойкие сооружения.

12. Сибирские геоморфологи провели реставрацию древних рельефов Сибири и доказали большие перспективы применения результатов палеогеоморфологических исследований для решения многих практических задач.

13. Изучение рельефа предгорных равнин Сибири дало возможность определить пути рационального освоения новой зоны склонового земледелия.

14. В основу природоохранного районирования Сибири положены последние научные данные о том, что наибольшие опасения в отношении нарушения природного баланса вызывают зоны сопряжения главнейших геоморфологических формаций. Поэтому для каждой из них предусмотрен рациональный комплекс мероприятий по борьбе с водной и ветровой эрозией почв, засолением почв, загрязнением поверхностных и подземных вод и многим другим, не менее важным вопросам охраны окружающей среды.

15. История развития рельефа речных террас и озерных систем Сибири предопределяет научные предпосылки к постановке поисковых работ на важнейшие виды местных органоминеральных удобрений

(гипс, мел, мергель, сапропель, торфовизиванит, торф и др.) и доказывает возможность их последовательного формирования (мергель, сапропель, торф) на значительной территории. В связи с этим открываются большие возможности для организации одновременной добычи комплексных удобрений с помощью различных экскаваторов в прямой зависимости от масштаба открытых рабочих карьеров.

Приведенные примеры убедительно свидетельствуют о том, что геоморфологи Сибири и Дальнего Востока на протяжении 25 лет не только проводили тематические исследования, но и стремились сделать все возможное для широкого использования научных выводов в решении многих практических задач. Дальнейшая работа в области познания современного рельефа значительно расширяет их контакт со многими специалистами естественных наук, так как различные блоки программы "Сибирь" можно хорошо состыковать только при условии использования новейших методов комплексной картографии, в основу которых должны быть положены наиболее полные данные о морфологических особенностях земной поверхности. Рельеф во многом предопределяет структуру географических ландшафтов и главнейшие пути их рационального народнохозяйственного освоения с учетом последних достижений в познании природы с позиций системного подхода.

## Литература

- Адаменко О.М. Предалтайская впадина и проблемы формирования предгорных опусканий. Новосибирск: Наука, 1976. 183 с.
- Вдовин В.В. Отражение в рельефе структурных форм сочленения Алтае-Саянской горной области с платформенными равнинами Западной и Восточной Сибири. - В кн.: Структурная геоморфология горных стран. Фрунзе: Илим, 1973, с.124-125.
- Герасимов И.П. Опыт геоморфологической интерпретации общей схемы геологического строения СССР. - В кн.: Проблемы физической географии. Т.12. М., 1946, с. 21-50.
- Григорьев А.А. Проблема взаимообмена вещества и энергии в литосфере, гидросфере и атмосфере и ее значение в общей теории физической географии. - Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1952, № 4, с. 4-23.
- Дэвис В.М. Геоморфологические очерки. М.: ИЛ, 1962. 455 с.
- Золотарев А.Г. Рельеф и новейшая структура Байкало-Патомского нагорья. Новосибирск: Наука, 1974.

- Золотарев А.Г. Переходный рельеф между орогенными и равнинно-платформенными областями. - Геоморфология, 1976, № 2, с. 25-35.
- Зятькова Л.К. Структурная геоморфология Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1979. 108 с.
- Ильин Р.С. Природа Нарымского края. Томск: изд. Об-ва изучения Сибири, 1930. 156 с.
- История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Юг Дальнего Востока /Худяков Г.И., Денисов Е.Н., Короткий А.М., Кулаков А.П. и др. М.: Наука, 1972. 423 с.
- Кашменская О.В. О геоморфологической системе. - В кн.: Проблемы геоморфологии и четвертичной геологии Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1976, с. 7-21.
- Кашменская О.В. К вопросу о классификации геоморфологической системы. - В кн.: Геоморфологические формации Сибири. Новосибирск: Наука, 1978, с. 82-93.
- Кашменская О.В. Теория систем и геоморфология. Новосибирск: Наука, 1980. 119 с.
- Коршуев С.С. Морфотектоника и рельеф земной поверхности. М.: Наука, 1974. 258 с.
- Костенко Н.П. Развитие горных стран (на примере Средней Азии). М.: Мысль, 1958. 267 с.
- Криволуцкий А.Е. Рельеф и недра Земли. М.: Мысль, 1977. 301 с.
- Миляева Л.С. Формационный анализ рельефа Восточного Саяна. - В кн.: Геоморфологические формации Сибири. Новосибирск: Наука, 1978, с. 115-126.
- Неспokoйный ландшафт. М.: Мир, 1981. 190 с.
- Николаев В.А. Геология и геоморфология Западно-Сибирской низменности. Новосибирск: Наука, 1963. 34 с.
- Николаев В.А. Тектоника мезокайнозойских отложений Западно-Сибирской равнины. - В кн.: Кайнозой Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1968, с. 63-108.
- Николаев В.А. Рельеф мелiorации южных равнин Сибири и Дальнего Востока. Проблемы прикладной геоморфологии. М.: Наука, 1976, с. 141-163.
- Николаев В.А. Геоморфологические формации и пути рационального освоения и охраны земельных ресурсов южных равнин Западной Сибири. - В кн.: Геоморфологические формации Сибири. Новосибирск: изд. Института геологии и геофизики, 1978, с. 8-41.
- Николаев В.А. Геоморфологические системы Сибири. - В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с. 108-123.

- Обручев В.А. Юные движения на древнем темени Азии. - Природа, 1922, № 8-9, с. 6-18.
- Обручев В.А. Молодость рельефа Сибири. - В кн.: Академику В.И.Вернадскому к 50-летию научной и педагогической деятельности. Т.2. М.: Изд-во АН СССР, 1936, с. 26-52.
- Обручев В.А. Основные черты кинетики и пластики неотектоники. - Изв. АН СССР. Сер. геол., 1948, № 5, с. 14-22.
- Пенк В. Морфологический анализ. М.: Географиздат, 1961. 360 с.
- Симонов Ю.Г. Региональный геоморфологический анализ. М.: Изд-во МГУ, 1972, с. 250.
- Симонов Ю.Г., Борсук О.А. Системный подход к геоморфологии и эрозионно-денудационные морфосистемы. - В кн.: Рельеф и ландшафты. М.: Изд-во МГУ, 1977, с. 66-72.
- Сперанский Б.Ф. Результаты работ Западно-Сибирского геологического управления по геологической съемке в 1939 г. - Вестн. Зап.-Сиб. геол. управления, 1939, № 6, с. 34-49.
- Усов М.А. Основные результаты ЗСТТ по изучению четвертичной геологии Западной Сибири. Томск: Изд-во ЗСТТ, 1937, с. 1-16.
- Усов М.А. Элементы геоморфологии и четвертичной геологии. Томск: Изд-во ЗСТТ, 1937. 97 с.
- Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М.: Наука, 1960. 258 с.
- Флоренсов Н.А. О рациональных границах геоморфологического анализа и некоторых временных определениях. - Геоморфология, 1971, № 1, с.39-46.
- Флоренсов Н.А. Геоморфологические формации. - В кн.: Проблемы экзогенного рельефообразования. М.: Наука, 1976, с. 389-420.
- Флоренсов Н.А. Очерки структурной геоморфологии. М.: Наука, 1978. 238 с.
- 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: Наука, 1978, с. 45-69.
- Хворостова З.М., Миляева Л.С. О системном подходе к рельефу как к элементу природно-территориального комплекса. - В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с. 123-132.
- Худяков Г.И. Геоморфотектоника юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1977. 255 с.

- Чедия О.К. Юг Средней Азии в новейшую эпоху горообразования. Фрунзе: Илим, 1971. 332 с.
- Чернов Г.А. К изучению сейсмогеологии и неотектоники Алтае-Саянской горной области. - В кн.: Сейсмогеология восточной части Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука, 1978, с. 6-27.
- Чернов Г.А., Зеленков А.Я. Сейсмогеология области Западно-Тувинских поднятий. - В кн.: Сейсмогеология восточной части Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука, 1978, с. 58-68.
- Черский И.Д. К вопросу о следах древних ледников в Восточной Сибири. - Изв. Вост.-Сиб. отд. Русского геогр. об-ва, 1882, т.12, № 4-5, с. 4-38.
- Шукин И.С. Общая геоморфология. Т.1. М.: Изд-во МГУ, 1960. 331 с.
- Шукин И.С. Общая геоморфология. Т.2. М.: Изд-во МГУ, 1964. 280 с.
- Эдельштейн Я.С. Введение в геоморфологию. Л.: Изд-во Кубуч, 1933. 620 с.
- Якименко Э.Л. Закономерности распределения высот современного рельефа ряда речных бассейнов Верхнеколымского нагорья. - В кн.: Закономерности развития рельефа Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1976, с. 126-134.
- Якименко Э.Л., Маковская Н.С., Порядин В.С. Статистический анализ современного рельефа Сибири и Дальнего Востока. - В кн.: Закономерности развития рельефа Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1976, с. 88-98.
- Якименко Э.Л., Порядин В.С. Методы тренд-анализа рельефа Восточной Якутии. - В кн.: Геоморфологические формации Сибири. Новосибирск: Наука, 1978, с. 93-114.
- Яншин А.Л. Методы изучения погребенной складчатой структуры на примере выяснения соотношений Урала, Тянь-Шаня и Мангышлака. - Изв. АН СССР. Сер. геол., 1948, № 5.

О.В.Кашменская

Изолированное изучение отдельных геоморфологических процессов или типов рельефа с искусственным разрывом природных взаимосвязей мешает дальнейшему углублению познания объектов исследования. Очевидно, что как теорию морфогенеза в целом, так и теорию отдельных его частей можно построить только с учетом всех факторов формирования рельефа в их сложных взаимосвязях и с объективной оценкой значения каждого из них в каждом конкретном случае.

В историческом аспекте каждому уровню развития общественного мышления свойственна своя сложность рассматриваемых проблем. На современном уровне научного познания наука подошла к возможности изучения законов возникновения, существования и развития сложных динамических систем окружающего нас мира. То, что в природе все взаимосвязано и взаимообусловлено, знали еще древние философы. Вместе с тем в этом мире всеобщих взаимосвязей можно выделить определенные части, компоненты и связи которых настолько своеобразны, что этим целостностям хочется дать конкретное название. Для каждой из них характерна специфика пространственно-временных отношений, а также развития или формы движения материи. Именно таким путем происходит вычленение отдельных сложодинамических систем из общей метасистемы - Природы. При этом возникает потребность в новых способах изучения выделенных объектов, позволяющих выявить присущие им особенности организованной сложности. Большого внимания в этой ситуации заслуживает привлечение системного метода исследования (системного подхода).

Вычленение рельефа как сложной динамической системы производится следующим образом. Ядро и все сферы системы "Земля" служат ее подсистемами, как сама она - подсистемой Солнечной системы. Таким образом, наряду с другими имеется подсистема земной коры, т.е. геологическая, поскольку именно геология занимается изучением всех ее компонентов. Внутри земной коры наблюдаются различные процессы, каждый из которых можно рассматривать как специфическое проявление жизни системы. Ведущие из них - процессы петроминералогенеза, тектогенеза и морфогенеза. Результатом их деятельности являются петроминералогическая, тектоническая и гео-

морфологическая подсистема<sup>1</sup>. Отметим, что если более крупным подсистемам (сферам Земли) соответствуют различные материальные объекты, то подсистемы, выделяемые внутри геологической, имеют один и тот же объект – земную кору. Причиной выделения является их целостность, обусловленная спецификой связей, внешних и внутренних; целью – рассмотрение различных аспектов существования и развития земной коры. Таким образом, телом геоморфологической системы служит земная кора, где происходят формирующие систему процессы морфогенеза.

Связи геоморфологической системы с другими системами сложны и многоступенчаты. Это прежде всего связи с однопорядковыми системами: тектонической (очень тесная, через характер и движение структур земной коры) и петроминералогической (через литоморфные свойства горных пород); с системами более высокого порядка – соседними оболочками: мантией, гидро- и атмосферой, контролирующими эндогенные и экзогенные процессы; наконец, с системами совсем уже высокого порядка: солнечной и космической, поставляющими энергию главным образом для экзогенной составляющей рельефообразования. Нельзя не отметить также связь геоморфологической системы с биологической и социально-общественной подсистемами. Возникшие на более поздней стадии эволюции, они тем не менее оказывают заметное влияние на формирование рельефа, локально регулируя экзогенные процессы.

Рассматривая характер связей между системами, Л.Берталанфи (1969) приходит к разделению всех систем на открытые и закрытые. Закрытая система обменивается с другими системами только энергией, открытая же – еще и веществом. Излагая взгляды Л.Берталанфи на природу открытых систем, В.Н.Садовский (1970) подчеркивает характерную для них способность к подвижному равновесию, при котором основные параметры системы остаются неизменными, при непрерывно идущем процессе поступления и выноса вещества. При этом для сохранения подвижного равновесия необходимо существование в системе определенного (равновесного) баланса разнонаправленных процессов. Коренное различие между открытой и закрытой системами заключается в том, что первая может прийти к равновесию лишь при определенных условиях, и равновесие это всегда подвижно, обратимо; закрытая же система неизбежно приходит к равновесию как к конечной стадии своего развития, причем наступает оно в условиях высокого значения энтропии и минимальной свободной энергии.

<sup>1</sup> Ниже мы будем называть геоморфологическую подсистему системой, как исходную для данного исследования.



Анализ характеристик двух типов систем позволяет относить геоморфологическую систему к открытым системам.

### Геоморфологическая форма движения материи

Исследуя историю диалектики и особенно работы Гегеля, В.И. Ленин в "Философских тетрадах" отмечал, что причиной развития материального мира являются внутренние противоречия, заложенные в нем самом, приводящие материю через столкновение, через отрицание отрицания к саморазвитию, самодвижению<sup>2</sup>. Поскольку характер внутренних противоречий специфичен для каждой сложодинамической системы, естественно предположить, что каждая из них имеет свою форму движения материи. С этих позиций вслед за Б.М.Кедровым (1959), Г.Л.Поспеловым (1960), Е.В.Шанцером (1964) можно говорить о планетной и, как части ее, геологической формах движения материи. А если быть последовательным, то в геологической форме движения можно, в свою очередь, выделить петроминералогическую, тектоническую и геоморфологическую.

В основе геоморфологической формы движения материи лежит диалектическое противоречие двух основных составляющих процесса морфогенеза: внутренней, или эндогенной, источник энергии которой связан главным образом с мантией, и внешней, или экзогенной, основным источником энергии которой является Солнце. Если внутренние процессы стремятся создать контрастные формы рельефа, то внешние — стараются уничтожить эту контрастность путем выравнивания земной поверхности. Потоки энергии, поступающие в систему извне, служат лишь первичным толчком к развитию. Одновременно происходит включение всей сложной сети связей и взаимозависимостей, присущих системе. В результате процессы развития рельефа, приводящие к перемещению разных объемов вещества в геоморфологическом пространстве, начинают идти по сложным специфическим законам. Естественно, что и эффект рельефообразования далек от того, что можно было бы ожидать, исходя из поступления первичных, не преобразованных потоков энергии. Это уже геоморфологическое движение, не сводимое к фундаментальным формам. И возникающее при этом перемещение масс в земной коре, с характером которого связано все разнообразие форм рельефа, — вещественное выражение именно этого специфического движения материи, а не алгебраическая сумма объемов масс, перемещаемых непреобразованной энерги-

<sup>2</sup> См.: Ленин В.И. Полн. собр. соч., т.29, с.7-10.

ей. Энергия развития геоморфологической системы есть не что иное, как поступающая в систему внутриземная и солнечная энергия, преобразованная с помощью системных связей.

Основными видами связей являются связи порождения, или генетические, когда деятельность одного объекта вызывает к жизни другой (ледник - морены, река - террасы и т.д.) и связи функциональные, обеспечивающие общую жизнедеятельность системы. Наиболее значительной разновидностью функциональных связей служат связи управления (регуляции и саморегуляции), обеспечивающие устойчивость системы в обстановке непрерывного поступления энергии извне.

Большую роль в преобразовании внешних потоков энергии в геоморфологическую играют обратные функциональные связи. Положительная обратная связь усиливает развитие системы в том же направлении, в котором система меняется под влиянием внешнего воздействия. В результате процесс возрастает лавинообразно. Допустим, в какой-то части горной системы вследствие уменьшения тектонического напряжения поднятие замедлилось. Как в подсистеме относительного опускания, в ней начнут накапливаться рыхлые отложения. Увеличение нагрузки увеличит отставание в поднятии, и подсистема может перейти из состояния относительного опускания к абсолютному. Такая положительная обратная связь имеет место, например, в период геосинклинального накопления отложений. Может случиться так, что первичная причина уменьшит свое влияние или даже прекратит действовать, а процесс будет развиваться в заданном направлении за счет влияния обратной связи.

Отрицательная обратная связь приводит к действию, направленному противоположно внешнему импульсу. Она препятствует возникшему движению. Системы с отрицательной обратной связью развиваются по нисходящей кривой, движение замедляется. Если система находится в равновесном состоянии, то каждый внешний толчок, выводящий ее из равновесия, встречает противодействие и равновесие восстанавливается. Системы с отрицательной обратной связью характеризуются устойчивостью. Так, при уменьшении тектонической составляющей начинается гороразрушение. Но оно прекращается в связи с достижением предельного для данных условий выполаживания. Уменьшение крутизны склонов из следствия гороразрушения превращается в причину, препятствующую дальнейшему развитию процесса. При преобладании тектонических сил над денудационными происходит рост гор, но вместе с превышением растет и интенсивность денудации. В какой-то момент денудационный снос уравновешивает эндогенный прирост масс земной коры и рост гор прекращается. По-ви-

димому, этим явлением объясняется возникновение вершинного уровня гор, выделенного К.К.Марковым (1948). Все сложные взаимоотношения в саморегулирующейся системе "склон - днище долины" строятся по принципу обратных отрицательных связей. Эта система очень устойчивая. В ней всегда наблюдается стремление уравновесить выносную способность потока поступлением рыхлого материала за счет изменения формы и площади склонов, выступающего как фактор отрицательной обратной связи.

Процесс преобразования в геоморфологическую форму движения энергии, поступающей извне, в значительной степени зависит от характера подачи последней (Преображенский, 1972). Одно и то же количество солнечной энергии, например, может дать разный эффект: в одной подсистеме вызовет засуху, в другой - лишь испарение избытка влаги. Различные изменения в развитии компонентов связаны с так называемой "памятью" системы, т.е. с ее состоянием, обусловленным предшествующей информацией, как бы законсервированной в системе. Разный будет эффект и при различной форме подачи одного и того же количества энергии: ливень и длительный моросящий дождь оказывают разное воздействие, хотя количество энергии воды может быть одинаково. Наиболее отчетливо значение информационных связей выступает, когда благодаря заложенной в системе информационной памяти внешний импульс освобождает скрытую энергию системы. Например, сравнительно небольшое поднятие горного хребта может вызвать бурные процессы альтипланизации и карообразования, если это поднятие выведет хребет за уровень снеговой границы. Такое несоответствие между входной энергией "сигнала" и энергией, активизированной этим сигналом, - отличительное свойство всех информационных систем. Без учета информационных связей невозможно полностью понять поведение систем такого класса сложности, как геоморфологическая.

Все преобразования энергии, поступающей в систему, происходят отнюдь не беспорядочно. Для систем типа исследуемой характерно целенаправленное развитие, т.е. поведение, подчиненное достижению определенной цели. Это означает, что все элементы системы на всех иерархических уровнях управляемы таким образом, чтобы давать результат, нужный всей системе в целом. Для геоморфологической системы стремление к определенной цели заключается в стремлении к равновесию, на худой конец - к неустойчивому равновесию контрастного рельефа (с большими объемами поступающего и выносимого вещества земной коры), в лучшем случае - к устойчивому равновесию выровненного рельефа (с малыми объемами обменных масс). Причины такой запрограммированности связаны с закономер-

ностями развития планеты Земля как системы гораздо более высокого порядка (Кеттерфельд, 1962). Достижение цели может идти разными путями, поскольку все связи, в том числе связи регуляции и саморегуляции, имеют не жесткий, а вероятностный (статистический) характер. Диалектическая противоречивость развития сложно-динамических систем состоит в том, что надежность получения запрограммированного результата достигается не при помощи жестко детерминированной системы управления, а при вероятностных закономерностях развития подсистем разных уровней, когда каждая подсистеме обладает какими-то степенями свободы.

В геоморфологической системе приведение к запрограммированному устойчивому равновесию осуществляется, по-видимому, через работу подсистем "склон - базисная поверхность". Связи саморегуляции, действуя через изменение динамического состояния этих подсистем, направляют их развитие нужным для всей системы в целом образом. При этом каждая из подсистем имеет различные степени свободы, связанные с изменением таких переменных, как литология, блоковые дифференцированные подвижки, микроклимат и т.д. В конечном итоге достигается устойчивое равновесие при малом объеме обменных масс, овеиваемое в рельефе в виде регионально развитой поверхности выравнивания.

Таким образом, характер и количество исходной энергии, поступающей в геоморфологическую систему извне, отнюдь не являются решающими в развитии системы. В зависимости от того, как эта энергия будет преобразована системными связями, процесс морфогенеза пойдет по-разному. Одно и то же количество исходной энергии при определенных условиях может привести к расчленению земной коры, при других - к выполаживанию рельефа, наконец, при каких-то взаимоотношениях компонентов системы может способствовать развитию рельефа в условиях подвижного равновесия. Именно это обстоятельство является доказательством самостоятельности геоморфологической формы движения материи. Различные способы реализации исходной энергии заложены в самом вероятностном характере возникающих взаимосвязей и взаимозависимостей. Включение механизма обратных связей может усилить процесс не пропорционально полученной энергии (положительная обратная связь), а может способствовать его затуханию (отрицательная обратная связь). Большое значение имеет форма подачи исходной энергии, так как на разную форму подачи организм системы реагирует по-разному. Огромную роль в преобразовании солнечной и внутриземной энергии играет также результат палеофункциональных связей - характер предшествующих состояний системы или информационная память: одинаковые

количественно и качественно потоки внешней энергии при различной информационной памяти приводят к совершенно различному характеру движения материи. Общая направленность геоморфологического движения материи определяется запрограммированностью системы на достижение состояния устойчивого равновесия.

### Баланс масс как выражение геоморфологической формы движения материи

Следствием геоморфологической формы движения материи является перемещение определенных объемов вещества в геоморфологическом пространстве. В этом и есть сущность процесса морфогенеза. В каждый данный момент в каждый данный участок геоморфологической системы в результате сложного движения материи какое-то количество вещества поступает, какое-то удаляется. Результатом перемещения этих масс, т.е. характером их суммарного во времени баланса, объясняется все бесчисленное гипсометрическое разнообразие рельефа Земли от высочайших вершин до глубоких впадин. Кроме того, характер конкретного во времени и в пространстве баланса масс свидетельствует о динамическом состоянии земной поверхности: происходит ли ее поднятие (положительный баланс масс), опускание (отрицательный баланс) или поверхность сохраняет стабильное положение (равновесный баланс масс).

Следует отметить, что в понятие "масса" мы не вкладываем строгого физического смысла, а понимаем лишь то или иное количество вещества, перемещающегося под воздействием различных сил, внутриземного и солнечного происхождения, во всей сложности их взаимодействия, обусловленного спецификой развития геоморфологической системы. Таким образом, говоря о балансе масс в земной коре, мы имеем в виду результат перемещения этих масс в геоморфологическом пространстве, приводящий к изменению объема этого пространства и, следовательно, изменению рельефа как верхней (земной поверхности), так и нижней (поверхности Мохоровичича) границ геоморфологической системы. Поступающие в геоморфологическую систему энергетические потоки солнечного или внутрипланетного происхождения, не связанные непосредственно с притоком или оттоком масс, трансформируются в энергию агентов переноса вещества (например, в энергию речного потока). При этом объем перемещаемых масс связан с количеством поступающей энергии прямой зависимостью. Поэтому, говоря о потоках вещества, мы имеем в виду также и потоки энергии, олицетворенные в перемещающихся массах.

Известны явления, при которых изменение объема земной коры возникает не вследствие увеличения или уменьшения количества перемещенного вещества, а в результате внедрения, например, тепловых потоков, приводящих к расширению отдельных частей системы. Возникающий в таких случаях рельеф можно было бы, казалось, рассматривать как следствие изменения лишь энергетического баланса. Однако это было бы неверно с позиций идеи геоморфологической формы движения материи, которая предполагает использование в специфически преобразованном виде любых потоков энергии, поступающих в систему извне вместе с веществом или без него. С излагаемых позиций баланс масс в земной коре, возникающий в результате перемещения вещества, есть функция не отдельно взятых энергетических усилий (магматических, тектонических, солнечного излучения) и не алгебраической суммы их, а качественно нового вида развития материи — морфогенеза, присущего только геоморфологической системе.

Отдавая отчет в сложности трансформации различных видов энергии в геоморфологическую, мы все же условно делим массы, участвующие в морфогенезе, на тектонические (эндогенные) и денудационные (экзогенные) по ведущей в их перемещении роли исходной энергии. К тектоническим массам относятся те, в перемещении которых большую роль играет внутриземная энергия. Движение их может происходить как в вертикальном направлении с привнесом или оттоком вещества через нижнюю границу системы, так и в горизонтальном направлении — перемещение вещества внутри системы. К денудационным массам условно относятся те рыхлые отложения, которые переносятся при помощи денудационных агентов (реками, ледниками и т.д.). Это как раз те массы, благодаря перемещению которых осуществляется регуляция и саморегуляция системы.

Необходимость такого деления масс связана с тем, что нас интересует не только итог геоморфологического движения, выраженный в балансе коровых масс, но и сам процесс формирования рельефа. Очевидно, что он меняется во времени и в пространстве в зависимости от изменения исходных составляющих энергии системы. Это изменение определяет направленность развития рельефа и его динамическое состояние в каждый данный момент.

Для исследования геоморфологического движения материи предлагается использовать анализ перемещения масс в земной коре. Однако при этом неизбежно столкновение с присущей любому геоморфологическому исследованию трудностью, а именно с невозможностью непосредственной оценки той части масс, которая перемещается тектоническими силами, т.е. тектонической составляющей баланса

масс в земной коре. Выходом из этого положения может служить выявление функциональных связей между тем, что можно выявить, и тем, что недоступно непосредственному наблюдению, между следствием, которое наблюдается на выходе, и причинами, в какой-то степени скрытыми от нас.

Баланс масс в земной коре определяет не только динамику развития геоморфологической системы, но и поведение земной поверхности: восходящее (плюс-масса), нисходящее (минус-масса) или равновесное. В функциональной связи с характером поведения земной поверхности находится крутизна профилей транспортировки рыхлого материала. Крутизна профиля, в свою очередь, зависит от характера перемещения рыхлого материала: при прочих равных условиях различная крутизна профилей обеспечивает различный баланс рыхлого материала, т.е. соотношение поступления рыхлого материала к агенту переноса с выносом рыхлого материала (Карташов, 1957; Хворостова, 1971). Баланс рыхлого материала определяет динамический режим подсистем типа "склон - базисная поверхность": инстративный, перстративный и констративный. Как известно, вводя эти термины, В.В.Ламакин (1950) имел в виду флювиальные процессы. Мы рассматриваем эти термины шире: независимо от того, что будет являться агентом переноса рыхлых отложений - речной поток, движущийся лед, солифлюкция, гравитационное перемещение, - мы говорим о динамических режимах в подсистемах "склон - базисная поверхность", режиме выноса, перестилания или отложения рыхлого материала.

Итак, очевидно, что через всю эту сложную систему зависимости баланс рыхлого материала связан с балансом коровых масс, и для изучения последнего, т.е. для определения характера процессов морфогенеза и динамики земной поверхности, следует начинать с поддающегося непосредственному изучению баланса рыхлого материала.

Исследование взаимоотношений характера рельефа, баланса рыхлого материала и баланса масс в земной коре с целью определения сущности геоморфологического движения материи, показало: инстративный режим подсистем "склон - базисная поверхность" с отрицательным балансом рыхлого материала наиболее типичен для энергично растущих гор (т.е. участков с положительным балансом коровых масс); перстративный режим с равновесным балансом рыхлого материала наиболее характерен для выровненного рельефа и равновесных гор (т.е. участков с равновесным балансом масс в земной коре); констративный режим развития подсистем "склон - базисная поверхность" с положительным балансом рыхлого материала свойствен ак-

тивно разрушающейся горной стране (т.е. району отрицательного баланса коровых масс). Однако иногда могут возникнуть такие ситуации, когда по характеру рельефа и балансу рыхлого материала отдельной подсистемы невозможно судить о балансе масс в земной коре. В этих случаях, для того чтобы расшифровать механизм морфогенеза, необходимо проанализировать динамический режим возможно большого количества подсистем типа "склон - базисная поверхность" с выявлением количественного соотношения подсистем инстративного, перстративного и констративного режимов.

Подавляющее преобладание инстративных подсистем с отрицательным балансом рыхлого материала характерно для энергично растущей горной страны с резко выраженным положительным балансом коровых масс. Напротив, отчетливое преобладание констративных подсистем с положительным балансом рыхлого материала типично для энергично разрушающихся гор с отрицательным балансом масс в земной коре. Перстративные подсистемы с равновесным балансом рыхлого материала преобладают на пенепленах и в равновесных горах.

Значительное разнообразие динамических характеристик подсистем исследуемой территории, при котором невозможно выявить господствующий режим, свидетельствует, по-видимому, о нечетко выраженном или неустойчивом динамическом состоянии земной коры: начале поднятия, начале опускания, неустойчивом равновесии, т.е. как раз о таких периодах в эволюции конкретных частей геоморфологической системы, когда большое значение приобретают процессы саморегуляции и информационная память о предшествующих состояниях системы.

Установив указанным выше способом характер баланса коровых масс для исследуемой части геоморфологической системы, мы тем самым расшифровываем свойственный ей характер геоморфологического движения материи. Так, положительный баланс коровых масс имеет место в двух случаях: когда приток эндогенных масс больше, чем отток денудационных, и когда отток эндогенных масс меньше, чем поступление экзогенных. Оба режима сопровождаются повышением земной поверхности. Первый типичен для растущих гор и свидетельствует о преобладании внутриземной составляющей в энергии геоморфологического движения, второй - для заполняющихся впадин и указывает на преобладание денудационной составляющей. Отрицательный баланс коровых масс характерен для снижающихся гор и растущих впадин. В обоих случаях происходит понижение дневной поверхности, но в первом геоморфологическое движение, если можно так выразиться, более "денудационно", а во втором - более "тектонично". Наконец, равновесный баланс коровых масс свидетельст-



вует о таком геоморфологическом движении, при котором основные составляющие энергии рельефообразования примерно равны, что имеет место в подсистемах равновесных гор, поверхностей выравнивания и равновесных впадин. При этом объемы обменных масс могут быть очень разными: от больших в подсистемах гор и впадин до малых в подсистемах поверхностей выравнивания.

Анализ перемещения коровых масс позволил объяснить феномен цикличности развития рельефа как результат взаимодействия тектонической и климатической пульсаций с саморегуляцией системы. Рельеф эволюционирует от горообразования (резкого преобладания в коровом балансе тектонических масс) к неустойчивому равновесию горного рельефа (при больших объемах обменных масс), затем через гороразрушение (преобладание в коровом балансе масс денудационного происхождения) к выровненному рельефу - пенеплену (т.е. к устойчивому равновесию при малых объемах обменных масс).

### Системный подход и некоторые проблемы геоморфологии

I. Системный подход позволяет по-новому подойти к классификации рельефа. Для познания строения системы большое значение имеет выбор принципа классификации. Когда в качестве основания деления используются не существенные, а второстепенные признаки, выделенные ряды (как координационные, так и субординационные) не работают на познание системы. Таким неверным основанием деления для классификации рельефа горных стран представляется нам, например, возраст основной фазы складчатости. Очевидно, что существенным признаком для классификации геоморфологической системы может быть лишь показатель, определяющий общие закономерности образования и эволюции рельефа. В этих целях очень эффективно использование баланса коровых масс, поскольку балансовые характеристики синтезируют результаты большого количества связей, включая наиболее существенные системообразующие связи управления и самоуправления. Анализ баланса масс позволяет также понять закономерности перехода системы из одного динамического состояния в другое.

Для классификации геоморфологической системы могут быть использованы различные основания деления, опирающиеся на анализ баланса масс в земной коре. Прежде всего за основание деления можно взять алгебраическую сумму во времени объемов перемещаемых масс в земной коре, тектонического и денудационного происхождения. При этом геоморфологическую систему можно разделить на та-

кие крупные части: подсистему отрицательного суммарного баланса — то, что ниже теоретической поверхности геоида (днища океанов и абсолютные впадины); подсистему с суммарным балансом, близким к равновесному, — все то, что близко к поверхности геоида (равнины и квазиравнины разного генезиса); подсистему с суммарным положительным балансом масс в земной коре — все, что выше поверхности геоида (всякого рода возвышенности). Из этих подсистем первая и третья являются неравновесными.

По амплитуде неравновесности суммарного баланса их можно разделить на подсистемы второго порядка. Так, возвышенности подразделяются на высокогорье, среднегорье, низкогорье, холмогорье, соответствующие им плоскогорья, а также относительные впадины. На том же основании деления (амплитуда неравновесности суммарного баланса) можно выделить подсистемы третьего порядка, состоящие из склонов различной крутизны и базисных для этих склонов поверхностей, и, наконец, четвертый уровень подсистем — элементарные поверхности (субстрат системы) различного уклона. Каждый иерархический уровень представляет координационный ряд. Например, впадины — возвышенности — поверхности выравнивания (I уровень) или высокогорье — среднегорное плато — низкогорье — холмогорье (II уровень) и т.д. В то же время каждый последующий ряд содержит подсистемы более низкого порядка, чем предыдущий, т.е. находится с ним в субординационных отношениях. Примером может служить такой ряд: геоморфологическая система — возвышенность — среднегорье — подсистема "крутой склон — базисная поверхность" — крутой склон.

Из этой классификации, однако, совершенно не видно, в каком динамическом состоянии находятся выделенные подсистемы в настоящий момент или находились в любой конкретный промежуток прошлого времени. Такая, например, характеристика, как "высокогорье", ничего об этом не говорит. Действительно, пусть за последний геоморфологический этап в данном участке земной коры накопилось вследствие алгебраического суммирования большое количество плюсмассы, что привело к образованию высоких гор. Но в настоящее время эти горы могут разрушаться, если баланс коровых масс уже сменился на отрицательный, или продолжать расти, если баланс остается положительным, или, наконец, находится в равновесном состоянии, если баланс масс стал близок к равновесному. Следовательно, нужна классификация, где основанием деления послужит конкретный для данного времени баланс масс тектонического и денудационного происхождения. Для разработки такой классификации следует подсистемы всех уровней предыдущей классификации подраз-

делить по современной характеристике баланса масс на три основные динамические категории: растущую, равновесную, снижающуюся - для положительных форм; растущую, равновесную, заполняющуюся - для отрицательных форм; равновесную, деформирующуюся положительно и деформирующуюся отрицательно - для выровненных поверхностей.

Например, объект - впадина; основание деления - современное состояние баланса коровых масс; части - впадина растущая, впадина равновесная, впадина заполняющаяся. Другой пример: объект - низкоегорье; основание деления - современное состояние баланса коровых масс; части - низкоегорье растущее, низкоегорье равновесное, низкоегорье снижающееся. Координационные ряды в этой классификации будут представлены подсистемами разных динамических состояний. Примером субординационного подчинения может служить такое: снижающаяся возвышенность - снижающееся среднегорье - выполаживающаяся подсистема "склон - базисная поверхность" - выполаживающийся склон.

Таким образом, по алгебраической сумме денудационных и тектонических масс, перемещаемых в земной коре, можно подразделить геоморфологическую систему на гипсометрические подсистемы, а по конкретному для данного времени балансу масс выделить подсистемы различного динамического режима. Однако этого также недостаточно. Указанные классификации помогают проанализировать процесс перемещения масс в земной коре в целом, но не дают ответа на вопрос, каким образом это происходит. Между тем разнообразие форм рельефа связано также и с теми факторами, которые осуществляют это перемещение. Так, горы, в пределах которых рыхлый материал переносится без участия ледников, отличаются от гор, где ледники играют значительную роль. Точно так же складчатые горы, в образовании которых участвуют агенты горизонтального перемещения эндогенных масс, отличаются от блоковых гор с вертикальным движением масс, хотя объем перемещенного материала в обоих случаях может быть одинаков, и т.д. Для более полного познания геоморфологической системы необходима разработка классификации экзогенных факторов, обеспечивающих перемещение рыхлого материала, и факторов эндогенных, способствующих движению масс тектонического происхождения: по способам перемещения материала, интенсивности, направленности, степени ритмичности и другим параметрам.

Приведенные принципы классификаций помогут достаточно детально исследовать любую часть геоморфологической системы. То, что в основе всех их лежит анализ балансовых характеристик обме-

на масс в земной коре, позволяет надеяться на органичное сведение предложенных классификаций, т.е. на создание в дальнейшем единой классификационной сети, в которой найдут место все возможные подразделения геоморфологической системы. При этом основная идея классификации заключается в том, что каждая из подсистем независимо от ее порядка сохраняет специфику связей (структуру) и подчиняется общим для всей системы законам развития.

С этих позиций геоморфологические формации (Флоренсов, 1964, 1976) могут рассматриваться как наиболее крупные подсистемы геоморфологической системы. Самым низкопорядковым членом классификационного ряда (субстратом или элементом системы), согласно Л.Берталанфи, является компонент, который уже нельзя далее подразделять, не выходя из данной системы. Наиболее близка к субстрату геоморфологической системы генетически однородная поверхность рельефа (Ермолов, 1964). Несколько отступая от трактовки, предложенной автором понятия, мы полагаем, что формирование элементарных поверхностей связано не только с экзогенными процессами, но подчиняется, как и вся система, законам геоморфологического движения материи. При этом тектонические силы влияют на динамику данного участка земной коры не только косвенно, контролируя интенсивность экзогенных процессов, но и непосредственно, через изменение характера баланса масс в земной коре. Именно такой подход к происхождению элементарных поверхностей позволяет считать их субстратом геоморфологической системы. Под ним мы понимаем участок земной коры, образованный при взаимодействии какого-либо одного экзогенного фактора с конкретным проявлением внутренних сил рельефообразования. Элементы геоморфологической системы целесообразно подразделять на генетические типы по экзогенному фактору их образования. Внутри каждого из этих типов (склоновой денудации, речного, морского и др.) в зависимости от соотношения внутренних и внешних сил, участвующих в формировании каждой конкретной элементарной поверхности, существует набор элементов разного характера (например, набор эрозионных склонов от очень пологого, близкого к горизонтальному, через промежуточные формы до почти отвесного).

2. Для изучения целого ряда вопросов геоморфологии горных стран большой интерес представляет подсистема "с к л о н - б а з и с н а я п о в е р х н о с т ь". В зависимости от генезиса базисной поверхности подсистема может быть флювиальной ("склон - днище реки"), денудационной ("склон - пенеплен или педиплен"), ледниковой ("склон - днище трога, кара") и т.д. Хотя на первый взгляд кажется, что образование и функционирование

подсистемы "склон - базисная поверхность" связаны главным образом с экзогенными факторами и согласно морфоструктурному анализу их можно классифицировать как морфоскульптуры, это далеко не так. В их развитии, как и в развитии всех частей системы, одинаково важную роль играют и внешние, и внутренние процессы рельефообразования, определяя динамический режим подсистем через баланс масс в земной коре. Именно через эти подсистемы, обладающие различными степенями свободы, осуществляется общая программа развития горных стран.

Исследуя в качестве примера такую широко распространенную подсистему данного ранга, как флювиальная, мы видим совершенно определенную связь характера речных долин и процессов, их формирующих, с балансом масс в земной коре. Долины растущих гор отличаются от долин разрушающейся горной страны и от долин поверхностей выравнивания. И уж, конечно, своими характерными чертами обладают долины на территориях, например, растущих впадин или блоков поднятия. Именно поэтому долина реки (равно как и другие подсистемы ранга "склон - базисная поверхность") не должна трактоваться как морфоструктура или морфоскульптура, а лишь как геоморфологическая система определенного порядка. Эволюция ее подчиняется общим для всей геоморфологической системы закономерностям. С изменением во времени и в пространстве баланса коровых масс изменяются динамика развития и строение (морфология) долины.

С этих позиций должны рассматриваться вопросы крутизны и формы профиля равновесия реки. В тех случаях, когда энергия водотока соизмерима с объемом рыхлого материала, поступающего со склонов (баланс рыхлого материала равновесный), равновесие продольного профиля может иметь место при любой крутизне. Что же касается формы профиля равновесия, то при изменении вдоль по долине факторов, влияющих на баланс материала (литологии, водности, неотектонических условий и др.), продольный профиль равновесия может иметь форму сложной кривой, сохраняя равновесие на участках разной крутизны. При этом для каждой точки флювиальной системы мощность аллювиальных отложений является функцией конкретного равновесного баланса рыхлого материала и может колебаться в больших пределах.

3. В настоящее время накоплен огромный, во многом противоречивый материал, связанный с изучением поверхностей выравнивания. Исследование с помощью системного подхода геоморфологического цикла развития рельефа горных стран показывает, что поверхности выравнивания формируются при опреде-

ленном балансе масс в земной коре. Для образования пенепленов необходимо преобладание денудации над тектоникой (отрицательный баланс масс в земной коре), приводящее к снижению гор. При этом в процессе формирования пенеплена объем обменных масс постепенно уменьшается, а баланс масс постепенно переходит в равновесный, характерный для уже выработанного пенеплена. Педиплены же как в начальной, так и в более зрелой стадии образуются и развиваются при денудационных и тектонических процессах, почти уравновешивающих друг друга, т.е. при балансе масс в земной коре, близком к равновесному. Объемы обменных масс при этом могут быть достаточно большими и длительное время не испытывать значительных изменений.

Образование педипленов характерно для первой половины геоморфологического цикла. При этом во время первого этапа (горообразования) они имеют небольшое распространение и сравнительно быстро превращаются в поднятые реликты педипленов, являясь надежным признаком восходящего развития рельефа; на втором этапе в условиях динамического равновесия при все еще больших объемах обменных масс педиплены имеют широкое распространение и уже не выходят из низового положения, входя позднее в региональную поверхность выравнивания. Пенеплен образуется во вторую половину геоморфологического цикла. Он формируется при достаточной длительности этапа гороразрушения (отрицательного баланса масс в земной коре) и продолжает существовать до конца цикла, т.е. весь его заключительный этап — этап сохранения выровненного рельефа.

Поскольку возникновение, развитие и существование пенепленов и педипленов есть функция баланса масс в земной коре, естественно предположить, что не только изменение этого баланса во времени (смена этапов развития рельефа в течение геоморфологического цикла), но и изменение его в пространстве может привести к образованию пенеплена и педипленов. В самом деле, поскольку тектоническая, литоморфная, а иногда и климатическая характеристики меняются в пространстве, правомерно допустить, что во время одного и того же этапа развития рельефа в отдельных его частях (часто по периферии главных тектонических напряжений, а также в районах, малостойких к процессам денудации пород) могут возникнуть условия, необходимые и достаточные для педипланации или локальной пенепленизации. При этом необходимый для процессов выравнивания баланс масс в земной коре может возникнуть в любой климатической обстановке. Просто менее благоприятный для процессов денудации климат должен компенсироваться более благоприятными литоморфными свойствами субстрата или же менее напряженной пода-

чей масс тектоническими процессами. И то, и другое или же сочетание всех факторов в необходимых пропорциях может в любом климате привести к равновесному (педиплены) или отрицательному (пенеплены) балансу масс в земной коре. И пенеплены, и педиплены являются частями геоморфологической системы, но порядок их различен. Регионально развитые поверхности выравнивания (пенеплены) соизмеримы с горными подсистемами, на смену которым они приходят в ходе цикличного развития рельефа. Педиплены же — частный случай подсистемы "склон — базисная поверхность".

4. В последние годы одним из самых дискуссионных в современной геоморфологии стал вопрос о возрасте рельефа. Согласно излагаемым принципам, возраст каждой части геоморфологической системы складывается из суммы длительностей трех динамических состояний: формирования, существования и разрушения. Каждому из этих состояний присущ определенный баланс коровых масс. Так, возраст горного рельефа включает время горообразования (баланс масс положительный со все возрастающей неравновесностью), время существования сформированного горного рельефа (баланс масс равновесный с большими объемами обменных масс) и время гороразрушения (баланс масс отрицательный со все уменьшающейся неравновесностью). Нижним возрастным рубежом служит начало деформации исходной поверхности выравнивания, так как именно в это время равновесный баланс (с исчезающе малыми объемами обменных масс) меняется на положительный или отрицательный. Естественно, что время разрушения одних форм рельефа является вместе с тем временем формирования других форм: разрушаются горы — формируется поверхность выравнивания. В этом заключается диалектика развития геоморфологической системы.

Находясь на позициях системного подхода, нельзя согласиться с разделением единого понятия "возраст рельефа" на возраст морфоструктур и возраст морфоскульптур. Совершенно невозможно представить ситуацию в пределах геоморфологической системы, при которой в земной коре сначала происходило бы перемещение масс тектонического происхождения и возникали одни формы рельефа, а потом начинали бы перемещаться массы денудационного происхождения и формировались более молодые формы рельефа. Процесс морфогенеза (геоморфологическая форма движения материи) представляет собой диалектическое единство внутренних и внешних сил рельефообразования, преобразованных системными связями. Каждая форма рельефа в любой отрезок времени, т. е. на всем протяжении своего существования, является

результатом взаимодействия этих сил. Следовательно, можно говорить лишь о возрасте формы рельефа в целом.

Трудно согласиться и с предложением устанавливать возраст горных сооружений, исходя лишь из времени формирования их орогенной вещественно-структурной основы (Худяков, 1972). В принципе, если для какого-то горного сооружения удастся доказать, что оно с момента своего возникновения (допустим с палеозоя) сохраняло горный рельеф, ни разу не подвергаясь выравниванию, тогда возраст его действительно совпадает со временем первичного формирования орогенной основы. Если же (а это наблюдается в большинстве случаев) в развитии рельефа имело место неоднократное чередование эпох выравнивания и горообразования, то подход, предложенный Г.И.Худяковым, позволяет определить лишь возраст существования сквозного орогена.

Некоторые исследователи доказывают древность заложения современного рельефа тем, что он имеет древние корни. Последнее основано на предположении о значительной инерции рельефа Мохо. Наиболее четко, на наш взгляд, сформулировал эти представления С.С.Коржуев (1969), утверждая, что "... корни современного рельефа земной поверхности во многих районах уходят не только в мезозой, но и более глубоко, в домезозойское геологическое прошлое". Рассматривая геоморфологическую систему как единое целое, невозможно представить, что нижняя ее граница - поверхность Мохоровичича - останется неизменной при превращении горного рельефа в выровненный, и обратно. То, что под крупными горными сооружениями в настоящее время фиксируются погружения структур в мантию с прогибами поверхности Мохо, отнюдь не является доказательством изначального (допустим с палеозоя) и неизменного положения этих прогибов. Напротив, есть основания предполагать, что картина неоднократно менялась в процессе тектоногеоморфологической эволюции земной коры. На одной и той же территории при наследовании плана расположения крупных структур, ограниченных глубинными разломами, корни рельефа то исчезали (при денудации), то вновь возникали (при новом горообразовании). При изменениях в структурном плане менялся и рельеф нижней поверхности земной коры. Существующий ныне рельеф Мохо связан, по-видимому, с этапом формирования современного рельефа Земли на основе неотектонического структурного плана. Поскольку перманентных, идущих во времени через различные тектоногеоморфологические состояния земной коры корней рельефа не существует, вряд ли следует брать это положение за основу представлений о древности нижней границы возраста современного рельефа. Отсчет возраста современного



рельефа следует вести с начала деформации последней регионально развитой поверхности выравнивания.

Каждое событие, приведшее к образованию конкретной формы рельефа, можно определить в абсолютном и относительном летосчислении. Например, последняя регионально развитая поверхность выравнивания Алтае-Саянской горной области имеет верхнемеловой-палеогеновый возраст. Следовательно, в абсолютном летосчислении она начала формироваться около 70 млн. лет назад, а закончила - около 40 млн. лет назад. В связи с разной напряженностью внутренних и внешних сил, воздействующих на геоморфологическую систему в различных ее частях, мы сталкиваемся со смещением одно-значных событий во времени (асинхронность) и в пространстве (пространственная неоднородность). Это особенности всей геологической системы и части ее - системы геоморфологической. В результате один и тот же (в относительном летосчислении) цикл рельефообразования может иметь неодинаковый абсолютный возраст в разных регионах. Возьмем в качестве примера последний цикл развития геоморфологической системы - современный рельеф. Его формирование началось с деформации последней регионально развитой поверхности выравнивания. Для каждой конкретной территории это время может быть определено в относительном и абсолютном летосчислении. Однако, пытаясь установить возраст последнего цикла рельефообразования для всей системы в целом, сразу сталкиваемся с явлениями асинхронности и пространственной неоднородности. В одно и то же время (по абсолютной шкале) в различных районах имеют место разные этапы развития современного рельефа. Например, в то время когда на Камчатке происходило еще выравнивание рельефа (заключительный этап предыдущего цикла рельефообразования), на Алтае и в Саянах поверхность последнего регионально развитого пенеоплена была уже в значительной степени деформирована, т.е. шло формирование современного рельефа. Таким образом, последний геоморфологический цикл в Алтае-Саянской горной области старше, чем на Камчатке.

Даже в тех случаях, когда для значительных территорий удается определить единый (по относительному летосчислению) возраст поверхности выравнивания, исходной для образования современного рельефа (например, позднемеловой - палеогеновый для значительной части гор Сибири), не следует забывать, что это единство, по существу, - следствие усреднения времени. Такой возрастной период охватывает обычно несколько десятков миллионов лет, и внутри его в разных частях геоморфологической системы в зависимости от характера геоморфологического движения материи, где-то

раньше, где-то позднее началось и закончилось формирование последнего пенеплена и где-то раньше, где-то позднее началась его деформация. То есть наблюдается то же явление асинхронности, при котором позднепалеогеновый рельеф одного региона моложе или старше позднепалеогенового рельефа другого региона. Чем крупнее рассматриваемая территория, тем сильнее проявляют себя законы асинхронности и пространственной неоднородности развития системы, которые, как и цикличность, есть следствие особенностей геоморфологической формы движения материи.

### Россыпи как часть горной геоморфологической подсистемы

Баланс масс в земной коре, специфичный для каждой подсистемы, контролирует через динамику экзогенных процессов образование, транзит и накопление рыхлого материала, частью которого является россыпное золото.

В связи с этим можно говорить о россыпях различных геоморфологических подсистем, которые в пределах горных стран меняются от высоко- до низкогорных (следствие исторически сложившихся балансов коровых масс) и от энергично растущих до энергично снижающихся (следствие различий в конкретных современных балансах масс). При этом в пределах растущих гор баланс рыхлого материала отрицателен, в пределах равновесных - равновесен, в пределах же снижающихся гор - положительный со всеми вытекающими для россыпобразования последствиями.

Основой для геоморфологической прогнозной оценки территории при поисках россыпей является решение двух вопросов: о величине эрозионно-денудационного среза, с чем связано количество металла, переведенного из рудного состояния в россыпное, и о распределении во времени и в пространстве участков образования, сноса и накопления рыхлого материала, что обуславливает различие в геоморфологических типах россыпных месторождений.

В тех случаях, когда высоко-, средне- и низкогорный ярусы образуются вследствие блоковой деформации пенеплена, эрозионно-денудационный срез в их пределах будет примерно одинаков, различие же в суммарном балансе коровых масс возникает как результат разной неотектонической активности. В случаях, когда ярусы рельефа суть расчлененные поверхности поднятых разновозрастных педипленов, картина меняется. Различие в балансах в значительной степени объясняется уже неодинаковыми величинами эрозионно-денудационных срезов. Естественно, что процессы образования и эволю-

ции россыпей на территории рассматриваемых подсистем будут протекать различно.

В пределах высокогорья наиболее резко выраженный суммарный положительный баланс коровых масс ведет к значительной активности экзогенных процессов за счет большой крутизны профилей склонов и днщ рек. Инстративная стадия процессов с отрицательным балансом рыхлого материала неблагоприятна для россыпеобразования: рыхлый материал не накапливается, а довольно быстро выносится за пределы высокогорья в виде обломков, из которых не успевает освободиться золото. Если при этом учитывать, что в случаях разновозрастной ярусности (достаточно распространенной в горных странах) с высокогорьем связан минимальный срез, т.е. минимальная глубина вскрытия рудных тел, то можно с достаточным основанием утверждать, что высокогорье наименее благоприятно в прогнозируемом отношении для поисков и разведки россыпных месторождений.

Полной противоположностью является подсистема низкогорья, представляющая собой нижний ярус горного рельефа. Образованная вследствие наименее интенсивных блоковых движений или на периферии свода при поднятии и расчленении наиболее молодого педиплена эта подсистема сформировалась при значительно менее резком положительном суммарном балансе масс. Меньшая напряженность в неравновесности баланса коровых масс приводит к меньшей энергичности денудационных процессов. Сравнительно пологие профили и умеренный темп транспортировки рыхлого материала обеспечивают благоприятные условия для образования россыпей.

В пределах крупных ступеней горного рельефа, представляющих результат суммарного баланса масс земной коры, т.е. в пределах высокогорья, среднегорья и низкогорья, располагаются более мелкие подсистемы (динамические), выделяемые по конкретным балансам масс, существующим в настоящее время. Это подсистемы растущих, равновесных и снижающихся гор, а также соответствующие подсистемы впадин: растущих, равновесных и заполняющихся. Если для растущих гор и растущих впадин ведущей силой рельефообразования служат неотектонические движения соответствующего направления, то для равновесных гор величины неотектонической и денудационной составляющих соизмеримы, а в пределах снижающихся гор и заполняющихся впадин ведущим процессом рельефообразования становится денудация (опять-таки различная по знаку). Динамика вещества земной коры в пределах различных подсистем определяет процессы одновременного образования и преобразования россыпей, конкретное размещение их и геоморфологические типы. Образование и эволюция

россыпей протекает по-своему в пределах каждой подсистемы, меняясь вместе с изменением соотношения сил рельефообразования. Накладываясь на общие закономерности осадконакопления, присущие каждой ступени горного рельефа, перераспределение областей сноса и отложения рыхлого материала, связанное с динамическими подсистемами, чрезвычайно усложняет процесс образования и преобразования россыпей и затрудняет их поиски.

Общие закономерности современного россыпеобразования в пределах различных динамических подсистем следующие.

Для группы интенсивно растущих гор (положительный баланс коровых масс и отрицательный баланс рыхлого материала) характерен слабо протекающий процесс россыпеобразования. Крутые уклоны днщ долин и склонов исключают возможность концентрации металла в россыпи. Крупнообломочный материал, не успевший разрушиться сколько-нибудь значительно при быстром движении по крутому склону, едва превращенный в речях в крупногалечный слабоокатанный аллювий, выносится за пределы территории с неосвобожденным от породы рудным золотом. Террасовые россыпи отсутствуют, так как характерный для энергично растущих гор устойчивый во времени положительный баланс коровых масс способствует устойчивому преобладанию глубинной эрозии над боковой, что исключает образование террас. Наконец, в районах развития четвертичного оледенения с этими территориями связана зона ледникового выпаживания, что также отрицательно сказывается на процессах россыпеобразования.

В пределах равновесных гор (равновесные балансы коровых масс и рыхлого материала) процессы образования и преобразования россыпей протекают наиболее благоприятно. Сравнительно медленное движение обломочного материала по склонам умеренной крутизны способствует его значительному разрушению с высвобождением золота и руды. Достаточно пологие продольные профили рек, а также формирование долин при уравновешенном соотношении глубинной и боковой эрозии приводят к накоплению россыпного металла в аллювии. Кроме того, для подсистем равновесного баланса характерен усложненный тип развития рельефа с частой сменой палеосистем разных, но в общем близких к равновесному режимов (умеренного нисходящего или умеренного восходящего). Объясняется это тем, что при равновесном балансе даже небольшие изменения в неотектонической и денудационной составляющих обуславливают изменение хода развития рельефа. Такие колебания баланса рыхлого материала около равновесного в целом благоприятно сказываются на эволюции россыпей, хотя часто усложняют геоморфологические типы последних. Так, следствием неоднократных, но умеренных увеличений тек-

тонической составляющей является образование террасовых россыпей, что при активно действующих процессах вертикального перераспределения металла на нижние уровни рельефа способствует интенсивному обогащению последних. Этот же режим приводит к образованию эрозионных каньонобразных врезов с перемывом аллювия разного возраста и формированием на днищах каньонов богатых россыпей. Отклонение от равновесия в сторону усиления роли денудации влечет за собой захоронение каньонов и погребение террас под склоновыми отложениями повышенной мощности. Поэтому наряду с россыпями днщ современных долин для равновесных гор характерны террасовые россыпи, а также россыпи террасоувалов (террас, погребенных под склоновыми отложениями) и погребенных каньонов. С этими территориями, как правило, связана хорошая сохранность реликтов древних поверхностей выравнивания, а следовательно, и россыпей реликтов древней поднятой гидросети, сохранившихся на этих поверхностях. Очевидно, что наиболее перспективны эти подсистемы в пределах низкогорного яруса рельефа. Поиски и разведка россыпей в пределах равновесных гор довольно просты, вследствие небольших, близких к нормальным мощностей рыхлых отложений, заметно возрастающих лишь в районах погребенных каньонов.

Современные процессы россыпеобразования и эволюции россыпей в пределах снижающихся гор (отрицательный баланс коровых масс и положительный баланс рыхлого материала) протекают неблагоприятно в связи с разубоживанием россыпного металла по толщам рыхлых отложений повышенной мощности. Процессы вертикального перераспределения, способствующие концентрации металла, развиты также слабо, потому что часть террасовых россыпей, погребенных на склонах и в долинах, перманентно выведена из процессов денудации. Такие территории достаточно перспективны лишь для поисков погребенных россыпей. В районах развития оледенений к ним приурочена ледниковая аккумуляция, и к сложным типам россыпей добавляются россыпи погребенных реликтов межледниковых долин. Поисково-разведочные работы в пределах снижающихся гор затруднены сложностью выявления погребенных россыпей и необходимостью проходить горными выработками значительные мощности рыхлых отложений.

Что же касается впадин, при образовании которых, как уже упоминалось, изменяется знак направленности перемещения коровых масс, то о них в связи с россыпеобразованием можно сказать следующее: и растущие, и заполняющиеся впадины равно неблагоприятны для развития процессов, создающих россыпи. Первые заполняются

крупнообломочным рыхлым материалом с невысвобожденным рудным золотом, в пределах вторых – россыпной металл разубоживается по толще отложений повышенной мощности.

Россыпеобразование, как и формирование рельефа, – процессы длительные. Общий результат зависит от динамического состояния не только современной системы, но и всех предшествующих ей палеосистем, восстанавливаемых обычными приемами палеорекострукции. Например, если обнаруживается устойчивый во времени ряд подсистем энергично растущих гор, то такая территория заведомо бесплодна в россыпном отношении. Но если современной подсистеме энергично поднимающихся гор предшествовали палеосистемы равновесного развития или подсистемы снижающихся гор, то условия для россыпеобразования чрезвычайно благоприятны: при энергичном современном врезе свободный металл промежуточных коллекторов вертикально проектируется на нижний уровень (дно современной долины). При этом концентрация металла легко может стать промышленной. Вариантов различного сочетания современных динамических систем с палеосистемами, естественно, очень много. Их необходимо изучать, учитывая, что формирование россыпей является также следствием информационной памяти системы.

Системный подход помогает исследовать сложные геоморфологические типы россыпей поднятой и погребенной речной сети, к эксплуатации которых необходимо переходить вследствие отработки легкодоступных россыпей. При этом следует помнить: интенсивность россыпеобразования, контролируемая в значительной степени климатом, устойчива в пространстве и меняется лишь во времени. Интенсивность же перетолжения золота и концентрация его в процессе эволюции россыпей связаны главным образом с режимом динамических геоморфологических подсистем и палеосистем, что приводит к чрезвычайной их изменчивости не только во времени, но и в пространстве.

Изложенный подход к россыпным месторождениям как части горной геоморфологической системы может быть положен в основу составления прикладной геоморфологической карты прогнозной оценки территорий и наиболее рационального направления поисковых работ.

## В ы в о д ы

I. Теория морфогенеза в целом, равно как и теория формирования отдельных частей рельефа, может быть построена лишь с учетом сложных взаимосвязей всех действующих факторов и объективной

оценкой их роли в общих усилиях. В сложившейся ситуации значительный интерес представляет рассмотрение рельефа в качестве сложной динамической информационной системы с применением системных методов ее исследования. Главные элементы новизны, приносимые системным подходом в геоморфологию, связаны с целенаправленным изучением всей сети внешних и внутренних связей системы и особенно важнейших системообразующих связей регуляции и саморегуляции. При этом особое значение придается вероятностному характеру исследуемых зависимостей. В результате системный подход позволяет более полно раскрыть динамическую сущность геоморфологических явлений, а также выяснить то новое, что возникает в геоморфологической системе при запрограммированном функционировании ее как целостного организма – эмерджентность.

2. Геоморфологическая система определяется как тело, внутри которого происходят процессы морфогенеза. Система эта открытая, мультифункциональная, со специфическими внутренними противоречиями, определяющими характер ее развития – геоморфологическую форму движения материи. Будучи вычленена из метасистемы "Природа", геоморфологическая система взаимосвязана с другими системами, в частности с однопорядковыми – тектонической и петроминералогической.

3. Основными категориями рассматриваемой системы являются: геоморфологическое пространство (от дневной поверхности Земли до поверхности Мохоровичича); геоморфологическое время (длительность существования рельефа как сумма трех стадий: формирования, бытия, разрушения); геоморфологическая форма движения материи (морфогенез) с присущим ей внутренним противоречием основных энергетических сил: тектонических и денудационных. Специфика формы движения материи системы обеспечивается преобразованием поступающей в систему внутриземной и солнечной энергии в геоморфологическую с помощью сложных функциональных внутрисистемных связей (главным образом связей управления), запрограммированных на приведение системы в состояние устойчивого равновесия.

4. Вещественным выражением геоморфологического движения является перемещение масс земной коры в геоморфологическом пространстве. Результат перемещения геоморфологических масс выражается в балансе масс в земной коре, характеризующем каждую часть системы в пространстве и времени. Выделяются три типа баланса коровых масс: положительный, равновесный и отрицательный, каждый из которых определяет морфологические и динамические особенности рельефа. Исследование корового баланса возможно по доступным наблюдениям характеру рельефа земной поверхности и балансу

рыхлого материала с неременным учетом информационной памяти системы. При этом выявляется тектоническая составляющая морфогенеза. Поскольку характер геоморфологического движения (а следовательно, и баланс геоморфологических масс) непрерывно меняется, все многочисленные подсистемы разных порядков, как и вся геоморфологическая система в целом, также бесконечно изменяются во времени и пространстве.

5. Балансовый метод, отвечающий сущности системного исследования, противопоставляется традиционному аналитическому подходу. Он позволяет подойти к морфогенезу как к целостному процессу, имеющему сложную структуру. Последняя объясняется взаимодействием различных факторов рельефообразования, значение которых меняется в пространстве и времени.

Исследование геоморфологической системы методом "черного ящика", в котором на входе — энергия, поступающая в систему извне, преобразованная в геоморфологическую форму движения материи, а на выходе — рельеф земной поверхности и рыхлые отложения различной мощности, дает возможность определять динамическую сущность морфогенеза. Как характер рельефа, так и баланс рыхлого материала, поддающиеся непосредственному наблюдению, есть следствие работы аппарата саморегуляции. По направлению этой работы можно выяснить, что происходит с земной поверхностью: поднятие, опускание или же она находится в состоянии равновесия, т.е. определить характер баланса масс в земной коре.

В соответствии с типами балансов коровых масс в каждом геоморфологическом этапе можно выделить: стадию горообразования, когда нарушается исходная для этого этапа поверхность выравнивания, баланс масс становится неравновесным (положительным для гор, отрицательным во впадинах) с нарастающим объемом обменных масс; стадию равновесного развития рельефа при большом объеме обменных масс (неустойчивое равновесие); стадию гороразрушения при постепенном уменьшении объема обменных масс (коровой баланс в пределах возвышенностей отрицательный, во впадинах — положительный); и, наконец, стадию формирования новой поверхности выравнивания с равновесным коровым балансом при малых объемах обменных масс (устойчивое равновесие). Устанавливается направленная цикличность развития рельефа.

6. Благодаря присущим геоморфологической системе свойствам асинхронности и пространственной неоднородности возрастные границы геоморфологических этапов, равно как и стадий внутри них, носят скользкий характер. Для значительной части последнего геоморфологического этапа на территории Сибири нижней возрастной



границей является время деформации исходной мел-палеогеновой поверхности выравнивания, имеющей широкое региональное развитие. Это и есть нижний возрастной рубеж современного рельефа. В целом возраст любой формы рельефа определяется как сумма длительностей трех этапов: формирования, существования в состоянии подвижного равновесия и разрушения с соответствующим каждой стадии балансом масс в земной коре.

7. Использование в качестве основания деления различных характеристик корового баланса позволило наметить принципы классификаций рельефа: гипсометрической – по суммарному во времени балансу коровых масс, динамической – по современному состоянию баланса масс, а также принципы классификаций денудационной и тектонической составляющих морфогенеза.

8. В связи с изучением баланса материала в подсистеме "склон – днище долины" рассматривается одна из важнейших в геоморфологии теория флювиального цикла. С этих позиций долины рек не являются ни морфоструктурами, ни морфоскульптурами, а частным случаем подсистемы "склон – базисная поверхность" и подчиняются общим для всей геоморфологической системы законам морфогенеза.

9. Системный подход позволяет рассматривать вопрос о механизме образования поверхностей выравнивания: в каких случаях имеет место пенелленизация (выравнивание сверху), в каких – педипланация (выравнивание сбоку). С излагаемых позиций пенепплены и педиплены суть геоморфологические системы разных рангов. Пенепплены образуются при гороразрушении (отрицательный баланс коровых масс). Развитие педипленов характерно для равновесного рельефа (равновесный баланс масс в земной коре). Баланс масс – результат сложного взаимодействия внешних и внутренних взаимосвязей, обуславливающих развитие системы: климатических, литологических, тектонических и др. Удельное значение этих связей в эволюции системы меняется в пространстве и времени и имеет вероятностный характер. Именно поэтому невозможны жестко детерминированный подход к объяснению механизма образования поверхностей выравнивания и линейное прогнозирование их развития: благоприятный или неблагоприятный для образования пенепплена или педиплена баланс коровых масс может возникнуть в любой части геоморфологической системы. При изменении соотношения сил в той подсистеме, где шли процессы педипланации, может начать формироваться пенепплен или полигенетическая поверхность выравнивания.

10. Системный подход служит перспективной основой для прогнозной оценки территорий, содержащих россыпные месторождения полезных ископаемых, и для наиболее рационального направления по-

исковых работ. Динамика вещества земной коры в пределах различных подсистем определяет характер накопления россыпного металла, конкретное размещение россыпей в пространстве и геоморфологические их типы. Большое значение при этом имеет учет информационной памяти системы. Наиболее благоприятными для образования россыпей представляются подсистемы равновесных гор.

11. В связи с технической революцией возникла новая для человечества проблема взаимоотношения с окружающей средой. Человек получил возможность изменять ход процессов рельефообразования, влияя на его денудационную составляющую (эрозию, плоскостной смыл и др.). Лавинное развитие процессов, возникающее из-за неучтенных положительных обратных связей, может привести не только к уничтожению первоначально полученного хозяйственного эффекта, но и к разрушению системы. Только при стремлении к максимальному раскрытию всей сети природных связей, с учетом вероятностного характера реализаций возможностей, заложенных в системе, мыслим научный прогноз ближних и дальних последствий нарушения динамического равновесия естественных природных комплексов.

12. Выступая как следствие эволюции общего диалектического метода на новом уровне научного познания, системный подход позволяет подойти к рельефу как к целостному сложноорганизованному динамическому объекту. Рельеф рассматривается как результат взаимодействия и преобразования различных энергетических потоков. Это дает возможность глубже понять сущность процессов морфогенеза. Основой системного подхода в геоморфологии является метод исследования балансовых характеристик перемещения масс в земной коре.

## ЛИТЕРАТУРА

- Берталанфи Л. Общая теория систем - обзор проблем и результатов. - В кн.: Системные исследования. М.: Наука, 1969, с.30-54,
- Ермолов В.В. Генетически однородные поверхности в геоморфологическом картировании. Новосибирск: РИО СО АН СССР, 1964. 36 с.
- Карташов И.П. Флювиальные рельефообразующие процессы. Магадан, 1957. 22 с. (Тр. ВНИИ-1, вып.29).
- Каттерфельд Г.Н. Лик Земли и его происхождение. М.: Гостеографиздат, 1962. 152 с.
- Кедров Б.М. О соотношении форм движения материи в природе. - В кн.: Философские проблемы современного естествознания. М.: Изд-во АН СССР, 1959.

- Коржуев С.С. Происхождение и возраст рельефа Восточной Сибири и некоторые общие вопросы геоморфологии. Автореф. докт. дис. М., 1969. 40 с.
- Ламакин В.В. О динамической классификации речных отложений. Землеведение. - Бюл. МОИП. Новая серия, 1950, т.Ш (XI), с.161-168.
- Марков К.К. Основные проблемы геоморфологии. М.: Географиздат, 1948. 344 с.
- Поспелов Г.Л. О характере геологии как науки и ее место в естествознании. - Изв. АН СССР. Серия геол., 1960, № II.
- Преображенский В.С. Беседы о современной физической географии. М.: Наука, 1972, с.167.
- Садовский В.Н. Логико-методологический анализ "общей теории систем" Л. фон Берталанфи. - В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М.: Мысль, 1970, с.411-422.
- Флоренсов Н.А. О некоторых общих понятиях в геоморфологии. - Геол. и геофиз., 1964, № 10, с.78-89.
- Флоренсов Н.А. Геоморфологические формации. - В кн.: Проблемы эндогенного рельефообразования. М.: Наука, 1976, с.399-419.
- Хворостова Э.М. Основные аспекты проблемы педимента. - В кн.: Поверхности выравнивания гор Сибири. Новосибирск: Наука, 1971, с.27-49.
- Худяков Г.И. История развития рельефа. - В кн.: Юг Дальнего Востока. М.: Наука, 1972, с.64-92.
- Щанцер Е.В. Современная геология и ее место в естествознании. - В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М.: Наука, 1964, с.93-118.

#### НОВИЗНА И ПЕРСПЕКТИВЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

#### В ГЕОМОРФОЛОГИИ

(в связи с вопросами геоморфологического картирования)

#### Э.М.Хворостова

Геоморфологическое осмысливание научной ориентации, называемой системным подходом, началось в нашей стране в последнее десятилетие. Системный подход в качестве перспективной методологической концепции стал широко использоваться во второй половине XX в. Упоминание теории систем носит сейчас в какой-то мере пре-

стижный характер, и ссылки на системную ориентацию можно увидеть в работах, от начала до конца выполненных в традиционном стиле. Такие ссылки, особенно если они принадлежат авторитетам в геоморфологии, могут ввести в заблуждение читателя, пытающегося понять смысл нового направления. С другой стороны, встречаются исследования, проникнутые духом системного подхода, но не использующие его терминологию. Бывает трудно обнаружить такие работы по библиографическим сведениям, отчего замедляются темпы развития и внедрения новых приемов.

Сложившееся положение объясняется тем, что пока еще четко не разработана и исчерпывающе не определена сущность системного подхода, не очерчены границы его применения, не найдено его место среди других подходов и направлений в общей структуре геоморфологии.

Существует и другое обстоятельство, которое затрудняет строгое выделение системного подхода среди методов, входящих в арсенал геоморфологии. Это связано с определением понятия «система». Такого единого общепринятого определения пока не сформулировано, однако в большинстве случаев система рассматривается как комплекс взаимодействующих элементов. Если вспомнить, что раскрытие взаимодействия и взаимосвязи природных явлений, приводящих к возникновению определенного рельефа, — один из главных принципов геоморфологии, то при недостаточно глубоком знакомстве с сущностью вопроса может сложиться впечатление, что для этой дисциплины всегда было характерно использование системной ориентации. Однако до последнего времени системными были лишь главные принципы геоморфологии, традиционный же геоморфологический анализ опирался главным образом на комплексный подход.

Какими бы путями ни шло дальнейшее исследование, бесспорно то, что чем строже будет определена системная ориентация, тем скорее и успешнее можно ожидать внедрения новых достижений в практику.

Перечисленные обстоятельства послужили поводом для проведения в ИГиГ СО АН СССР в 1975–1980 гг. исследований, связанных с упомянутыми вопросами и раскрывающих элементы новизны и перспективы системного подхода в геоморфологии. Предлагаемая статья преследует цель краткого изложения результатов одной из работ, выполненных по такому плану.

Э л е м е н т ы н о в и з н ы с и с т е м н о г о п о д х о д а . Геоморфологическое осмысливание системного подхода пока далеко от той степени разработки, которая будет представлять методологически последовательную теорию. В своем

современном состоянии этот подход в геоморфологии объединяет несколько дополняющих друг друга представлений, которые в совокупности могут составить полезный рабочий инструмент, пригодный для раскрытия новых сторон объектов исследования. Остановимся на ряде таких представлений, без которых, думается, нельзя говорить о применении системного подхода.

1. Системный подход сосредоточивает внимание исследователя на постоянном учете того, что к объектам изучения необходимо относиться как к целостным образованиям. Это прежде всего заставляет вычленять конечные объемы систем, состоящих из элементов. Все, что находится за пределами выделенных объемов, но влияет на состояние системы, рассматривается как окружающая среда. Воздействие окружающей среды на систему — это входные действия. В результате реакции системы на входные действия возникают выходные действия. Сами по себе входные действия не могут полностью определять особенности выходных действий. Реакция системы будет зависеть также от переработки входных действий внутренним состоянием системы. Следовательно, система на изменения окружающей среды должна отвечать как организованное целое. Подобное представление об устройстве систем позволяет использовать при их изучении прием, известный в кибернетике как решение задачи "черного ящика".

2. "Выживание" внутренней организации системы в условиях внешней среды соответствует принципу "гомеостаза" (принципу сохранения относительного динамического постоянства состава и свойств внутренней среды, а также поддержания устойчивости основных функций элементов системы). Это означает, что рассматриваемые системы обладают способностью к саморегуляции. Механизм автоматического регулирования постоянства внутренней организации системы предполагает наличие обратных связей (воздействия результатов жизнедеятельности системы на саму жизнедеятельность, или, другими словами, воздействия выходных величин какой-либо системы на входные величины этой же системы). Наличие обратных связей — это общий принцип, обеспечивающий тенденцию к динамической устойчивости системы.

3. Постулат устойчивого состояния должен быть фундаментальным при системном подходе. Однако такое устойчивое состояние не подобно покою. Динамическая суть равновесия выражается в том, что при сохранении во времени подобия организации системы непрерывно происходят движение участвующего в жизнедеятельности системы вещества, преобразование энергии и обновление элементов системы.

Развитие диктует такие изменения в компонентах системы, которые способствуют ее "выживанию" в определенной среде. Обеспечение условий сохранения системы в качестве организованной целостности - основная функция каждого элемента системы (раскрытие функциональных связей при системной ориентации становится одной из главных целей исследования). Здесь под функцией понимается такое употребление этого понятия, которое приближает его к физиологическому смыслу и отличает от математического понятия "функция", используемого для выражения зависимости между переменными величинами. В системном подходе понятие "функция" выражает служебную роль одного из элементов системы по отношению к другому элементу или ко всей системе в целом.

4. Оптимальным условиям функционирования системы соответствует ее иерархическое строение. Это означает, что любая система может быть рассмотрена как элемент системы более высокого порядка, в то время как ее элементы могут выступать в качестве систем более низкого порядка. Отдельные иерархические уровни обуславливают определенные проявления поведения системы, а взаимодействие всех уровней иерархии выражается в целостном функционировании системы. Между уровнями, расположенными на разных ступенях иерархической лестницы, существуют связи управления. Внутри каждого отдельного уровня его равноправные элементы находятся в координационных отношениях и связях.

Такое многоуровневое устройство иногда приводит к осложнению проявления принципа равновесия. Можно, например, представить ситуацию, при которой в одной и той же системе одни ее элементы будут находиться в устойчивом состоянии, а в других будет протекать процесс ускоренной перестройки прежнего состояния и переход в новый режим жизнедеятельности. Часть системы будет разрушаться во имя сохранения равновесия надсистемы или даже повышения степени ее организации. Упомянутую ситуацию можно ожидать, например, в случае быстрого и значительного изменения окружающей среды. При этом часть систем более низких иерархических уровней будет приноситься в жертву ради сохранения системы более высокого иерархического уровня.

5. Гомеостазис системы, выполнение принципа устойчивости, осуществление обратных связей - одним словом, все проявления жизнедеятельности системы связаны с обменом веществом и энергией. Если охватывать эту сторону системного подхода в полной мере, то нужно говорить об обмене веществом, энергией и информацией. Однако в геоморфологии вопрос о потоке информации настолько сложен и необычен, что в современном банке геоморфологических

знаний трудно подыскать материал для его конкретного выражения.

Чрезвычайно сложно обстоит дело и с изучением обмена веществом и энергией. По-видимому, неоценимую услугу здесь могло бы оказать составление балансов, столь успешно применяемое в географии. Эта проблема требует специальной разработки, поскольку в настоящее время затруднительно составить даже предварительные списки статей прихода и расхода вещества и энергии, не говоря уже о проведении операций, подобных выявлению ареалов и сроков действующих факторов, количественного измерения каждого фактора и т.п.

Тем не менее геоморфология уже сейчас готова к качественному изучению энергетических и вещественных характеристик процессов, протекающих на поверхности Земли, поскольку в этой науке всегда большое место занимали исследования равновесного и неравновесного состояний процессов рельефообразования. Выполнение требования изучения обмена веществом и энергией неизбежно приведет к совместному рассмотрению проблем литогенеза и морфогенеза суши. Слияние этих отраслей знания при системной ориентации неизбежно.

6. Системный подход представляет собой один из аспектов динамической геоморфологии. Динамическая геоморфология связана с выявлением механизма рельефообразования, вызываемого разнообразием напряжений, существующих в той части земной коры, которая подлежит изучению.

Привычная область применения динамической геоморфологии находится в сфере исследования механизма конкретных рельефообразующих процессов, вычлененных в процедуре анализа из целостного процесса морфо- и литогенеза суши. В этом случае геоморфологический анализ фундаментально опирается на основные принципы механики, гидродинамики и аэродинамики.

Системный подход - это вторая ветвь динамической геоморфологии. Она призвана раскрыть механизм целостности процесса лито- и морфогенеза суши. Интегрированный характер исследования выразится прежде всего в необходимости непосредственного изучения "синтетических" объектов - территориально самостоятельных геоморфологических комплексов. Эта вторая ветвь динамической геоморфологии должна основываться на достижениях общей теории систем и кибернетики (на современном уровне знания можно заимствовать у них лишь самые общие исходные представления и предпосылки).

Выбранные особенности и приемы системного подхода в геоморфологии иногда трудно различимы между собой. Границы их применения часто бывают размытыми, между ними существуют взаимные переходы. Все они тесно связаны с принципом вычленения сложных дина-

мических систем как объектов исследования. В сущности, успех системного подхода в целом зависит от того, насколько удачно определены границы системы, вычленены ее внутренние параметры в сопоставлении с внешней средой, проведено расчленение на иерархические уровни и определен поэлементный состав каждого уровня. Представляется, что это самая ответственная и самая трудная задача (однако пути установления связей управления и координации, не говоря уж об изучении информационных потоков, пока очень далеки от понимания).

Вычленение систем, обусловленное целью исследования. Систем можно выделить огромное количество. Один из важнейших принципов системного подхода требует, чтобы процедура вычленения системных организаций начиналась с четкого понимания конечных целей исследования. Попробуем сформулировать цель предпринимаемого исследования: изучение механизма устойчивости Земли как планетного тела. Главное допущение, которое при этом сделано, выражается в том, что Земля принимается как сложная саморегулирующаяся динамическая система. Устойчивое состояние планеты при условии ее вращения в гравитационном поле достигается путем постоянного обмена веществом и энергией между планетой и внешним миром, между элементами системы и между ее компонентами.

Решение поставленной задачи прежде всего потребует расчленения изучаемой системы на иерархические уровни, а затем выделение элементов внутри каждого уровня. Эта процедура сама по себе очень трудная, в рамках выбранной системы осложняется тем, что земное тело дифференцировано не только по поверхности планеты (в горизонтальном направлении), но и вдоль ее радиуса (по вертикали). Результат горизонтальной дифференциации проявляется и наблюдается на земной поверхности в виде целостных ареалов, известных в географии как природные территориальные комплексы. Результаты дифференциации Земли по вертикали проявляются в расчленении ее на субгоризонтальные оболочки, среди которых можно упомянуть мантию, земную кору, гидросферу, атмосферу. По-видимому, надо предположить, что оба упомянутых вида деления служат сохранению планеты как целостного организма.

Интуиция, основанная на том опыте, что названные два вида дифференциации земного вещества обнаруживаются во многих геолого-географических процессах, наводит на мысль, что при выявлении закономерностей иерархического строения системы планета Земля, возможно, также понадобится учитывать этот принцип самопроизвольного деления планеты субгоризонтальными и субвертикальными плоскостями.



В число процессов обмена веществом и энергией входят такие, как процессы геотектогенеза, магматизма, метаморфизма, литогенеза, морфогенеза, почвообразования, жизнедеятельности растительных и животных организмов, климатообразующей деятельности воздушной оболочки и другие подобные проявления жизни планеты как системы. Понять взаимодействие упомянутых и других системообразующих факторов возможно лишь в результате исследования междисциплинарного характера. Для того чтобы такое исследование не превратилось в традиционную комплексную работу, возглавлять его должен специалист по системному подходу, который сможет постоянно поддерживать стремление относиться к объекту изучения как к целостному организму.

Нет сомнения в актуальности такого рода исследований, однако создание коллективов для выполнения подобных программ, по-видимому, дело будущего. В настоящее же время возможно последовательное приближение к решению проблемы. Оно позволит путем оперирования неполными и заведомо ограниченными средствами постепенно добиваться все более и более адекватного знания исследуемой системы.

При сложившемся положении несомненный интерес должно представлять рассмотрение возможностей отраслевых наук о Земле при изучении выделенной системы, несмотря на то, что результаты таких исследований могут раскрыть лишь частные аспекты обсуждаемой проблемы.

Современный опыт геоморфологии не позволяет ей в своих гипотезах широко привлекать знания о глубинных процессах (исключение составляют, может быть, только гипотезы, связанные с тектонической теорией плит). Упомянутое обстоятельство заставляет пока ограничиться рассмотрением объема, уходящего в глубь планеты не далее подошвы литосферы.

Обменные процессы веществом и энергией в земной коре протекают в связи с физико-химическими превращениями, составляющими основу геологической динамики. Они выражаются в гравитационной дифференциации вещества, в периодических накоплениях и освобождениях радиоактивного тепла, в фазовых и полиморфных превращениях вещества, в процессах тектогенеза, магматизма, метаморфизма и т.п. Однако учет лишь этих превращений даст одностороннюю характеристику обмена и преобразований вещества и энергии. Более полное представление о динамических процессах можно получить только при привлечении сведений о взаимопереходах между неорганическими и биологическими компонентами. Возникает необходимость изучения таких превращений и накоплений энергии и вещества, которые

связаны с переработкой солнечной энергии в результате фотосинтеза, а также с преобразованиями в почве под влиянием микроорганизмов и ферментов, способных увеличить скорости реакций в десятки раз. И наконец, знание динамической характеристики систем еще более расширится, если учитывать обмен веществом и энергией между литосферной и атмосферной оболочками Земли.

Следовательно, можно думать, что объем иерархического уровня, поддающегося геоморфологическому изучению, более всего соответствует содержанию, которое вкладывается в понятие географической оболочки. Сформулированную ранее задачу можно выразить в более суженном виде: целью исследования является определение возможностей геоморфологического вклада в изучение географической оболочки как собрания систем иерархического уровня, по объему соответствующего этой оболочке и входящего в обнимающую и более сложную динамическую саморегулирующуюся систему планета Земля.

Итак, в качестве самого высокого иерархического уровня, подлежащего дальнейшему обсуждению в предлагаемой статье, принята географическая оболочка Земли. Каково же ее расчленение на подчиненные иерархические уровни, каждый из которых состоит из равноправных элементов? (Напомним, что и эти элементы рассматриваются как системы.)

Будем исходить из того, что простираение географической оболочки от верхней границы литосферы как от нулевой поверхности направлено в противоположные стороны: в глубь литосферы и в пространство атмосферы. В таком случае чем выше иерархический уровень, тем дальше вглубь и более ввысь отодвигаются его пределы. Чем ниже иерархический уровень, тем ближе к упомянутой нулевой поверхности приближаются его края. Двустороннее сужение объема географической оболочки в конце концов приведет к слиянию ее нижнего и верхнего пределов, что найдет свое выражение в рельефе поверхности земной коры.

Возникает вопрос: нельзя ли рельеф земной поверхности (огранку земной коры) принимать за самый низкий иерархический уровень выбранной системы? По-видимому, так поступать неразумно. Изучение механизма саморегуляции требует обязательного включения в этот уровень минимально необходимого количества вещества, участвующего в обмене. Это означает, что даже самый низкий иерархический уровень будет представлять собой не поверхность, а объем.

Каков же объем этого самого низкого иерархического уровня? Каковы принципиальные различия в признаках, по которым нужно вы-

делять, с одной стороны, иерархические уровни, а с другой – равноправные элементы (системы) внутри каждого уровня? Напрашивается предположение, что иерархические уровни можно различать по своеобразию существования вещества и по форме проявления энергии внутри объема уровня. Рядовые элементы, составляющие уровни, могут различаться между собой по количественным показателям проявления обмена веществом и энергией (интенсивность обмена и его направленность).

В таком случае намечаются следующие соображения относительно объема самого низкого иерархического уровня. Можно предположить, что верхняя граница этого объема лежит в пределах приземной части гидро- и атмосферы; нижняя же граница помещается в пределах перехода элювиальных образований в подстилающие коренные породы. В этом объеме имеют место процессы дезинтеграции коренных пород, приводящие их в подвижное состояние, которое способствует транспортировке рыхлого материала различными экзогенными процессами. Динамические свойства приповерхностного иерархического уровня определяются физическими и химическими напряжениями, существующими внутри горных пород, участвующих в экзогенном рельефообразовании, а также напряжениями в экзогенных средах, осуществляющих перенос обломочного материала (например, в водном потоке). В этом уровне необходимо учитывать также энергетическую составляющую процессов почвообразования и биогенной компоненты (эффект энергии живого вещества).

Определение границ иерархических уровней, занимающих положение между начальным (приповерхностным) уровнем и уровнем, представленным географической оболочкой, потребует специальных исследований. Сейчас можно высказать лишь такое предположение: верхние границы этих объемов будут подниматься все выше в атмосферу Земли, где формируются локальные и глобальные климаты планеты; нижние границы по мере перехода к все более высоким уровням должны опускаться на все большую глубину от земной поверхности. Это предположение основывается на данных геофизических исследований, свидетельствующих о несомненной связи рельефа с внутренним строением земной коры, с положением границы Мох и физическим состоянием верхов верхней мантии.

Субгоризонтальные границы деления географической оболочки, предположительно связанные с существованием иерархических уровней более высоких порядков, чем приповерхностный, не поддаются непосредственному наблюдению, так как они лежат либо в чрезвычайно подвижной газовой оболочке Земли, либо скрыты в ее недрах.

В других условиях находится исследователь при наблюдении за

субвертикальными границами расчленения географической оболочки. Их проекции на земную поверхность выявляют мозаичную комбинацию многих систем, входящих в разные иерархические уровни. (Системы, составляющие каждый уровень, представляют собой его равноправные элементы).

Распознавание таких систем возможно по характерным для них геолого-географическим показателям, среди которых немаловажное место занимает рельеф. Рельеф входит во внутреннюю организацию систем, однако положение его несколько обособлено по сравнению с другими, участвующими в жизнедеятельности систем компонентами и факторами. Нередко в геоморфологических работах рельеф рассматривается в качестве первопричины пространственной дифференциации географической оболочки на природно-территориальные комплексы. Если подойти к этой ситуации с позиций предпринятого системного подхода, то можно предположить, что в подобном утверждении категорией причины подменена категория условия. Самая общая и главная причина развития и дифференциации географической оболочки кроется в непрерывном обмене веществом и энергией между ее компонентами и элементами, а также между системой и окружающей средой. Возникающий при этом рельеф служит условием для зарождения и деятельности экзогенных процессов. Эти последние, в свою очередь, могут влиять на изменение рельефа. Такова грубая схема саморегуляции системы, которая способна изменять свою организацию.

В результате изучения особенностей процессов, деятельность которых связана с поверхностью Земли, можно судить о динамических характеристиках систем. Пространственное группирование таких характеристик в закономерно построенные комплексы позволяет выделять отдельные системы низкого иерархического уровня, которые, в свою очередь, являются элементами систем более высокого ранга.

Трудность заключается в определении состава систем разных рангов и в нахождении признаков, по которым должны выделяться системы различных иерархических уровней. Прежде всего из чего состоят системы, образующие начальный иерархический уровень? Должны ли эти крайние члены классификационного ряда быть очень малыми и выражаться генетически однородными гранями рельефа — этими "атомами" геоморфологического комплекса (например, отдельными склонами, отдельными речными террасами и т.д.)? Или это будут геоморфологические категории, представленные комплексами элементарных поверхностей, сопряжение которых обусловлено закономерностями парагенетических связей? При этом в пределах единой системы обязательно образование однотипных парагенетических со-

четаний элементов рельефа. В качестве примера можно привести такую горную группу, в которой на всем ее протяжении однотипными являются не только особенности ее долин, склонов и водоразделов, но и сочетания этих форм друг с другом и взаимные переходы между ними.

Поскольку речь идет об определении направленности и интенсивности обмена веществом и энергией, более перспективен второй вариант. В образовании горной группы, выбранной в качестве примера, участвует весь комплекс ведущих процессов, соответствующих определенной физико-географической обстановке (в гумидном климате, например, это будут элювиальные, склоновые и речные процессы). Динамические состояния всех экзогенных процессов в пределах выбранной группы настолько связаны между собой, что в целях определения энергетической характеристики лито- и морфогенетического процесса в целом нет смысла разделять генетические виды рельефо- и осадкообразования. Знание направленности всех процессов в их совокупном взаимодействии значительно обогатит представление о направленности и интенсивности лито- и морфогенетического процесса в целом.

Автономные системы начального иерархического уровня выгоднее всего вычленять на основании энергетических показателей лито- и морфогенетического процесса. При этом важно учитывать не только динамические фазы рельефообразования (врезание, перестилание (транзит) и накопление), но и степень проявления этих фаз. Первые показатели говорят о направленности развития системы, вторые — об относительном выражении интенсивности обмена веществом и энергией.

Определение совокупностей категорий рельефа, входящих в системы более высоких рангов, потребует специальных исследований. При этом нужно иметь в виду, что системы каждого более высокого ранга должны характеризоваться таким взаимным расположением систем более низкого ранга, которое продиктовано не случайным сонахождением, а динамической необходимостью, вызванной спонтанным развитием соответствующего иерархического уровня.

Геоморфологическая карта как средство системного исследования географической оболочки. В настоящее время в науках о Земле в значительной степени меняется отношение к карте. Если в прошлом тематическое картирование часто использовалось в целях иллюстрации представлений исследователя, то сейчас сама карта рассматривается как предмет исследования, как источник, из которого можно извлечь не только дополнительную, но и принципиально новую ин-

формацию. Картографический метод выделяется в самостоятельное научное направление, ведущее к установлению прогноза явлений, изучению динамики и развития предмета исследования.

Любая карта содержит информацию о двух сторонах картографируемых объектов. Прежде всего на ней запечатлена пространственная структура изучаемого явления, выражающаяся в очертаниях и размерах элементов этой структуры, их взаимном расположении, соседстве, проникновении друг в друга, взаимных переходах, ориентации, пропорциональных отношениях и т. п.

Вторая сторона связана с выявлением сущностной специфики картируемого объекта, и выявление этой сущности — чрезвычайно ответственный момент в исследовании. Эта работа относится к построению классификаций, которые затем используются в качестве основы для составления легенд различных тематических карт.

При разработке классификации огромное значение имеет выбор основания деления, по которому должна выполняться разбраковка предметов исследования. Очевидно, что сами объекты изучения являются естественно возникшими природными телами. Однако надо отдавать себе отчет в том, что выбор признаков, играющих роль существенных, производится волевым актом. Этот выбор должен быть подчинен интересам поставленной цели.

В обсуждаемом случае принимаемое основание деления должно способствовать раскрытию системных координационных и субординационных связей. Следовательно, оно должно помогать определить характеристики обмена веществом и энергией. Это общее положение нелегко реализовать в конкретных разработках классификации, поскольку в геоморфологии пока еще мал опыт изучения переноса и передачи вещества и энергии.

Обсудим возможности рассматриваемого направления. Как уже говорилось, предметом исследования выбраны объемные совокупности твердых, жидких, газообразных и органических компонентов географической оболочки. Предполагается, что эти совокупности образовались при самопроизвольной организации нашей планеты в сложную динамическую систему. Следовательно, сами они также наделены свойствами системных организаций.

Одна из составляющих многообразного и сложного обмена веществом и энергией доступна непосредственному наблюдению, поскольку приурочена к земной поверхности. Речь идет об экзогенных процессах, перемещающих массы земного вещества, уничтожающих горные страны, заполняющих понижения на земной поверхности, определяющих условия образования почвенного слоя — необходимого субстрата для поддержания жизни на земной поверхности.

Возможность прямого наблюдения за превращениями вещества и энергии в приземном слое Земли ставит исследование соответствующего иерархического уровня в преимущественное положение. Опыт, почерпнутым из почвоведения, можно воспользоваться при изучении преобразований вещества и энергии в почвообразовательных процессах. Способы определения эффекта энергии живого вещества можно разработать, развивая соответствующие ветви ландшафтоведения.

В геоморфологии существуют косвенные способы определять направленность и интенсивность обмена веществом и энергией по динамическим характеристикам процессов лито- и морфогенеза суши. При этом в большой мере можно опереться на опыт исследования равновесных и неравновесных состояний рельефообразующих процессов. Особенно ценно то, что направленность и интенсивность геоморфологических процессов рассматривается в связи с показателями баланса рыхлого материала, участвующего в рельефообразовании. В результате по известным в геоморфологии динамическим фазам врезания, перестилания (транзита) и накопления можно судить о направленности обмена веществом, а по интенсивности геоморфологического процесса делать выводы о количестве энергии, занятой в рельефообразовании.

Сказанное выше позволяет сделать вывод, что основаниями деления при разработке ожидаемой классификации приповерхностного (начального) иерархического уровня должны послужить показатели динамических фаз рельефо- и осадкообразования в соединении с данными о балансе рыхлого материала. Потребуется еще дополнительные исследования, чтобы установить морфологические и количественные характеристики рельефо- и осадкообразования, отвечающие той или иной динамической фазе. Однако некоторые признаки известны уже сейчас, и они широко используются, особенно при изучении флювиальных процессов и форм рельефа.

Карты приповерхностного иерархического уровня покажут распределение равноправных систем, каждая из которых будет характеризоваться не только единой динамической фазой рельефо- и осадкообразования, но и близкой интенсивностью проявления этой фазы. Начиная со второго иерархического уровня, в изучение обмена веществом и энергией необходимо вовлекать сведения о внутрикорковых процессах и процессах, совершающихся в атмосфере, отчего трудности исследования будут нарастать при переходе ко все более высокому иерархическому уровню. В этих случаях динамический подход при разработке классификаций потребует новых основополагающих работ в геоморфологии. Логическое понимание сути явления

не сможет сыграть эффективной роли до тех пор, пока не будут найдены признаки рельефо- и осадкообразования, надежные и доступные непосредственному наблюдению, с одной стороны, и раскрывающие динамические особенности внутрикоровых процессов - с другой.

Нет сомнения в том, что привлечение сведений о жизни лишь приповерхностной части систем окажется недостаточным для суждения о механизме саморегулирования. Потребуется знания о "наполнителе" объемов - том материальном геологическом содержании, которое получено от прошлых геологических эпох и представлено комплексом горных пород, превращенных тектоническими, магматическими и метаморфическими процессами прошлого Земли в различные геологические тела, слагающие тот или иной иерархический уровень.

При системном подходе материально-структурное содержание коровой среды в какой-то степени противопоставляется ее физико-химическим и механическим процессам новейшего времени, составляющим основу новейшей геолого-географической динамики земной коры. В то же время к проявлению структурно-геологических особенностей "наполнителя", несмотря на его, казалось бы, статический характер, нельзя относиться как к выражению "мертвой" структуры субстрата. Затронутые вопросы очень сложны: несомненно только, что приблизиться к их пониманию невозможно без сопоставления карт, содержащих приповерхностные динамические характеристики, с разнообразными картами геологического и геофизического профиля.

Каковы же начальные пути геоморфологического картирования систем иерархических уровней, занимающих положение выше первого, в условиях настоящего времени, когда мы не располагаем знаниями сущностного значения? Здесь вернемся к мысли, что вторая компонента карты заключается в том, что картографический язык имеет исключительно важное значение для отображения пространственных закономерностей картируемых объектов.

В перспективе можно получить любое недостающее знание о распределении природных явлений, если при изучении геометрического рисунка различных комбинаций, отраженных на карте, применить методы математической статистики и кибернетики. Необходимо только избежать начетнического подхода к делу и в выборе эффективных путей решения поставленных задач использовать творческое содружество естествоиспытателя и математика. Можно думать, что представители наук о Земле, даже без привлечения специалистов точных дисциплин, из анализа пространственной информации, содержащейся на картах, могут извлечь колоссальный материал для новых интересных выводов.



Ближайшая актуальная задача выразится в нахождении границ различных систем. Необходимо знать границы систем всех иерархических уровней.

Нахождение границ систем первого уровня не вызывает больших затруднений. Однако чем выше иерархический уровень, тем с большими колебаниями устанавливаются границы систем. Прежде чем провести границу между крупными системами, охватывающими необозримые пространства, необходимо изучить структуру этих систем. Исследователь при оконтуривании крупной системы сталкивается с непомерно трудной задачей постичь отношения и связи элементов системы, не зная даже, сколько элементов, какие они и какова их повторяемость в анализируемой системе.

Еще труднее в таких обстоятельствах выяснить иерархическое строение системы. Не видя всю систему в целом, "идя снизу", нужно интуитивно угадывать набор главных признаков для выделения систем соподчиненных таксономических рангов. Однако методически правильнее начинать делимость объекта "сверху". Только в таком случае можно построить непротиворечивый соразмерный таксономический ряд соподчиненных единиц и установить сопоставимые ранги удаленных систем.

В последнее десятилетие положение коренным образом изменилось, когда в руках естествоиспытателя оказались материалы дистанционного изучения Земли. В сущности, поверхностные выражения рассматриваемых систем в сумме составляют лик Земли, который можно наблюдать и фотографировать из космоса. Материалы аэрофотосъемки, фотографии с пилотируемых кораблей и орбитальных станций, а также телевизионные снимки, полученные с метеорологических спутников Земли, являются непосредственными изображениями приповерхностных свойств систем разных иерархических уровней. Чем мельче масштаб космической съемки, тем более высокий ранг природных систем в их приповерхностном выражении просматривается на снимках.

Ценным качеством космических снимков является то, что на них признаки земной поверхности при переходе с более крупного масштаба на более мелкие генерализуются независимо от воли исследователя. На более мелкомасштабных снимках получается объективное изображение приповерхностных характеристик систем, генерализованных соответственно масштабу снимка. Остается только "разглядеть" законы генерализации, и это значительно проще, а главное, при современном состоянии наук о Земле ценнее, чем выводить их при картировании с переходом на все более мелкие масштабы.

Вероятно, потребуется создавать серию разномасштабных карт: геолого-географические системы отдельных иерархических уровней потребуют изображения в необходимом, только им подходящем масштабе.

Картографическое изучение пространственной структуры высоких иерархических уровней в сопоставлении с различными геологическими и геофизическими картами облегчит разработку унифицированных признаков для выделения систем разных иерархических уровней (имеется в виду разработка единого принципа выделения объектов на основании динамического и энергетического показателей).

Таким представляется принципиальный подход к разработке легенд для карт рассматриваемых систем разных иерархических уровней. Нет сомнения в том, что при разработке необходимых классификаций выгодно использовать подходящие для этого случая достижения современной геоморфологии. Рационально также определить специфические черты картирования систем с тем, чтобы избежать опасности далеко не всегда удачного сочетания нового мировоззрения со старыми проблемами. В связи с этим остановимся на сравнении изложенных принципов картирования с существующими направлениями, используемыми при составлении общих геоморфологических карт (специализированные геоморфологические карты оставим за рамками настоящей статьи).

Вплоть до настоящего времени в нашей стране приняты две тенденции составления общих геоморфологических карт. Различаются они по определению главной сущности картируемых объектов. Согласно одной из них картировочными единицами являются генетически однородные грани рельефа (содержание так называемых генетических карт). На таких картах, в сущности, преследуется цель показать естественное пространственное положение элементарных геоморфологических ареалов, документально подтверждаемых либо топографическими картами, либо плановыми фотографиями (аэрофотоснимками). Профессионально субъективное отношение исследователя к картировочному объекту привносится лишь при определении генетической разновидности экзогенного (в редких случаях эндогенного) процесса — главного виновника образования элементарной поверхности. Ввиду того, что особенности проявления таких процессов в рельефе довольно хорошо изучены (например, рельеф флювиального, озерного, ледникового и т.п. происхождения), обычно не возникает особых затруднений и разногласий по поводу генетической характеристики той или иной поверхности рельефа. Этим объясняется отношение к генетическим картам как к содержащим информацию большей степени объективности. Нужно, однако, заметить, что преимущества

такого способа картирования наилучшим образом проявляются при составлении карт крупных и средних масштабов, на которых еще возможно выделение элементарных геоморфологических ареалов. Чем мельче масштаб исследования, тем комплекснее определяются картируемые единицы, тем больше приходится отходить от принятых принципов.

Если вспомнить, что рассмотренный выше начальный (приповерхностный) иерархический уровень определяется таким объемом географической оболочки, который участвует в экзогенном рельефо- и осадкообразовании, то можно понять, что опыт генетического картирования может использоваться при составлении карт планетоземельных систем этого уровня. Подражанию достойно требование обязательного анализа реально существующих элементарных геоморфологических ареалов. Однако этот анализ должен проводиться с определенным уклоном, позволяющим сделать вывод об энергетическом состоянии лито- и морфогенеза на площади каждой системы начального уровня. Попробуем пояснить эту мысль. В качестве главной нагрузки генетической карты выступают однородные элементы рельефа, выделенные по двум признакам: генетическому (по экзогенному рельефообразующему фактору) и направленности формирующего их процесса (врезание, накопление или перестилание обломочного материала). Для системного анализа лучше послужит такая карта, на которой основное средство изображения — цвет — будет выбран для второго признака. Генезис поверхностей можно показать штриховкой, подчинив его второму признаку. Генетические признаки рельефообразования помогут с наибольшей полнотой понять направленность процесса, оттененную генетическим своеобразием.

Что касается геоморфологических карт систем более высоких иерархических уровней, то пока не видно тесной связи между принципами их составления и генетическим картированием мелких масштабов. Генетическое картирование не ставит целью изучение обмена веществом и энергией между картировочными единицами, в то время как системный анализ без постановки такой задачи теряет свой смысл.

При соблюдении второй тенденции составления общих геоморфологических карт в качестве основных картировочных единиц используются комплексные категории — морфогенетические типы рельефа. Каждый из таких картировочных объектов охватывает закономерное сочетание определенных форм рельефа, развившихся на определенной геологической структуре под воздействием одного и того же комплекса рельефообразующих факторов. Даже такое общее определение свидетельствует об отношении к предмету изучения как к ре-

зультату сложных взаимодействий между твердой земной корой, атмосферой, гидросферой и биосферой.

Нетрудно заметить, что при осмысливании сути своих задач геоморфология в данном виде картирования содержала в себе, хоть и в неявном виде, системный подход. Нужно было только внести представление об организованной целостности, о саморегуляции, обратных связях и т.п. Но эти понятийные категории относятся уже к стилю научного мышления последней четверти XX в.

В то время, когда родилось понятие морфогенетического типа рельефа, широко внедрялись историко-генетический и комплексный подходы. В создании общих геоморфологических карт это выразилось в желании найти способы отобразить все основные характеристики рельефа, его физиономические особенности, метрические данные, генезис и возраст. Настойчивое стремление к поиску средств выражения полноты характеристики рельефа отвлекло внимание исследователей от раскрытия картографическими методами самого механизма рельефообразования.

Представляется, что в упомянутых тенденциях и заключается главное отличие картирования систем от составления морфогенетических карт. Для первого свойственно направленное стремление найти такие черты в системе и рельефе, которые раскрывали бы функциональные свойства систем, показали бы, каким образом отдельные элементы систем и принцип иерархического устройства "работают" на сохранение обнимающей системы как целостного организма. Только такие свойства послужат основанием для выделения картировочных единиц. Все другие особенности, даже если они сами по себе очень важны, при системном картировании могут рассматриваться как вспомогательные.

Кроме генетического и морфогенетического способов картирования в геоморфологии определилось еще одно направление, которое в последнее время используется при составлении общегеоморфологических карт. Речь идет о морфоструктурном геоморфологическом картировании. Вероятно, существует необходимость сравнения способа геоморфологического картирования планетоземельных систем и с этим видом картографических работ.

Думается, что названные два метода картографического исследования представляют собой самостоятельные отрасли в геоморфологии, и смешение их вряд ли целесообразно. Они прежде всего различаются по сущности задачи картирования.

При составлении морфоструктурных карт главной целью исследования является показ особенностей геолого-тектонических структур, выраженных в рельефе. Одинаковый интерес вызывают как древ-

ние структуры, отпрепарированные денудацией (они могут не наследоваться новейшими тектоническими движениями и являться как бы "мертвыми" структурами), так и структуры, обусловленные особенностями неотектоники. Способы выявления морфоструктурного строения могут быть самыми разнообразными. Они выбираются с таким расчетом, чтобы цель была достигнута с наименьшей затратой средств. Часто складываются такие условия, когда структурный план территории доступен изучению без скрупулезного анализа экзогенных процессов и связанных с ними форм рельефа. В подобных случаях соответствующего анализа не проводится.

Логика морфоструктурного картирования приводит к тому, что на региональном уровне исследования отличительные характеристики изучаемых объектов выражаются в основном через геолого-тектонические, а не через геоморфологические показатели (например, при классификации эпигеосинклинальных горных сооружений в качестве основания деления используются интервалы времени завершения геосинклинального режима и орогенеза).

Цель картографического метода изучения планетоземельных систем направлена на выявление динамического механизма саморегуляции этих систем. Предметом исследования служат не структурно-геологические, а функциональные особенности картируемых элементов. Их выявление невозможно (и нелогично) без тщательного анализа экзогенной составляющей рельефо- и осадкообразования. Нужно заметить, однако, что в качестве побочного результата при системном подходе неизбежно получение данных о неотектоническом строении картируемой площади. Эти сведения могут появиться при изучении высоких иерархических уровней и в отличие от морфоструктурного подхода будут характеризовать неотектонические структуры как выраженные, так и не выраженные в рельефе.

Подводя итоги сказанному, можно сделать следующие выводы.

Исторические корни геоморфологического картирования планетоземельных систем уходят в генетический способ картирования. Правда, нужно иметь в виду, что родственные черты подходов распространяются только на картирование, выполняемое в крупных и средних масштабах (в случае системного подхода это системы и их элементы двух начальных иерархических уровней). Кроме того, нужно учитывать, что необходимы дополнительные разработки генетического способа картирования, выполненные в интересах системного подхода.

Что касается соотношения между морфогенетическим и морфоструктурным типами картирования, с одной стороны, и геоморфологическим картированием планетоземельных систем - с другой, то

можно заметить, что у каждого из названных направлений свои, независимые друг от друга пути развития, свои поля приложения, свои достоинства и ограничения.

Некоторые перспективы системного подхода в геоморфологии.

1. Прежде всего остановимся на рассмотрении значения нового концептуального аппарата, который подразумевается под понятием системного подхода. Геоморфологическая специфика отношения к рельефу заключается в том, что рельеф изучается как один из компонентов географической оболочки, находящийся в тесной взаимосвязи и взаимообусловленности с другими ее компонентами и с природной средой в целом. Согласно основному закону этой науки, формирование земной поверхности ставится в решающую зависимость от соотношения интенсивности перемещений масс эндо- и экзогенного происхождения. С другой стороны, учитывается, что сам рельеф, изменяясь в процессе развития, влияет на природную среду, вызывая в ней перегруппировку сил.

Эти главные постулаты принимаются как исходные позиции. В них заложены возможности подхода к предмету исследования как к сложной динамической системе, близко восприятие обмена веществом как основного условия развития объекта, угадывается необходимость существования обратной связи. И все же до последнего времени геоморфология не прибегала к системной ориентации, базируясь главным образом на комплексном подходе, основные интересы которого лежат в области изучения причинно-следственных связей, генетических и временных зависимостей.

Основной предпосылкой системного подхода послужил переход к новому типу научных задач, в которых главное значение стало придаваться проблеме организации и функционирования сложных объектов. При решении вопросов рационального использования природных ресурсов, установлении степени целесообразности данного типа организации природы с точки зрения поддержания нормального функционирования природных комплексов, при выявлении диапазона приспособляемости окружающей среды к техногенным преобразованиям выяснилось, что известные геоморфологические направления не располагают в полной мере подходящими средствами исследования. В процессе оценки земель, например, приходится принимать решения в условиях большой неопределенности, когда ряд факторов не поддается изучению. В таком случае системный подход предлагает воспользоваться изучением поведения объекта как природного целостного образования (системы).

Предлагаемый подход к рельефу как к приповерхностному выра-

жению планетоземельных систем, равно как и пути классификации, основанной на признаках обмена веществом и энергией, — методологически новое направление. Требование единого принципа при выборе основания деления рельефа земной поверхности для всех масштабов карт, включая самые мелкие, является одной из главных отличительных черт геоморфологического картирования, выполняемого с позиций системного подхода.

2. Рассмотренный в статье выбор основания деления означает, что пространственное расчленение картируемого объекта производится главным образом по геоморфологическим показателям. Данные по неотектонике, структурным особенностям складчатостей различного возраста используются как вспомогательные либо возникают как побочные (дополнительные) в процессе исследования. Можно сказать, что впервые возникает возможность реализации специфического подхода к объекту "от рельефа" вплоть до исследований самых крупных геоморфологических единиц (континентов). Впервые на картах мелких масштабов выявятся закономерности пространственного распределения однотипных площадей, охарактеризованных с геоморфолого-динамической точки зрения. Такие карты позволят получить информацию о закономерностях устройства полей новейших и современных тектонических напряжений. Нет сомнения в том, что эти поля в значительной степени могут отличаться от полей напряжений древних эпох. Однако об этом мы знаем очень мало, поскольку в геоморфологии до сих пор нет способа исследования механизма неотектонических движений. Изучались главным образом конечные, суммарные результаты напряжений, длительно действовавших в земной коре.

При системном подходе можно использовать геоморфолого-динамические характеристики новейшего и современного лито- и морфогенеза суши. Тогда приоткроется завеса, скрывающая картину распределения качественных характеристик напряжений, вызывающих землетрясения, приводящих к медленным поднятиям и опусканиям, к перестройке полей орогенного стресса прошлых эпох и т. п.

3. Одним из результатов исследований, опирающихся на системный подход, должно явиться раскрытие географической, геолого-тектонической и геофизической сущностей функционирования планетоземельных систем всех иерархических уровней. Такая работа потребует одновременного сравнительного изучения карт перечисленных отраслей естествознания с привлечением других материалов, имеющих к настоящему времени. Необходимость применения комплексного совместного анализа различных тематических карт в геологии осознана давно; новым при системном подходе является тре-

бование предварительного составления геоморфологической карты с целью изобразить на ней приповерхностное состояние динамических систем.

4. Особенно большую роль системный подход может сыграть при инвентаризации земельных ресурсов и при разработке методов прогнозных оценок изменения природной среды под влиянием техногенных нагрузок, мелиоративных мероприятий и т.п. Эта область естественных исследований связана с определением современных динамических характеристик ландшафтов, с установлением степени подвижности или устойчивости их в условиях эксплуатации человеком. Динамическая устойчивость ландшафтов, являющихся частью планетоземельных систем низких уровней, зависит от энергетических состояний более высоких иерархических уровней и от характера "приказов", поступающих от более высоких к более низким уровням. В этом случае методология системного подхода поможет предсказать поведение систем и обойтись без суммирования огромного количества разнообразной информации. Появятся условия предварительной оценки степени возможности самовозрождения ландшафта при проведении на нем агротехнических и технических мероприятий, степени опасности усиления или ослабления тех или других компонентов природы, играющих в жизни интересующих нас планетоземельных систем определяющую роль.

5. Использование системного подхода увеличит возможности определения закономерностей размещения гипергенных полезных ископаемых, поскольку при его применении особое значение придается исследованию экзогенных процессов — этих главных факторов разрушения коренных пород и переноса и отложения обломочного материала. В результате изучение процессов высвобождения полезных компонентов из горных пород, их переноса и сосредоточения в конкретных месторождениях также подвластно приемам системного подхода.

## ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ФОРМАЦИЯ И ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

Л.С.Миляева

В в е д е н и е . Появление учения о геоморфологических формациях совпало с началом применения в различных областях нау-



ки теории систем. Одновременно с этими событиями в течение двух последних десятилетий быстро накапливается разномасштабный материал дистанционных съемок: от мелкомасштабных телевизионных космических до средне- и крупномасштабных цветных высотных снимков. Космические снимки существенно дополняют информацию, получаемую с уже имеющихся аэрофотоснимков. Эти же десятилетия характеризуются повышенными темпами индустриализации, в связи с чем остро встала проблема рационального использования природных ресурсов в целях охраны окружающей среды. Первостепенное значение приобретают вопросы инвентаризации природных ресурсов, что влечет за собой целенаправленное их изучение, классификацию и картографирование. На этом фоне, естественно, должны повыситься внимание и интерес к учению о крупных геоморфологических телах, какими являются геоморфологические формации.

Нам известно несколько геоморфологов, развивающих учение Н.А.Флоренсова о геоморфологической формации. Например, Д.В.Лопатин (1970) рассматривает ее с точки зрения последовательности развития рельефа, О.В.Кашменская (1971, 1973, 1976, 1978) исследует геоморфологические формации с позиции выражения баланса вещества в земной коре и как наиболее крупные подсистемы геоморфологической системы; в работах Э.М.Хворостовой (1973, 1976, 1978) освещено иерархическое строение геоморфологической формации-системы; В.А.Николаев (1978) представляет эту формацию как высшую единицу регионального рельефа при решении вопросов, связанных с рациональным освоением и охраной земельных ресурсов Западно-Сибирской равнины. В настоящей статье исследование геоморфологической формации построено на проведении аналогии между ней и природно-территориальным комплексом.

Геоморфологическая формация (Флоренсов, 1964, 1971, 1976) представляет собой сложный, многокомпонентный целостный природный объект. Этот объект, или природное тело, несет в себе признаки динамической системы, поскольку все его взаимодействующие элементы, или компоненты, объединены определенными связями. При изучении такой системы рациональнее проводить не последовательный анализ отдельных ее частей, а синтез, одновременный охват и выявление главных ее свойств. Для подобного восприятия природного объекта требуется географический образ мышления, суть которого, как известно с самых истоков географии, выражается в так называемой "всеядности" (Арманд, 1973а), т.е. в охвате и выявлении главного свойства изучаемого природного тела.

В физической географии уже на протяжении столетия накапливается опыт изучения сложных, многокомпонентных природно-терри-

ториальных, или природных, комплексов (Солнцев, 1968). При этом, с одной стороны, существует настоящая необходимость инвентаризации и картирования природных комплексов, включающих рельеф, и имеется огромный опыт изучения сложных многокомпонентных природных образований, а с другой – новое, более объемное понятие рельефа, исходящее из учения о геоморфологических формациях. По-видимому, имеет смысл выяснить соотношение геоморфологической формации с природно-территориальным комплексом на основе сравнительного анализа сущности и основных свойств этих природных тел.

#### Г е о м о р ф о л о г и ч е с к а я   ф о р м а ц и я .

Сущностью геоморфологической формации, по Н.А.Флоренсову (1964, 1971), является единство геоморфологической структуры, климата и неотектоники. Под геоморфологической структурой подразумевается свойство субстрата, потенциально готовое к участию в рельефообразовании. При рассмотрении компонентов, составляющих геоморфологическую формацию, делается акцент на геоморфологическую структуру. Последняя, в свою очередь, объединяет в себе как единство материала, из которого формируется рельеф, так и сам рельеф. Указанная структура во взаимодействии с экзогенными процессами и образует геоморфологическую формацию. Н.А.Флоренсов (1964, с. 3) пишет об этом так: "В нашем понимании геоморфологическая формация не совпадает ни с комплексом форм, ни с ландшафтом, ни с типом рельефа, а, базируясь на той или иной геоморфологической структуре, составляет синтез последней и всех наложенных на нее денудационных и аккумулятивных эффектов".

Сравнивая геоморфологическую формацию с типом рельефа, Н.А.Флоренсов (1971, с.8) подчеркивает, что "... главное отличие морфогенетического типа рельефа от геоморфологической формации... заключается в том, что последняя обнимает собой и рельеф и его субстрат по крайней мере до глубины нижней границы зоны выветривания, а в общем случае – все поверхностные массы до уровня базиса денудации". Новейшие деформации земной коры входят в состав геоморфологической структуры, а именно в рельеф, который, в свою очередь, определяется следующим образом: "... рельеф имеет тройственный состав – геологическое строение (состав и структура субстрата), новейшие деформации земной коры и экзогенная скульптура" (Флоренсов, 1964, с.80).

При определении соотношения рельефа с геоморфологической формацией выявляется следующее. Если геоморфологическую формацию рассматривать, по Н.А.Флоренсову, как синтез геоморфологической структуры, в которую входят неотектонические движения земной коры, и экзогенных процессов, а также иметь в виду, что послед-

ние обусловлены в первую очередь климатом, то геоморфологическая формация по своей сути близка к понятию рельефа, определяемому как продукт взаимодействия вещественного состава и строения рельефообразующих пород, неотектоники и климата. Отличие же состоит в том, что термин "геоморфологическая формация" представляет собой понятие большего объема, чем "рельеф" в общепринятом его смысле. Возможно геоморфологическую формацию следует рассматривать как "синтезированный" рельеф в отличие от понятия рельефа как формы поверхности? Так или иначе, но появление учения о геоморфологической формации влечет за собой не только представление о рельефе как о более объемном природном объекте, но и нетрадиционный подход к его изучению. Об этом может свидетельствовать опыт изучения геоморфологических формаций на различных примерах, о чем речь пойдет далее.

**П р и р о д н о - т е р р и т о р и а л ь н ы й к о м п л е к с .** Поскольку изучение геоморфологической формации представляется частью более общей задачи - картирования природно-территориальных комплексов, а сама геоморфологическая формация входит в комплекс в качестве субстрата его, небесполезным будет составить некоторое представление о нем, которое имеется в физической географии. Этот комплекс как шлиф в геологии по отношению ко всей породе отражает свойства участка географической оболочки Земли и, по определению Д.Л.Арманда (1975, с.8), представляет собой "... пространственно ограниченный набор компонентов, объединенный относительно тесным взаимодействием", и далее "... комплексы не имеют границ, так как каждый их пограничный участок связан какими-либо общими свойствами либо переносом тех или иных видов материи и энергии с участками, лежащими еще дальше за его "краем", "... мы вынуждены проводить их границы по линиям ослабления связей ... Таким образом, все природные комплексы надо рассматривать как открытые системы".

Географы различают несколько видов природных комплексов. Из них наиболее простые состоят из одного (растительность, растительные сообщества, или фитоценозы) или двух (растительный и животный мир) компонентов (Солнцев, 1968). Д.Л.Арманд (1975, с.7) выделяет полные и частные природные комплексы и характеризует их следующим образом: "Природные комплексы бывают полными, т.е. включающими все имеющиеся в данном месте компоненты, или частными, т.е. включающими только часть компонентов, наиболее тесно связанных или представляющих особый интерес для целей исследования". К частным природным комплексам он относит геолого-геоморфологический.

Вопрос о том, входит ли рельеф в число компонентов природно-территориального комплекса, в географии решается неоднозначно. Например, А.А. Григорьев (1956), изучая основы цельности географической оболочки Земли, проявление которой он видел в обмене вещества и энергии между всеми компонентами оболочки, определял рельеф как один из основных климатообразующих, гидрологических, биогеографических факторов. "Обмен веществом и энергией между земной корой и подкоровыми массами играет важную роль в тектонических рельефообразующих процессах, определяющих важнейшие черты строения и развития литосферы, а следовательно, и ее рельефа, играющего такую важную роль, как один из основных климатообразующих, гидрологических и биогеографических факторов" (Григорьев, 1956, с. 41). Н.А. Солнцев (1968) и Д.Л. Арманд (1970, 1975) также не вводят рельеф в число компонентов природно-территориального комплекса, а определяют его только как форму земной поверхности. По Н.А. Солнцеву, полный природный комплекс состоит из пяти компонентов: земной коры, воздуха, воды, растительного и животного мира.

Другими же географами рельеф принимается как компонент природно-территориального, или географического, комплекса, представляющий собой составную часть ландшафтной оболочки. Такой точки зрения придерживались С.В. Калесник (1970) и И.С. Шукин (1954). Последний предлагает изучать рельеф во взаимосвязи и взаимообусловленности с другими компонентами географической среды.

Черты сходства и единый подход к изучению природно-территориального комплекса и геоморфологической формации. Природный комплекс, являясь частью целостной географической или ландшафтной оболочки, которая состоит из взаимообусловленных и взаимосвязанных между собой литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы, в то же время сам представляет собой такой же целостный организм. Это свойство целостности и единства обеспечивается непрерывным обменом вещества и энергии между составляющими его компонентами, причем изменение одного компонента ведет за собой изменение природного комплекса в целом. По данной сущности природный (или природно-территориальный) комплекс аналогичен геоморфологической формации. Кроме этого, он подобен геоморфологической формации и по своим свойствам. К ним относятся (Преображенский, 1972): 1) состав комплекса из нескольких более простых частей или компонентов; 2) наличие связей между ними; 3) целостность комплекса, выражающаяся в приобретении нового его свойства, отличающегося от свойств каждого отдельного, входя-

щего в комплекс компонента; 4) зависимость между компонентами скорее всего носит характер не жесткий причинно-следственный, а корреляционный, т.е. изменение целого при каждом новом сочетании свойств частей происходит не однозначно, а имеет несколько вариантов. Таким образом, и природно-территориальный комплекс, и геоморфологическая формация являются целостными образованиями с идентичной внутренней структурой, т.е. характером связей компонентов, и их правомерно рассматривать в качестве сложных динамических систем, применяя системный подход при их изучении.

Говоря о системном подходе, полезно, вероятно, вспомнить высказывания К.К.Маркова (1973) о задачах современной географии. Он считает, что пришло время перестройки методологии географической науки. Одним из средств такой перестройки является системный подход. "Думается, что через системный анализ осуществится на современной основе надежда, о которой не раз писал и Гумбольдт: через множество познать единство природы земной поверхности" (Марков, 1973, с.11). В той же работе К.К.Марков пишет: "... авторы кибернетического и системного подходов говорят на языке, как нельзя более полезном для географии".

О системном подходе в геоморфологии можно сказать то же самое. Наиболее плодотворно системным подходом занимается О.В.Кашменская, определяя его задачи следующим образом (1980, с.9): "... а) выявление свойств целого из свойства элементов и наоборот; б) выявление иерархического строения систем; в) исследование всей сети взаимосвязи между компонентами системы, в том числе выявление характера управления и самоуправления (регуляции и саморегуляции) как способов особых взаимосвязей внутри системы и системы с внешней средой". Из поставленных таким образом задач О.В.Кашменская определяет преимущества системного подхода по сравнению с другими методами геоморфологических исследований. Они заключаются в том, что в качестве исходного принципа исследования ставится не последовательный анализ частей системы, а синтез. Системный подход к исследованию геоморфологической формации и природно-территориального комплекса (Хворостова, Миляева, 1979) предполагает иерархическое строение их как систем, которое обеспечивает высокую степень организации системы: система, состоящая из элементов, или компонентов, сама является элементом более крупной системы. Например, если в качестве системы представить географическую оболочку, то внутри нее, отражая иерархическое строение, выделяются природно-территориальные комплексы разного ранга, что удачно отражено на рисунке у Д.Л.Арманда (1975, с.12). Этот рисунок использован в работе Э.М.Хворостовой и Л.С.Миляевой

(1979) в качестве принципиальной схемы строения географической оболочки - системы, внутри которой определен ряд геолого-географических комплексов иерархического соподчинения. Допустим, что в качестве одного из примеров рельефа природного комплекса, принадлежащего к первому элементарному уровню иерархической лестницы, рассматривается участок гор. В его образовании участвует весь комплекс ведущих процессов соответствующей физико-географической зоны. Тогда второй уровень будет состоять из набора элементов первого уровня, одинаковых по главному признаку. Более высокий уровень иерархии - третий - будет представлять собой набор природных образований второго уровня с одинаковой, например, направленностью, но с различной интенсивностью процессов рельефо- и осадкообразования. К еще более высокому иерархическому уровню, по-видимому, следует относить геоморфологическую формацию, объединяющую в себе различные комбинации природных комплексов третьего уровня.

Опыт изучения геоморфологических формаций. Опыт изучения геоморфологических формаций проведен на примере Восточного Саяна (Миляева, 1973, 1978), Тувинских котловин (Миляева, 1982), при исследовании особенностей гидросети по телевизионным космическим снимкам (Миляева, 1979), определении критериев районирования горных стран (Миляева, 1975) и др.

Восточно-Саянскую горную страну можно рассматривать с точки зрения четырех признаков геоморфологической формации (Флоренсов, 1976): геоморфологической структуры, неотектоники, климата и характера подвижного равновесия, условно выраженного соотношением тектоники и денудации. Следует отметить, что последний признак выводится из качественных соотношений трех предыдущих и является основным признаком геоморфологической формации, но не просто формации, а формации-системы. По четвертому признаку, по соотношению энергии тектонических и денудационных процессов, выделяются типы развития геоморфологических формаций: равновесный и неравновесный (Кашменская, 1975). Первый может проявляться в условиях как максимума тектонических и денудационных значений энергии, так и их минимума. Второй тип развития может быть выражен многими разновидностями геоморфологических формаций. Укажем на некоторые примеры этого типа развития: а) ведущее к интенсивному снижению гор в обстановке сильного преобладания денудации над тектоникой при оптимальном (максимум тепла и влаги) климате и слабоустойчивом субстрате; б) ведущее к умеренному снижению гор, обусловленному преобладанием денудации над тектоникой при неблагоприятном клима-

те и слабоустойчивом субстрате или в условиях благоприятного климата и весьма устойчивого субстрата; в) ведущее к интенсивному росту гор, когда тектоника сильно преобладает над денудацией при любом сочетании климата и субстрата; г) ведущее к умеренному росту гор, если тектоника преобладает над денудацией при неблагоприятном климате или слабоустойчивом субстрате и т. д.

Рассмотрение рельефа Восточного Саяна с точки зрения понятия "геоморфологическая формация" позволило увидеть природу его ярусности в несколько ином свете. Обнаружено, что один и тот же ярус рельефа оказался представленным разными геоморфологическими формациями. Одновысотность этих формаций при одинаковом климате объясняется определенным сочетанием различного по устойчивости субстрата с разной направленностью неотектонических движений (Милыева, 1978).

Следуя принципу определения главного свойства геоморфологической формации-системы (Кашменская, 1973), которое может быть критерием при ее выделении, т. е. свойства целостности и степени равновесности, формационный подход позволяет не только более полно определить информативные свойства рельефа, но и выявить направленность его развития. Можно, по-видимому, считать, что выделение геоморфологических формаций (или геоморфологических тел) сыграет главную роль в разработке принципов классификации в геоморфологии.

Исследование рельефа Тувинских котловин также можно рассматривать как опыт системного подхода к изучению геоморфологических формаций. Котловина представляется как целостное природное образование, или динамическая система. В таком случае, исходя из представлений о системе, компонентами ее будут днище котловины, борта и рыхлые отложения, коррелятные рельефообразования. Из анализа взаимосвязей компонентов устанавливается направленность процесса рельефообразования, которая обеспечивается соотношением экзо- и эндогенной составляющих этого процесса. Энергию экзогенной составляющей определяют климатические особенности в сочетании со степенью устойчивости скальных пород к денудации. Неблагоприятные климатические условия для рассматриваемых котловин сочетаются с разными, преимущественно малоустойчивыми породами. Величина энергии эндогенной, неотектонической, составляющей рельефообразования выявляется из множества взаимосочетаний геоморфологических признаков, носителями которых являются рельеф и коррелятные ему отложения.

Характерные черты рельефа днища котловин - его ярусность и мозаичность. Верхние ярусы имеют разный генезис в разных частях

котловин: иногда это участки поверхностей выравнивания, иногда - ступени, образованные избирательной денудацией. Мозаичность строения рельефа обусловлена разнообразным сочетанием деструктивных (структурных и аструктурных) и аккумулятивного ярусов. Наиболее распространены по площади верхние деструктивные ярусы, в то время как аккумулятивный представлен долинами рек и отдельными участками слабонаклонных поверхностей внутренних дельт или слившихся конусов выноса. Мощность рыхлых накоплений в целом незначительна, и характер их весьма неоднороден. Чаще всего мощность измеряется несколькими десятками (50-80) метров. Максимальное накопление (до 160-180 м) рыхлого материала происходило за счет склоновых - делювиальных - и пролювиальных процессов. Близки по мощности к склоновым отложениям образования конусов выноса и внутренних дельт. Самой незначительной мощностью, до 26 м, характеризуются золотые образования, распространенные отдельными пятнами в пределах котловин.

К особенностям гидросети котловин относятся в одном случае отсутствие единой, связанной, организованной гидрографической системы, в другом - приуроченность постоянных водотоков к окраинам котловин. Кроме того, широко развиты сухие русла, и объем выполняемой временными водотоками размывающей работы составляет заметную долю в разрушении склонов. Интересные геоморфологические закономерности, свидетельствующие об определенных соотношениях рельефообразующих сил, заключены также в морфометрических показателях для гидросети, например, в уклонах русел рек, которые для разных частей котловин имеют неодинаковые значения.

Кроме особенностей строения рельефа дна котловины, распределения и мощностей рыхлых накоплений, рисунка гидросети и некоторых морфометрических показателей, о направленности геоморфологического развития может свидетельствовать также и характер сочленения котловины с горным обрамлением. В целом для рассматриваемых котловин этот характер четкий, хотя для разных частей четкость неодинаковая. Иногда сочленение происходит через структурную поверхность либо по тектоническому шву, выраженному резким перегибом профиля склона. Верхняя часть склона в этом случае принадлежит хребту, тогда как нижняя является бортом котловины, представленным либо педиментом шириной до 1 км, либо наклонной неширокой ступенью сложного строения, когда коренные породы прикрыты рыхлым материалом, либо наклонная ступень образована аккумуляцией склоновых отложений.

Анализ взаимосвязей между строением рельефа дна котловины, характером ее бортов, сочленением с горным обрамлением, особен-



ностями гидросети, распространением и мощностью рыхлого материала с учетом климатических условий и степени устойчивости пород позволяет определить главное свойство изучаемой геоморфологической формации: ее динамическое состояние, степень динамического равновесия или направление отклонения от него. Динамическое состояние рассматриваемой котловины в целом можно определить как близкое к равновесному и спокойное, обусловленное минимальной денудацией, соизмеримой с аналогичной величиной неотектонической составляющей рельефообразования. Такое близкое к равновесному, динамическое состояние нарушается лишь на окраинах котловины, которые испытывают неотектоническое напряжение, ведущее к их поднятию (Миляева, 1980).

Использование аэрофото- и космоснимков при исследовании природно-территориальных комплексов и геоморфологических формаций. При изучении природно-территориального комплекса с применением дешифрирования аэрофото-космоснимков неизбежно привлекается комплексный подход. В случае использования только аэрофотоснимков в этот комплекс входит ландшафтный метод дешифрирования (Виноградова, 1964). Ландшафт при этом понимается как целостное природное образование, каждый компонент которого (рельеф, климат, гидросеть, почва, растительный и животный мир), изменяясь, влечет за собой изменение ландшафта в целом. В связи с этим индикатором дешифрирования можно выбрать один из видимых на снимке компонентов. Ландшафтный метод дешифрирования аэрофотоснимков можно считать основой для развития системного подхода при изучении природно-территориального комплекса и геоморфологической формации с одновременным дешифрированием разномасштабных космических снимков. Действительно, на космических снимках разных масштабов видны природные образования разных рангов. Космические снимки в силу своей высокой генерализации отображают глубокие корни изучаемого природного тела; на них выявляется связь между видимыми и невидимыми компонентами. В таком случае индикаторами связи могут служить, например, рисунок и характер отображения гидросети (Миляева, 1979). В процессе дешифрирования телевизионных космических снимков на различные районы Сибири выявились аномалии в отображении генерализации гидросети. И хотя они и представляются неоднозначными (различия генерализации гидросети в одних случаях связаны с характером унаследованности ее от древней гидросети, в других - это результат климатических воздействий), но в целом эти аномалии определены динамическими характеристиками изучаемого природного объекта.

С помощью космических средств при разработке принципов картирования геоморфологических формаций для решения задач инвентаризации природных ресурсов проведен опыт составления карты геоморфологических формаций Восточного Саяна, о чем упоминалось выше (Миляева, 1978). Почти все выделенные на карте формации относятся к неравновесному типу, различаясь по балансу энергии двух противоположно направленных рельефообразующих процессов.

Материалы дистанционной съемки используются также и при изучении геоморфологической формации путем выявления следов деятельности экзогенных факторов, которые видны непосредственно на разномасштабных космо- и аэрофотоснимках, а также имеют на них и косвенное отображение. При системном подходе экзогенные процессы рассматриваются, с одной стороны, как результат взаимодействия многочисленных природных факторов (включая климатические особенности, денудационную устойчивость пород и др.) в условиях определенного неотектонического режима, с другой – как неотрывная часть общего баланса сил рельефообразования. Индикаторами экзогенных процессов на различного рода аэрофото- и космоснимках являются компоненты изучаемого целостного природного образования, имеющие четкое отображение в определенном масштабе. Например, при изучении экзогенных процессов (осыпей, оползней, делювиального склонового смыва, пролювиального, водной эрозии, дефляции, перевезания, физического выветривания) на территории Тувинской котловины индикатор их менялся от масштаба к масштабу. По мелкомасштабным телевизионным снимкам системы "Метеор" отчетливо устанавливается соотношение площадей, занятых аккумулятивными и денудационными равнинами, а также мелкогогорьем. В анализируемых котловинах площади, занятые аккумулятивными равнинами, не превышает площади денудационных равнин. Сочетание этих равнин можно определить как близкое к равномерному чередованию в плане с незначительным перепадом высот. Подобное строение дна котловин может свидетельствовать о том, что рельеф их представляет собой полигенетическую поверхность выравнивания.

На космических фотографиях более крупного масштаба отражены, кроме сочетания площадей разного генезиса, особенности гидросети, значительную долю которой составляют временные водотоки, выделяются поверхности конусов выноса и внутренних дельт. По этим снимкам устанавливается, что рассеиванию стока и обезвоживанию нижних частей рек способствует сеть оросительных каналов. По аэрофотоснимкам как наиболее крупномасштабным материалам дистанционной съемки могут быть выявлены результаты деятельности не только процессов, указанных выше, но и таких, как оползни, дефляция, перевезание.

## В ы в о д ы

В любой многокомпонентный природно-территориальный комплекс, изучаемый географией в целях охраны природы, входит рельеф или геоморфологическая формация. В то же время в случае, когда природно-территориальный комплекс является частным, например геолого-географическим, понятия "геоморфологическая формация" и "природно-территориальный комплекс", по-видимому, совмещаются. Сравнительный анализ сущности и свойств обоих природных образований позволил прийти к заключению о том, что они имеют общее свойство - целостность. Как геоморфологическая формация, так и природно-территориальный комплекс характеризуются сложным многокомпонентным составом и такой внутренней структурой (внутренней связью) компонентов, которая обеспечивает в конечном результате сохранение их как целостных природных тел. По этим признакам и геоморфологическую формацию, и природный комплекс в отдельности правомерно представлять как сложную динамическую систему. В случае соотношения их как части и целого они рассматриваются как подсистема и система.

Опыт изучения геоморфологических формаций в Восточном Саяне, Тувинских котловинах и в других местах Сибири показал, что выяснение направленности развития того или иного природного комплекса целесообразно проводить, применяя системный подход с использованием материалов дистанционной съемки. С появлением разномасштабных космических снимков (от мелкомасштабных телевизионных до крупномасштабных космических фотографий) появилась возможность одновременного дешифрирования природно-территориальных комплексов разного ранга. На космических снимках получают не только косвенное, но и непосредственное отображение следы деятельности экзогенных рельефообразующих процессов, которые при системном подходе рассматриваются как неотъемлемая часть единого геоморфологического процесса и одновременно как результат взаимодействия многих факторов в формировании рельефа. Применяемый в географии ландшафтный метод дешифрирования, в основе которого лежит представление о ландшафте как о сложной динамической системе, следует, по-видимому, считать идентичным изучению и картированию природных комплексов - систем по космическим снимкам.

Сравнительный анализ и выявление соотношения геоморфологической формации и природно-территориального комплекса помогает геоморфологу определить те задачи, которые ему необходимо решать при инвентаризации природных ресурсов Земли по общей программе охраны природы.

- Арманд А.Д. География. Три парадокса нынешнего дня. - Знание - сила, 1973а, № 10, с.10-13.
- Арманд А.Д. Системный подход в географии. - Вестн. АН СССР, 1973б, № 5, с.126-128.
- Арманд Д.Л. Объективное и субъективное в природном районировании. - Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1970, № 1, с.115-129.
- Арманд Д.Л. Наука о ландшафте. М.: Мысль, 1975. 286 с.
- Виноградова А.И. Общие принципы дешифрирования аэроснимков при геолого-географических исследованиях. - В кн.: Комплексное дешифрирование аэроснимков. М.-Л.: Наука, 1964, с.4-12.
- 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.38-45.
- Калесник С.В. Общие географические закономерности Земли. М.: Мысль, 1970. 282 с.
- Кашменская О.В. Поверхности выравнивания горных стран в связи с некоторыми проблемами геоморфологии. - В кн.: Поверхности выравнивания гор Сибири. Новосибирск: Наука, 1971, с.7-27.
- Кашменская О.В. О динамической классификации горной геоморфологической системы. - В кн.: Структурная геоморфология горных стран. Фрунзе, 1975, с.68-72.
- Кашменская О.В. О геоморфологической системе. - В кн.: Проблемы геоморфологии и четвертичной геологии Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1976, с.7-21.
- Кашменская О.В. К вопросу о классификации геоморфологической системы. - В кн.: Геоморфологические формации Сибири. Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1978, с.82-92.
- Кашменская О.В. Теория систем и геоморфология. Новосибирск: Наука, 1980. 119 с.
- Лопатин Д.В. Геоморфологическая структура восточной части Байкальской рифтовой зоны. Автореф. канд. дис. Иркутск, 1970.
- Марков К.К. Советская география сегодня. - Изв. ВГО, 1973, т.105, № 1, с.3-12.
- Миляева Л.С. Опыт рассмотрения рельефа Восточного Саяна в свете проблемы геоморфологических формаций. - В кн.: Структурная геоморфология горных стран. (Материалы к X пленуму ГК АН СССР). Фрунзе, 1973, с.126-127.
- Миляева Л.С. О некоторых критериях геоморфологического районирования горных стран. - В кн.: Проблемы геоморфологического картирования. (Тезисы докладов на XII пленуме ГК АН СССР). Л., 1975.

- Миляева Л.С. Формационный анализ рельефа Восточного Саяна. - В кн.: Геоморфологические формации Сибири. Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1978, с.115-126.
- Миляева Л.С. Использование космических телевизионных снимков для выявления индикационных особенностей гидросети. - В кн.: История развития речных долин и проблемы мелиорации земель. Сибирь и Дальний Восток. Новосибирск: Наука, 1979, с.129-134.
- Миляева Л.С. Рельеф Тувинских котловин. - В кн.: Закономерности развития рельефа Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1982, с.106-115.
- 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, 1984, с.58-64.
- Николаев В.А. Геоморфологические формации и пути рационального освоения и охраны земельных ресурсов южных равнин Западной Сибири. - В кн.: Геоморфологические формации Сибири. Новосибирск: Наука, 1978, с.8-40.
- Преображенский В.С. Беседы о современной физической географии. М.: Наука, 1972. 160 с.
- Солдцов Н.А. К теории природных комплексов. - Вестн. МГУ, 1968, № 3, с.14-27.
- Солдцов Н.А. В защиту закона Докучаева. - В кн.: Ландшафтный сборник. М.: Изд-во МГУ, 1973, с.5-28.
- Флоренсов Н.А. О некоторых общих понятиях в геоморфологии. - Геол. и геофиз., 1964, № 10, с.78-89.
- Флоренсов Н.А. О геоморфологических формациях. - Геоморфология, 1971, № 2, с.3-10.
- Флоренсов Н.А. Геоморфологические формации. - В кн.: Проблемы эндогенного рельефообразования. М.: Наука, 1976, с.399-419.
- Хворостова З.М. Формационный геоморфологический анализ Верхояно-Колымской горной области. - В кн.: Структурная геоморфология горных стран. (Материалы к X пленуму ГК АН СССР). Фрунзе, 1973, с.155-156.
- Хворостова З.М. О системном подходе к изучению геоморфологической формации. - В кн.: Проблемы геоморфологии и четвертичной геологии Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1976, с.21-31.
- 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.41-70.
- Хворостова З.М., Миляева Л.С. О системном подходе к рельефу как

к элементу природно-территориального комплекса. - В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с.123-132.

Щукин И.С. Морфология некоторых рыхлых образований в горных странах континентального климата. - В кн.: Вопросы географии. Сб. 35. М., 1954, с.29-46.

## КОРРЕЛЯЦИЯ ВЕРШИННОЙ И БАЗИСНОЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Э.Л.Якименко, Н.С.Маковская, В.С.Порядин

В геологических исследованиях для оценки силы связи между двумя или несколькими переменными широко используется корреляционный анализ. Такими переменными могут быть высотные отметки структурных поверхностей, концентрации химических элементов, магнитные и гравитационные аномалии и т.д. Корреляционный анализ не только выясняет форму связи, но и позволяет определить ее тесноту. В случае линейной формы связи степень зависимости между явлениями оценивается коэффициентом корреляции, а в случае нелинейной - корреляционным отношением. Форма связи (линейная или нелинейная) обнаруживается той линией, около которой более или менее близко располагаются точки парных значений наблюдаемых признаков. Если коэффициент корреляции равен 0, то между переменными нет линейной связи, что ни в коем случае не отрицает наличие нелинейной. При нелинейной зависимости абсолютные значения корреляционного отношения всегда будут выше значения коэффициента корреляции.

С помощью корреляционного анализа сделана попытка сравнения и определения степени сходства двух поверхностей современного рельефа - вершинной и базисной. Вершинная поверхность строится по самым высоким точкам современного рельефа, базисная - по точкам уреза воды, являющимися местными базисами денудации. Какой методологический смысл имеет изучение в рельефе определенных уровней, полей, поверхностей? Выделение вершинной и базисной поверхностей предусматривает изучение в рельефе непрерывной составляющей. Сразу необходимо заметить, что понятия непрерывного и дискретного выступают как определенные научные абстракции. "Условность такой делимости рельефа хотя и очевидна, но редко оговаривается и тем более принимается во внимание" (Флоренсов,

1978, с.69). Вообще, противопоставление дискретного и непрерывного относительно по своей природе. При одном подходе, на одном уровне познания особо акцентируется внимание на дискретном изучении. Так, при морфоструктурном анализе исследуется дискретная составляющая в рельефе, т. е. рельеф делится на отдельные морфоструктуры, выраженные в рельефе и представляющие комплексные орографические образования (Герасимов, 1959). При геоморфологическом картировании из рельефа вычлняются отдельные формы как единые генетические или возрастные образования. Благодаря широкому развитию принципов геоморфологического картирования и основ морфоструктурного анализа дискретная составляющая рельефа изучена лучше, чем непрерывная. Но дискретное изучение во многих случаях требует дополнительного описания непрерывных моделей рельефа. Здесь все зависит от цели исследования. Для решения одних задач требуется дискретный подход, других - непрерывный, третьих - сочетание обоих подходов. Для понимания закономерностей строения и развития рельефа как единого целого изучение одной дискретной составляющей недостаточно. И.Г.Черванев справедливо отмечает, что "в рамках дискретной модели остаются вне поля зрения особенности структуры рельефа, управляющие функционированием" (Черванев, 1982, с.66).

Показав необходимость изучения непрерывной модели рельефа, проследим пути возникновения и развития этого направления в геоморфологии. Идея непрерывности тесно связана с физическими теориями различных полей - электромагнитного, гравитационного и др. В физике под полем понимается часть пространства, в пределах которого изучается любое физическое явление. О состоянии поля можно судить по тем или иным параметрам, измеренным в его точках (Арманд, 1975). Из физики элементы теории поля проникли в геоморфологию благодаря работам П.К.Соболевского (1932), применившего теорию поля к исследованию геохимического поля, аналогом которого явилось поле высот земной поверхности, или гипсометрическое поле. П.К.Соболевский ввел понятие "топографическая поверхность". Математические действия с различными видами топографических поверхностей начаты П.А.Рыжовым (1952) в геометрии недр. Разложение рельефа на топографические поверхности разных порядков лежит в основе создания и развития целого направления - структурной морфометрии (Философов, 1960, 1975). Этими работами положено начало изучению непрерывной модели рельефа. С развитием этого подхода в геоморфологию пришли методы дифференциальной геометрии, топологии, которую в определенном смысле можно назвать "наукой о непрерывном" (Бирюков, 1974, с.97). В последнее время

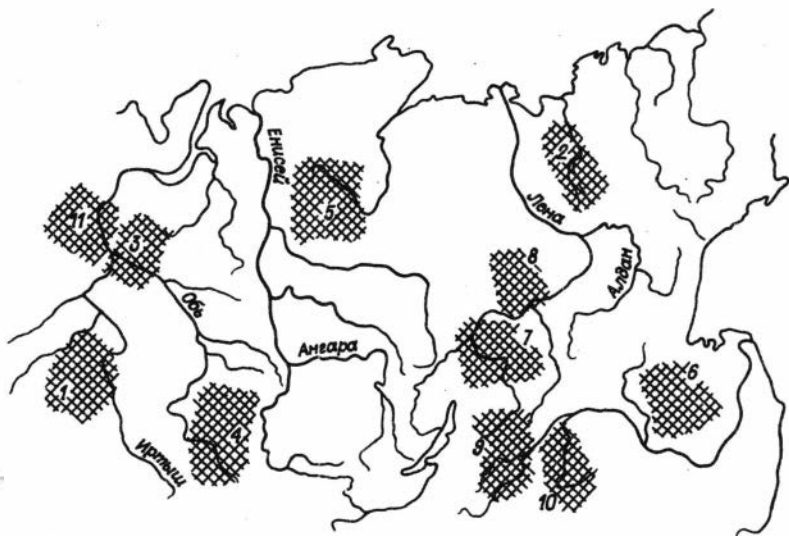
непрерывную модель рельефа изучают с помощью тренд-анализа (Берлянт, 1971; Порядин, 1974; Табацкий, 1977; Якименко, Порядин, 1978; и др.). Тренд-анализ применяется для описания связности разобщенных форм рельефа (непрерывности геоморфологического пространства), морфоструктурный анализ концентрирует внимание на разделении рельефа на части (дискретность геоморфологического пространства). Безусловно, что эти два свойства выступают в рельефе в единстве.

Таким образом, изучая непрерывную модель рельефа, методологически имеем право на выделение в рельефе любых полей и поверхностей, лишь бы они имели геоморфологический смысл. Почему же для анализа взяты именно эти две поверхности - вершинная и базисная, повсеместно распространенные? Потому что с их положением в пространстве связана деятельность современных геоморфологических процессов. Эти две поверхности ограничивают снизу и сверху зону проявления процессов денудации, их соотношение друг с другом определяет направленное развитие рельефа Земли (Философов, 1975; Черванев, 1982). Обе эти поверхности не только тесно связаны между собой, но и взаимодействуют с нижележащими в земной коре "как следствие литодинамического обмена между недрами и поверхностью планеты" (Флоренсов, 1978, с.74).

Теснота линейной корреляционной зависимости между вершинной и базисной поверхностями определена для 11 тектоногеоморфологических областей Сибири и Дальнего Востока (см. рисунок). Вершинное и базисное поля высот заданы равномерной сетью точек 20 x 30 км. Задача корреляции решена по стандартной программе сотрудником информационно-вычислительного центра ПГО "Красноярскгеология" Н.С.Маковской при участии В.С.Порядина. Программа предусматривает выдачу кроме коэффициента корреляции таких статистических параметров, как среднеарифметические высоты вершинных и базисных поверхностей  $\bar{h}_в$ ,  $\bar{h}_б$ , амплитуда высот  $\Delta h$ , коэффициент вариации  $v_в$ ,  $v_б$ , асимметрия  $As_в, As_б$ , эксцесс  $Ex_в$ ,  $Ex_б$  дисперсия  $\sigma_в$ ,  $\sigma_б$  (см. таблицу).

Среднеарифметическая высота отображает действие в рельефе основных рельефообразующих факторов. Вместе с амплитудой высот эти два показателя можно рассматривать как относительную характеристику потенциальной энергии рельефа, напряженности поля высот. Потенциальная энергия затрачивается на перемещение материала с высоких на более низкие гипсометрические уровни. Поскольку перемещение происходит в поле силы тяжести, величина потенциальной энергии зависит от высоты и амплитуды высот (или "разность





Расположение тектоногеоморфологических районов.

1 - Ишимская и Северо-Казахстанская наклонные равнины; 2 - Яно-Индигирское нагорье; 3 - Средне-Обская низменность; 4 - Горный Алтай и Западный Саян; 5 - плато Путорана; 6 - горы и равнины Дальнего Востока; 7 - станочная зона Байкальского рифта; 8 - Центрально-Якутская низменность; 9 - Забайкалье; 10 - Шилко-Аргунская зона Восточного Забайкалья; 11 - Люлим-Ворская возвышенность.

потенциалов" в терминологии А.Д.Арманда и "разность геопотенциалов" в терминологии В.П.Философова). О степени напряженности поля можно судить по значениям средневзвешенной высоты и амплитуды высот (графы 2,3,4 таблицы). Высокая напряженность характерна для Горного Алтая, Западного Саяна, Станочной зоны Байкальского рифта. О средней напряженности свидетельствуют абсолютные значения показателей для гор и равнин Дальнего Востока, Забайкалья, плато Путорана, Шилко-Аргунской зоны Восточного Забайкалья, Яно-Индигирского нагорья. Остальные области характеризуются низкой напряженностью.

Коэффициент вариации в процентах служит для оценки степени изменения высот вершинной и базисной поверхностей и не несет определенной геоморфологической информации. Можно только заметить, что в большинстве случаев высоты базисной поверхности варьируют сильнее, чем высоты вершинной поверхности.

Статистические показатели вершинной и базисной поверхностей

Тектоногеоморфологический район	$r$	$\bar{h}_0$	$\bar{h}_B$	$\Delta h$	$v_0$	$v_B$	$\Delta v_0$	$\Delta v_B$	$E_{x_0}$	$E_{x_B}$	$b_0$	$b_B$
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Ишимская и Северо-Казахстанская наклонные равнины	0,96	278	425	147	68	70	+0,75	+0,88	-0,07	+0,03	189	297
2. Яно-Индигорское нагорье	0,86	316	924	608	86	63	+0,60	+0,19	-0,70	-0,80	272	586
3. Средне-Обская низменность	0,86	57	91	34	48	33	+0,35	+0,11	-0,99	-0,55	27	30
4. Горный Алтай и Западный Саян	0,81	912	2281	1370	60	45	+0,68	-0,18	-0,45	-0,97	549	1048
5. Плато Путорана	0,74	204	749	545	63	36	+0,39	-0,81	-0,45	+0,22	129	275
6. Горы и равнины Дальнего Востока	0,73	255	1092	837	85	55	+0,97	+0,22	+0,40	-0,83	218	602
7. Становая зона Байкальского рифта	0,72	423	1429	1000	49	42	+0,90	+0,22	+0,69	-0,82	208	612
8. Центрально-Якутская низменность	0,53	185	357	172	37	31	+0,37	+0,24	-0,84	-0,38	68	113
9. Забайкалье (центральная и западная части)	0,49	760	1433	673	23	32	+0,48	+0,99	-0,13	+0,60	177	466
10. Шилко-Аргунская зона Восточного Забайкалья	0,44	599	1013	415	13	23	+0,50	+0,14	-0,37	-1,12	78	235
11. Делим-Ворская возвышенность	0,29	48	142	94	80	63	+5,20	+3,70	-	-	38	89

Асимметрия – характеристика скошенности распределения. Асимметрия равна нулю в том случае, если высоты рельефа распределены симметрично относительно средней высоты. В рельефе вершинной и базисной поверхностей преобладают высоты, меньшие, чем средняя высота. Об этом свидетельствует положительный знак асимметрии. Положительная асимметрия характерна для базисной поверхности одиннадцати проанализированных участков рельефа. Резкая положительная асимметрия отмечается для базисной поверхности Люлим-Ворской возвышенности, для всех остальных районов значение показателя, близкое к нулю, свидетельствует о распределении высот, близком к симметричному. Симметричным можно считать и распределение высот вершинной поверхности, за исключением Люлим-Ворской возвышенности. Отрицательная асимметрия вершинной поверхности Горного Алтая, Западного Саяна и плато Путорана свидетельствует о преобладании высот, больших средней высоты.

Эксцесс характеризует остро- или плосковершинность распределения высот. Положительный эксцесс базисной поверхности гор и равнин Дальнего Востока, а также Становой зоны Байкальского рифта и вершинной поверхности Забайкалья указывает на преобладание средних и близких к средним высотам. Во всех остальных случаях отрицательные значения эксцесса связаны с различной степенью расчлененности рельефа вершинной и базисной поверхностей. Необходимо заметить, что по значениям асимметрии и эксцесса можно судить о степени выработанности рельефа. Равновесное состояние рельефа характеризуется симметричным распределением высот относительно средней высоты и положительным эксцессом, неравновесное – отрицательным эксцессом и отрицательной асимметрией.

Дисперсия (среднеквадратическое отклонение) – показатель, чаще всего используемый для оценки изменчивости поля высот или степени расчлененности рельефа. Чем больше этот показатель, тем расчлененнее рельеф. Дисперсия наряду со среднеарифметической высотой и амплитудой высот являются энергетическими характеристиками рельефа, их тесная связь четко прослеживается в таблице. Наибольшая амплитуда высот и самые высокие значения дисперсии характерны для базисной и вершинной поверхностей Горного Алтая и Западного Саяна, причем дисперсия вершинной поверхности вдвое больше, чем базисной (графы I1 и I2). Вычисленные статистические показатели характеризуют напряженность поля высот или относительную энергию рельефа.

Рассчитанные коэффициенты корреляции (графа 1) вершинной и базисной поверхностей изменяются в широких пределах. Самая тесная линейная связь с абсолютным значением коэффициента корреля-

ции 0,96 характерна для Ишимской и Северо-Казахстанской наклонных равнин. По значению коэффициента корреляции от 0,86 до 0,72 тесная линейная связь намечается для вершинной и базисной поверхностей Яно-Индигирского нагорья, Средне-Обской низменности, Горного Алтая и Западного Саяна, плато Путорана, гор и равнин Дальнего Востока, Становой зоны Байкальского рифта. Низкие значения коэффициента корреляции (от 0,53 до 0,29) для поверхностей Центрально-Якутской низменности, Забайкалья, Шилко-Аргунской зоны Восточного Забайкалья и Люлим-Ворской возвышенности свидетельствуют об отсутствии линейной связи.

Прежде всего высокие значения коэффициента корреляции вершинной и базисной поверхностей могут служить показателем динамики развития рельефа. Если эндогенные процессы уравниваются экзогенными, имеет место высокая корреляция поверхностей. Это характерно для Ишимской и Северо-Казахстанской наклонных равнин, где унаследованное развитие рельефа проявляется в полном соответствии вершинной и базисной поверхностей. Можно согласиться с Г.И.Худяковым (1977), который считает, что форма вершинной поверхности в большей степени отражает тектоническую составляющую рельефообразования, а базисная – несет информацию о денудационно-аккумулятивной составляющей. По значению коэффициента корреляции можно судить о степени компенсации тектонических движений денудацией. С увеличением недокомпенсации абсолютные значения коэффициента корреляции уменьшаются. Такой пример представляет Центрально-Якутская равнина, приуроченная к Вилжойской синеклизе и Предверхоянскому прогибу, с минимальной корреляцией.

Высокая корреляция вершинной и базисной поверхностей в случае компенсации тектонических движений процессами денудации вероятна и с аномалиями гравитационного поля, что наблюдается при равновесном развитии рельефа. Наличие такой связи дало основание Г.И.Худякову (1977) сформулировать "принцип гипсометрической корреляции рельефа", который проверен при оценке сохранности выровненного рельефа гор юга Дальнего Востока. Согласно указанному принципу, гармоничный рельеф фиксируется максимальной корреляцией вершинной и базисной поверхностей, дисгармоничный – минимальной корреляцией.

Проанализированные 11 тектоногеоморфологических районов по степени гармоничного развития могут быть поставлены в определенный ряд от Ишимской и Северо-Казахстанской наклонных равнин с максимальной корреляцией вершинной и базисной поверхностей до минимальной корреляции и дисгармоничного рельефа Люлим-Ворской возвышенности. По этому принципу и расположены все районы в таблице.

Таким образом, строение вершинной и базисной поверхностей можно охарактеризовать набором статистических показателей. Геоморфологическую информацию о напряженности поля высот проанализированных поверхностей несут три показателя: средняя высота, амплитуда высот и дисперсия. По корреляции вершинной поверхности с базисной можно судить о состоянии развития рельефа, степени его выработанности и равновесности.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Арманд А.Д. Теория поля и проблема выделения геосистем. - В кн.: Вопросы географии. Сб.98. М.: Мысль, 1975, с.92-106.
- Берлянт А.М. Картографический метод исследования природных явлений. Практическое пособие. М.: Изд-во МГУ, 1971. 75 с.
- Бирюков Б.В. Кибернетика и методология науки. М.: Наука, 1974. 414 с.
- Герасимов И.П. Структурные черты рельефа земной поверхности на территории СССР и их происхождение. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 100 с.
- Порядин В.С. Стохастический метод морфоструктурного анализа (на примере юго-западной части Сибирской платформы). Автореф. канд. дис. Новосибирск, 1974. 24 с.
- Рыков А.П. Геометрия недр. М.: Углетехиздат, 1952. 60 с.
- Соболевский П.К. Современная горная геометрия. - Социалистическая промышленность и реконструкция, 1932, № 7, с.42-77.
- Табачкий И.М. Новейшая тектоника авангарской части Енисейского края и прилегающей окраины Сибирской платформы. Автореф. канд. дис. Новосибирск, 1977. 23 с.
- Философов В.П. Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур. Саратов: Изд-во Саратовск. ун-та, 1960. 93 с.
- Философов В.П. Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. Саратов: Изд-во Саратовск. ун-та, 1975. 232 с.
- Флоренсов Н.А. Очерки структурной геоморфологии. М.: Наука, 1978. 238 с.
- Худяков Г.И. Геоморфотектоника юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1977. 256 с.
- Черванев И.Г. Структура рельефа и ее анализ. - В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с.64-70.

Якименко Э.Л., Порядин В.С. Методы тренд-анализа рельефа Восточной Якутии. - В кн.: Геоморфологические формации Сибири. Новосибирск: Наука, 1978, с.93-114.

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ СЕЙСМИЧНОСТИ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

Г.А.Чернов

В процессе проведения работ по сейсмическому районированию разного масштаба мы неоднократно обнаруживали, что в условиях Алтае-Саянской горной области некоторые свойства сейсмичности не укладываются в привычные для других регионов понятия. Например, очень слабая современная сейсмичность Западного Саяна не соответствует тому представлению о сейсмичности этой территории, которое может сложиться на основании изучения палеосейсмогенных структур; очаговые области современных и палеоземлетрясений далеко не всюду концентрируются вдоль зон разломов, как это предписывает сеймотектонический метод; в Туве на некоторых участках с наивысшими значениями градиентов скоростей новейших тектонических движений и на флангах тектонических зон сейсмичность по инструментальным и сейсмогеологическим данным очень низка. Эти и другие причины побудили к пересмотру некоторых ортодоксальных принципов геологического изучения сейсмичности и, в частности, к доработке системы применяемых методов.

Геологические работы по обоснованию сейсмичности имеют два главных подхода. С одной стороны, ведутся поиски геологических критериев сейсмичности - традиционный комплекс исследований, заключающийся в анализе описаний и карт изучаемой территории - геологических, тектонических, геофизических, с выявлением крупных блоков земной коры, установлением основных этапов их тектонического развития, изучением истории осадочного покрова и этапов тектонической активизации, исследованием протяженности геологических структур и геофизических полей, их однородности и других свойств в соответствии с историко-структурным подходом. Полученные данные сравниваются с картами сейсмичности, на основании чего делаются выводы о потенциальной сейсмичности отдельных участков изучаемого района. С другой стороны, исследователями используется возможность непосредственного полевого изучения

остаточных деформаций (структур), возникших при относительно сильных землетрясениях, распространение которых связывают с областями новейшей тектонической активизации. Полевое исследование дает материал для карты эпицентров землетрясений (нанесение эпицентров землетрясений по палеосейсмогеологическим данным) или для карты потенциальной сейсмичности (оконтуривание областей вероятного возникновения землетрясений с определенной магнитудой на основании оценки тектонической активности новейших и современных процессов, проявившихся в рельефе).

Из-за недостаточности сведений о сильных землетрясениях, связанной с малой продолжительностью инструментальных наблюдений (около 20 лет), малочисленностью сейсмостатистических данных ввиду слабой заселенности и культурной отсталости Тувы и Горного Алтая в прошлом и редкой повторяемостью сильных землетрясений, нами уделялось большое внимание полевому исследованию сейсмичности. Особая роль отводилась поиску критериев обнаружения очаговых зон старых землетрясений такой силы (6-8 баллов) и такой периодичности (один раз в несколько сотен лет), которые должны были бы здесь проявиться во многих районах. Выбранная сфера исследования, таким образом, соприкасается со сферой вероятного проявления сейсмогенных разрывов поверхности и тектонических нарушений, изучаемых методом палеосейсмодислокаций ( $I_0 \geq 96$ ). Несмотря на общее признание целесообразности геологического изучения последствий землетрясений и на древность этой проблемы, возможность нахождения старых очаговых зон неизвестных землетрясений указанной интенсивности до последнего времени даже не обсуждалась.

В настоящей статье дается обзор новых понятий, методов и идей, которые разрабатывались нами за 1975-1980 гг. на материале Алтае-Саянской горной области, главным образом Тувы.

### Сейсмогеологическая роль котловин Тувы

Совмещая карты эпицентров или карту сейсмической активности с картой рельефа Тувы, можно видеть, что к о т л о в и н ы<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Понятия "котловина" и "впадина" мы разделяем таким образом: котловина - форма рельефа, впадина - геологическое образование, определенное по времени формирования (например, палеозойская, юрская и др.). В соответствии с таким пониманием определяются границы котловин и впадин.

Т у в ы с л а б о а к т и в н ы , п р а к т и ч е с к и а с е й с м и ч н ы . Э т о о б с т о я т е л ь с т в о б ы л о у ч т е н о п р и о б щ е м и д е т а л ь н о м с е й с м и ч е с к о м р а й о н и р о в а н и и . Н а п р и м е р , п р а к т и ч е с к и а с е й с м и ч н а в н а с т o я щ е е в р е м я К ы з ы л ь с к а я к о т л о в и н а , г д е м а к с и м а л ь н ы е з а р е г и с т р и р о в а н н ы е з а п о с л е д н и е 20 л е т з е м л е т р я с е н и я о т н о с я т с я к 9-м у э н е р г е т и ч е с к о м у к л а с с у . Х е м ч и к с к а я и У л у г х е м с к а я к о т л о в и н ы , o т л и ч а ю щ и е с я м е н ь ш и м и р а з м е р а м и , и м е ю т п о в ы ш е н н у ю с е й с м и ч н о с т ь з а с ч е т н о в е й ш е й п а р е р а б o т к и и х к р а е в ы х ч а с т е й и а к т и в н о с т и м е ж п а д и н н ы х п е р е м ы ч е к . З д е с ь и з в е с т н ы з e м л e t p я c e н и я 11-г о и 12-г о к л a c c o в . Н и з к а я с e й c m и ч н o c т ь к o т л o в и н п o c p a в н e н и ю c c e й c m и ч н o c т ью г o p и п р e д г o p ь я м п o k a з a н a к o л и ч e c t в e н н o п у т e м п o д c ч e т a э п и ц e н т p o в п o k л a c c a m o т д e л ь н o в г o p a x , к o т л o в и н a x и п р e д г o p ь я x в c e й A л т a e - C a я н с к o й o б л a c т и . П р и т a k o м п o d c ч e т e (н а п р и м e р e з e m л e t p я c e н и й 1963-1972 г г . ) в c к p ы л a c ь o б щ a я у п o p я д o ч e н н a я з a в и c и м o c т ь р e л ь e ф a и c e й c m и ч н o c т и : в г o p a x н а и б o л e e ч а c т ы з e m л e t p я c e н и я н и з ш и x k л a c c o в (9 и 10), в п р e д г o p ь я x - в ы c ш и x (13), а в к o т л o в и н a x к o л и ч e c t в o з e m л e t p я c e н и й к a ж d o г o k л a c c a c н и ж a e т с я в c p e д н e м д o 11%. Г e o л o г и ч e c к и e п р и ч и н ы э т o г o я в л e н и я o т ч a c т и я c н ы , e c л и c ч и т a т ь , ч т o п р e д г o p ь я п р e д c т a в л я ю т c o б o й н a и б o л e e п o д в и ж н у ю o б л a c т ь p a c т y щ и x г o p . Ч т o к a c a e т c я к o т л o в и н , т o п o p o д ы и x o c н o в a н и й в т e k т o н и ч e c k o м o т н o c e н и и , к a k п p a в и л o , в e д у т c e б я ц a c c и в н o . И з a н a л и з a г e o л o г и ч e c k o й и c т o p и и Ц e н т p a л ь н o й Т у в ы c л e д y e т , ч т o к o т л o в и н ы p a з в и в a л и c ь в o c н o в н o м y н a c л e d o в a n n o н a м e c т e Т у в и н с к o й п a л e o z o й c k o й в п a д и н ы , p a з м e p ы к o т o p o й п o c л e d o в a т e л ь н o c o k p a щ a л и c ь , н a ч и н a я c э т a п a p a н н e г o o p o г e н e z a в п o з д н e м к e м б p и и - c и л y p e и к o н ч a я д e й т e p o o p o г e н н ы м э т a п o м в м e z o z o e и к a й н o z o e . З н a ч и т e л ь н a я ю г o - в o c т o ч н a я ч a c т ь К ы з ы л ь c k o й м e z o z o й c k o й в п a д и н ы (т a м , г д e o c a d k и c p e д н e й ю p ы л e ж a т н a к o p e в ы в e т p и в a н и я Т у в и н c k o г o м a c c и в a ) б ы л a н a л o ж e н н o й и p a з в и в a e т c я к a k н a л o ж e n n a я к o т л o в и н a д o н a c т o я щ e г o в р e м e н и , п o c т e п e n n o п o г л o щ a я К a a x e м c k o e н a г o p ь e B o c т o ч н o й Т у в ы . C o в e р ш e n n o н e т д a n n ы x , к o т o p ы e б ы c в и д e т e л ь c t в o в a л и o п p o г и б a н и и д н и щ к o т л o в и н и y в e л и ч e н и и м o щ н o c т и o т л o ж e н и й в и x ц e н т p a л ь н ы x ч a c т я x . M o щ н o c т ь o c a d k o в , н a k o п и в ш и x c я в Т у в и н c k и x к o т л o в и н a x в к a й н o z o e , к a k п o k a z a л a Л . C . M и л я e в a (1981) н a o c н o в a н и и и з y ч e н и я б y p o в o г o м a т e p и a л a , c o c т a в л я e т в c p e д н e м 50-80 м и л и ш ь н a o т д e л ь н ы x к p a e в ы x y ч a c т k a x к o т л o в и н (Ш a г o н a p c k o м , Ч a a x o л ь c k o м , П р и т a н н y o л ь c k o м ) д o c т и г a e т 150-200 м (M и л я e в a , 1981). E c л и c д e л a т ь c x e m a т и ч e c k и й p a з p e з c и c t e м ы м o n г o л o - т у в и н c k и x к o т л o в и н в и н т e p в a л e К o б д o - Н и ж н e y д и н c k , т o н a н e м б y д e т



отчетливо видно, что вся система котловин вместе с окружающими их горами дугообразно изогнута, притом наименьшую отметку дна имеет Кызыльская котловина (650 м над ур. м.), а наибольшую — котловина оз. Хара-Ус-Нур (1160 м). Промежуточные уровни котловин (равно как и максимальные отметки окружающих их гор) последовательно повышаются как в сторону Кобдо, так и в сторону Нижнеудинска. Это наводит на мысль, что все котловины мегаструктуры Хакасско-Монгольского прогиба объединены одной гипсометрической поверхностью, которая в процессе формирования гор Центральной Азии воздымалась, коробилась, но, по-видимому, в кайнозой котловины этой мегаструктуры не испытывали дифференцированных отрицательных движений, которые могли бы свидетельствовать об их индивидуальной тектонической активности. На этом приходится делать акцент потому, что среди исследователей указанной части Азии бытует совершенно противоположное убеждение, ничем не доказываемое и не оправдываемое, кроме ссылок на концептуальную часть тектоностратиграфического метода, с немотивированной переоценкой которого мы встречаемся часто. Также нет никаких данных о том, что когда-либо и какая-либо из тувинских котловин испытывала бы дифференцированное поднятие на фоне относительно неподвижных гор. У нас сложилось твердое мнение о том, что межгорная котловина — пассивный орган геотектуры, особенности анатомии которой определяются активной жизнью положительных морфоструктур. Отсюда легко понять и объяснить современную и недавнюю прошлую сейсмическую пассивность тувинских котловин. В отношении вертикальных движений и индивидуальной активности алтае-саянские котловины отличаются от байкальских котловин с высокоразвитой в их пределах сейсмичностью и впадин-котловин Тянь-Шаня, характеризующихся дифференцированным (?) прогибанием в них отдельных частей с накоплением в мезокайнозой осадков мощностью до 5–6 км.

Упомянутое своеобразие алтае-саянских котловин не исключает и внутритиповых черт различий. Среди них наиболее характерно различие, определяющее размеры ячеек оротектонической решетки, или масштаб морфоструктур. Алтайские котловины имеют меньшие размеры, чем тувинские, последние, в свою очередь, меньше монгольских. С увеличением размеров котловин увеличивается общая сейсмичность, в частности вероятность возникновения очагов сильных землетрясений. Данная тенденция развита в Алтае-Саянской горной области довольно устойчиво. Может быть, она связана с

тем, что сильные землетрясения тяготеют к более протяженным геологическим структурам; возможно, решающее значение имеет сосредоточение тектонической энергии в узком межкотловинном пространстве. Так или иначе мы использовали эту закономерность при общем сейсмическом районировании.

### Сейсмогены и сейсмические геоциклы

На примере Тувы показано, что значительные сейсмические проявления (эпицентры современных землетрясений и остаточные явления старых землетрясений) группируются в пространстве таким образом, что образуют пространственно-разобщенные и относительно независимые совокупности. Они характеризуются столь длительными трансформациями сейсмического режима, что за доступный наблюдению период времени проследить весь цикл изменения сейсмичности, безусловно, не удается. Такое положение ограничивает понимание сейсмических процессов на уровне традиционной "сейсмогенной зоны", представляющей собой зону тектонического нарушения, с которой связывается современная сейсмическая активность. Поэтому нами применены некоторые новые термины и понятия.

**Сейсмоген** (в проекции на поверхность Земли) — это участок<sup>2</sup>, в пределах которого долговременно генерируются сравнительно сильные или аномально частые сейсмические колебания. Предполагается, что тектонические напряжения, возникающие в рамках сейсмогена, способны разрешаться землетрясениями, очаговые области которых размещаются в зоне одного из разломов сейсмогена или лежат вне их зон. Продолжительность существования сейсмогена зависит от способности его регенерировать тектонические напряжения после их разрядки землетрясениями.

**Сейсмическим геоциклом** назван период сейсмической жизни данного сейсмогена, включающий время его активизации и

<sup>2</sup> На сейсмический процесс в данном участке оказывают влияние и процессы на соседних участках, и глобальные тектонические процессы, и, вероятно, различные небесные тела, поэтому в тексте дано лишь удобное (для выделения на карте) определение сейсмогена. Можно допустить более строгое определение сейсмогена как совокупности факторов, оказывающих решающее влияние на сейсмичность участка.

время относительного сейсмического покоя до начала новой активизации, если таковая наступает. В отличие от элементарного сейсмического цикла сейсмический геоцикл имеет период сейсмического затишья, обусловленный не накоплением новой энергии после разрядки напряжений, а переносом ее на другие сейсмогены вследствие долговременного накопления изменений в динамической структуре сейсмогена и создания качественно иного плана тектонических напряжений в земной коре. Активный этап сейсмического геоцикла состоит из множества сейсмических циклов. Его продолжительность, по-видимому, может достигать величины этапа тектонической активизации, но в общем случае она должна составлять какую-то его часть.

На территории Западного Саяна и Тувы нами выделены следующие сейсмогены: Западно-Саянский, Саяно-Тувинский, Шапшальский, Цаган-Шибэтинский, Торгалыкский, Обручевский, Сангилёнский, Аржанский (Бусийнгольский и Хангайский). При этом учитывались разнообразные сведения, набор которых приблизительно соответствовал исходной информации, используемой при сейсмическом районировании: карты эпицентров землетрясений, карты сейсмической активности, карта новейших разломов, анализ рельефа и неотектоники области, данные многолетних полевых наблюдений новейших и сейсмогенных структур и др. Анализируя совокупности этих данных по сейсмогенам, нетрудно убедиться в том, что группа северо-западных сейсмогенов (Западно-Саянский, Саяно-Тувинский) относится к наиболее древним сейсмогенам с голоценовыми сейсмодислокациями и низким уровнем современной сейсмичности (сейсмическая активность в Западном Саяне составляет  $A_{10}=0,01+0,03$ ). Группа центральных сейсмогенов (Цаган-Шибэтинский, Торгалыкский, Обручевский), по-видимому, находится в стадии наибольшего раскрытия сейсмических возможностей. Наряду с молодыми сейсмогенными структурами (недостаточно полно еще изученными) отмечается изрядно повышенная сейсмическая активность (до значений  $A_{10}=0,2$ ). И наконец, сейсмогены юго-восточной части Тувы (Сангилёнский, Бусийнгольский) характеризуются нарастающими темпами сейсмического развития. Здесь наиболее часто повторяются землетрясения до I4-го энергетического класса, сейсмическая активность достигает наивысших значений в Алтае-Саянской горной области ( $A_{10}=0,3$ ). Между тем таких сейсмогенных структур, которые могли бы быть достойными вершины сейсмического геоцикла, не обнаружено. Из краткой характеристики сейсмогенов видно, что различные сейсмогены Западного Саяна и Тувы проявляют

максимальную активность в разные периоды времени: для одних она, видимо, в прошлом, для других — в настоящем, для третьих — в будущем.

Таким образом, мы подчеркиваем необходимость изучения сейсмических явлений в пределах сейсмогенов, отличающихся друг от друга закономерностями современного проявления сейсмичности, конструкцией и механизмом очагов землетрясений, наличием и распространением сейсмогенных структур и другими особенностями сейсмического режима. Следует обращать внимание на разновозрастность сейсмогенов и возможность оценки с помощью разнообразной информации фазы развития каждого сейсмогена и, следовательно, тенденции его дальнейшего развития.

### Метод сейсмоглифов

При землетрясениях интенсивностью 7 баллов и более, происходящих в горных районах, на поверхности скал появляются многочисленные свежие сколы — сейсмоглифы. В этом убеждает исследование двух случайных землетрясений: Каргыйского на Сангилене в Юго-Восточной Туве 27 февраля 1972 г. (обследовано летом того же года) и Тьупского в Киргизии 24 марта 1978 г. (обследовано в 1979 г.). В обоих случаях образование сколов непосредственно в момент главного толчка землетрясения подтверждено свидетельством местных жителей. Многолетнее изучение подобных структур в Туве, Горном Алтае, Средней Азии и других горных районах показало, что во многих случаях они имеют очаговое распространение. Лишь в отдельных случаях подобные структуры имеют несейсмогенное происхождение. Изученные сейсмогенные структуры получили название **с е й с м о г л и ф о в** и были рекомендованы для регистрации очаговых зон старых землетрясений. Метод сейсмоглифов основан на диагностике их как структур сейсмогенного разрушения скальных обнажений и на сопоставлении их со структурами, образование которых наблюдалось при конкретных землетрясениях в соответствии с актуалистическим принципом диалектического метода. Техника метода сейсмоглифов заключается в 1) полезном обнаружении очагового распространения структур недавнего разрушения (нарушения) скальных обнажений, 2) доказательстве сейсмогенной природы обнаруженных структур на основании комплекса признаков (Чернов, 1980), 3) исследовании условий распространения сейсмоглифов на разных породах, 4) оконтуривании очаговой области разземлетрясения и 5) оценке параметров исследуемого землетрясения (координаты эпи-

центра, интенсивность, дата). В основе метода лежат также представления о медленном старении сколовых поверхностей, образованных на коренных породах. Сейсмоглифы существуют до тех пор, пока совокупность свежесформированных сколотых поверхностей можно еще отличить от древних поверхностей скал, покрытых корочкой выветривания и растительностью. Вначале мы думали, что сколы как сейсмоглифы перестают существовать с появлением на них лишайникового покрова, но позднее, с изучением литературы по лихенометрии, стало ясно, что жизнь сейсмоглифов можно определить более длительным отрезком времени, устанавливаемым для каждого случая индивидуально.

Среди сейсмоглифов наиболее распространены сколы. Следующие основные разновидности сколов изучены в 1972 и 1975 гг. в Восточной Туве и позднее в Центральной Туве и Горном Алтае. Ч и с т ы й с к о л - структура отрыва массы породы от обнажения по вертикальным трещинам без участия горизонтальных трещин. Н а д к о л - структура выпадения массы породы над горизонтальной трещиной в результате косоугольного удара или при косом расположении пологой трещины. Если скальная масса переместилась в горизонтальной плоскости, но не упала, создается неустойчивая структура - н е с о с т о я в ш и й с я н а д к о л - аналог явления перемещения предметов по горизонтали при землетрясении, описанного, например, Ч.Рихтером (1963). Несостоявшийся надкол - хороший признак сейсмогенеза. П о д к о л - структура выпадения сколотой глыбы из-под горизонтальной трещины с отрывом по вертикальным трещинам. В ы к о л - структура, образованная выкидыванием глыбы обнажения из пространства между вертикальными трещинами с отрывом в плоскости горизонтальной трещины. Это редкий сейсмоглиф, образование которого можно связывать с возникновением ускорения, превышающего  $g$ . П р о к о л - структура выпадения небольшой массы породы из вертикальной стенки обнажения, вследствие чего в стенке образуется отверстие.

Большинство сколов, наблюдавшихся в Восточной Туве, образованы в кембрийских и протерозойских мраморах, чаще всего - в графитизированных мраморах балыктыгхемской свиты среднего протерозоя. Наиболее редкие сколы - выкол и прокол - наблюдались в черных кембрийских известняках и зеленых сланцах. Скальные выходы известняков и мраморов имеют серый цвет, а поверхности свежих сколов, достигающие здесь многих десятков квадратных метров, - белый или желтоватый, повсюду более светлый тонально, благодаря чему с высоких плоских водораздельных вершин между реками Каргы и Балыктыгхем можно было обозреть почти всю южную половину плейстоценовой области Каргыйского землетрясения.

Навалом названо одноактное, происшедшее при землетрясении накопление каменных обломков в основании высоких и крутых скальных обнажений на поверхности ранее накопленных обломков. Образование некоторых навалов на Сангилене связано с периодической активизацией трещин или зон дробления, в плоскости которых происходит обламывание породы и выкрашивание обломочного материала. На поверхности старого замшелого навала практически не бывает свежих обломков, не связанных с землетрясениями.

При образовании скола любого вида происходит разделение структуры на две части, одна из которых очерчивает бывшее положение выпавшей каменной массы, а другая — ее новое положение. Собственно сейсмоглифом в данной паре является бывшее положение массы, так сказать, структурная пустота. При наблюдении навала, наоборот, регистрируется новое положение обломков и почти игнорируется их прежнее положение. Такой подход представляет интерес потому, что в навале возникают качественно новые признаки структуры: сгруппированность обломков, их стратифицированность, характерность среды наслоения. Особенно важны такие свойства среды, как влажность, влияющая на скорость выветривания, подвижность обломков на поверхности наслоения, устойчивость среды (навалы на речном льду разрушаются при весеннем таянии, навалы на дороге разбираются лодьями и т. п.) — признаки, дающие дополнительные сведения о землетрясении.

Выше перечислены сейсмоглифы, возникшие при ударном воздействии сейсмической волны. Некоторые структуры, по-видимому, могут появиться при короблении поверхности Земли, описываемом многими очевидцами катастрофических землетрясений и имеющим вид земляных волн. К таким структурам отнесены микросейсмодислокации и обколы, которые, как предполагается, могут быть образованы и при умеренном выражении этого эффекта. Микросейсмодислокация — результат незначительного относительного перемещения отдельных блоков скального обнажения. Такие признаки структуры указывают на ее вероятную сейсмогенность: свежесть и одновременность образования новых поверхностей, выступающих из-под сдвинутых блоков, присутствие других сейсмоглифов, надвигание в отличие от гравитационных смещений, висячего бока структуры на лежащий. Обкол — своеобразный сейсмоглиф, представляющий собой результат обкалывания острых ребер блоков породы при их относительном смещении. Нередко при обкалывании образуются призматические тонкие обломки породы. Последние не всегда выпадают из того блока, в котором они образованы, и тогда получается несостоявшийся обкол.

Здесь названы далеко не все структуры, образующиеся в связи с землетрясением, и не все из числа наблюдавшихся. Каждое новое исследование дает новые наблюдения и количество их продолжает увеличиваться. Изучая очаговую зону давнего землетрясения, исследователь должен замечать все разнообразные изменения поверхности скал и пространства под ними. При таком подходе ему будет сопутствовать уверенность, что объектом исследования является очаговая зона праяземлетрясения, а не какое-либо другое явление.

Сравнивая распространение сейсмоглифов в Центральной Туве со сложившимися представлениями о сейсмичности этого района, убеждаемся в высокой эффективности этого метода для разграничения территорий, испытавших за последние несколько сотен лет землетрясения 6, 7 баллов и более и не испытавших их. Метод подтвердил низкую сейсмичность Кызыльской котловины, выделение Обручевского сейсмогена, современную сейсмическую пассивность хр. Восточного Танну-Ола и некоторые другие заключения, сделанные ранее. В зависимости от состава и строения пород обнажений сейсмоглифы возникают в них при сотрясениях в 6, 7, а в некоторых случаях, по-видимому, только в 8 баллов. Сейсмогенные сколы в первую очередь образуются на известняках и мраморах и нередко отсутствуют в контактирующих с ними породах. Наиболее затруднено образование сколов в глубоко метаморфизованных породах. Применение метода сейсмоглифов практически невозможно при обследовании активных тектонических зон с глубоким проникновением линейных кор выветривания в тектониты, областей развития высокоэнергичного денудационного рельефа и некоторых других, к счастью, немногочисленных в горных районах мест. Что касается оценки возраста землетрясений, очаговые области которых определены по сейсмоглифам, то наибольшие надежды возлагаются на лихенометрический метод, разработанный канадским лихенологом Р.Бешелем (*Beschel, 1961*). Определение возраста разных геоморфологических поверхностей по размерам круглых лишайников было немного. Из иностранных публикаций, кроме основных работ Бешеля по Западной Гренландии и Альпам, заслуживает внимания обстоятельное исследование Эндрю и Веббера (*Andrews, Webb, 1964*) морен Барнского ледникового покрова на острове Баффинова Земля в Канаде и определение Фолльманом (*Follman, 1961*) возраста каменных статуй и надгробий в Полинезии. Из советских ученых лихенометрию применили Мартин (1971) для оценки возраста ледниковых регрессий, а также Никонов и Шебелина (1978) как при-

мер определения возраста сейсмодислокаций, возникших при Хаитском землетрясении в 1949 г.

В заключение коснемся возможных путей решения проблем, затронутых в статье.

Дальнейшее (после работ Л.К.Зятыковой, А.С.Митропольского, П.Я.Зеленкова и др.) геологическое изучение сейсмичности Западного Саяна, на наш взгляд, практически не должно прибавить новой информации о землетрясениях этой страны, если не будет использован метод сейсмоглифов, который дает возможность обнаружить эпикентральные зоны старых землетрясений. В свою очередь, без пополнения информации о старых землетрясениях невозможно понять картину современной сейсмичности.

Сейсмологические исследования Тувы и Алтая в большинстве районов, за исключением, по-видимому, самых южных участков, соседствующих с монгольскими котловинами, показали плохую выраженность сейсмогенных зон. Частично это можно объяснить густотой их расположения и небольшой протяженностью, а частично — недостаточно длительными наблюдениями сильных землетрясений. К сожалению, приходится констатировать, что концепция "сейсмогенных зон" И.Е.Губина в данных условиях не всегда применима. На такой случай рекомендуется исходить из предлагаемой концепции "сейсмогенов" как категорий, объединяющих сейсмогенные зоны в геологическое пространство любой формы, в пределах которого выражен повышенный и единый сейсмический режим.

Сложную проблему представляет собою несоответствие между большими скоростями новейших тектонических движений (до  $1 \cdot 10^{-8}$  см/см·год и более) и почти нулевой сейсмичностью в области так называемого Предтаннуольского прогиба. Согласно специальным исследованиям (Гэзовский и др., 1959; Борисов, Шенкарева, 1972), такая связь имеет, как правило, очень хорошую корреляцию. Статистический обзор землетрясений Алтае-Саянской горной области тоже подтверждает высокую сейсмическую активность предгорий. Можно было бы полагать, что эта проблема возникла из-за ошибочного подхода к расчету градиентов, основанному на предположении, что хр.Восточный Танну-Ола целиком поднялся за последние 25 млн. лет, тогда как данное поднятие могло произойти немного раньше (возможно, в ордовикское время), и в таком случае рассчитываемые градиенты оказались бы минимальными. Но не исключается и какая-либо другая причина низкой сейсмичности предтаннуольской зоны, так как эта зона продолжается на северо-запад, пересекает р.Удуг-Хем, Уукский и Куртушибинский хребты и проходит в Западный Саян, сохраняя некоторые постоянные свойства: аномально низкую



современную сейсмичность (что хорошо отражает карта сейсмической активности: величины  $A_{10}$  здесь не превышают 0,01), отсутствие (не обнаружены) геологических признаков сейсмичности, пониженный рельеф. Совершенно неожиданное свойство зоны – исчезновение в ней флангов многих, в том числе тектонически активных в новейшее время разрывов (частично под мезозойскими отложениями Кызыльской впадины и палеозойскими – Турано-Ужкской, а частично – не завершение, а может быть, плохая выраженность на поверхности). Складывается впечатление, что фланги тектонических разрывов здесь в современную эпоху слабоактивны. Это можно понять только как результат понижения в это время тектонической активности участка Тувы. Естественно допускается, что те сейсмогены, у которых фланги тектонических зон сейсмоактивны, переживают в настоящий момент фазу наивысшей или нарастающей тектонической активности (например, Обручевский сейсмоген).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Борисов А.А., Шенкарева Г.А. Сейсмолого-геофизическая характеристика Кавказа и запада Средней Азии. – Бюл. МОИП. Отд. геол., 1972, т.47, № 6, с.5-16.
- Гзовский М.В., Крестников В.Н., Рейснер Г.И. Геологические методы количественной характеристики средних градиентов скорости вертикальных тектонических движений (изменений наклона) земной коры и некоторые результаты их применения. – Изв. АН СССР. Сер. геофиз., 1959, № 8, с.1147-1156.
- Мартин Ю.Л. Использование лишайников как индикаторов времени обнажения горных пород. – В кн.: Теоретические вопросы фитоиндикации. Л.: Наука, 1971, с.105-109.
- Миляева Л.С. Рельеф Тувинских котловин. – В кн.: Закономерности развития рельефа Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1982, с.106-115.
- Никонов А.А., Шебалина Т.Ю. Новый способ определения возраста сейсмодислокаций (на примере эпицентральной зоны Хаитского землетрясения 1949 г.). – Докл. АН СССР, т. 242, № 4, 1978, с.808-811.
- Рихтер Ч.Ф. Элементарная сейсмология. М.: ИЛ, 1963. 668 с.
- Чернов Г.А. Сейсмоглифы и сейсмичность Тувы. – Геол. и геофиз., 1980, № 11, с.101-108.
- Andrews J.T., Webber P.J. A lichenometrical study of the north-western margin of the Barnes Ice Cap: a geomorphological technique. – Geogr. Bull., N 22, 1964, p.80-104.

Beschel R.E. Dating rock surfaces by lichen growth and its application to glaciology and physiography (lichenometry). - Geol. of Arctic, 1961, v.2, p.1044-1062.

Follmann G. Lichenometrische Alterbestimmung an vorchristlichen Steinsetzungen der polinesischen Osterinsel. - Naturwiss., 1961, Bd 48, Hf. 19, S.627-628.

## РЕЛЬЕФ И ПЕРСПЕКТИВЫ

### СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

#### ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

В.А.Николаев, Д.В.Пучкова

Каждый раздел настоящей статьи имеет две части. В первой освещаются основные особенности строения рельефа, во второй - рассматриваются главнейшие мелиоративные проблемы, практическая реализация которых предусматривает рациональное использование земельных ресурсов.

#### Южные равнины Западной Сибири

По данным анализа картографических материалов, южная часть Западно-Сибирской равнины может быть разделена на три геоморфологические провинции. На западе региона денудационные равнины охватывают очень большую часть степных и лесостепных районов Северного Казахстана, Ишимской степи и Омского Прииртышья. В их пределах широко распространены преимущественно глинистые озерные и озерно-аллювиальные, в разной степени минерализованные неогеновые образования. На большей части лесостепных районов они или перекрыты маломощным чехлом четвертичных суглинков, или непосредственно выходят на дневную поверхность. Идеально ровный рельеф неогеновых равнин участками осложнен наличием плоских западин и присутствием очень редкой сети древних ложбин и их озеровидных расширений. На территории описываемой геоморфологической провинции в основном развиты черноземы. Солонцы, солончаки и осолоделые луговые почвы встречаются главным образом только там, где третичные отложения выходят на дневную поверхность или

залегает на весьма незначительной глубине (Курумбельская степь). Относительная пестрота почвенного покрова отмечается лишь на участках развития более усложненного рельефа и в зонах сопряжения различных геоморфологических провинций и формаций.

Вторая геоморфологическая провинция южных равнин Западной Сибири охватывает все области аллювиальных и аллювиально-озерных равнин. К их числу относится Бель-Агачская степь, Кулунда, Бараба, Рыбинско-Карачалинская и Вагайская лесостепи, а также все террасовые равнины современных речных систем и древних ложбин стока. Области их развития, как правило, характеризуются глубоким погружением палеозойского фундамента, региональным развитием морских фаций мезозоя и кайнозоя и широким распространением верхнечетвертичных аллювиальных и аллювиально-озерных отложений довольно большой мощности. Следует особо подчеркнуть, что все более значительные области развития молодых аллювиальных равнин закономерно приурочены к районам распространения погребенных долин нижнесреднечетвертичных прарек и к их озеровидным расширениям.

Аллювиально-озерные отложения второй геоморфологической провинции встречаются только на наиболее пониженной территории южных равнин Западной Сибири. Они характеризуются развитием более сложных форм современного рельефа. Здесь представлены три типа гривных равнин и многие разновидности дельтовых равнин с наложенными формами эоловой аккумуляции. Кроме того, в указанных районах широко развита также разновозрастная система древних ложбин стока. В связи с этим во второй геоморфологической провинции наблюдается максимальная мозаичность почвенного покрова по сравнению со всеми другими районами южной части Западно-Сибирской равнины. Такой вывод убедительно вытекает из рассмотрения почвенных карт гривных равнин Барабы, на которых закартированы почти все разновидности ее почвенных ассоциаций. Лишь в центральной зоне Кулундинской степи отмечаются более однородные массивы каштановых почв и южных черноземов. Однако и там по причине распространения своеобразных относительных древних форм флювиального рельефа довольно часто присутствуют солонцы, солончаки и в разной степени засоленные почвы.

Формирование геоморфологической провинции предгорных аккумулятивно-денудационных равнин неразрывно связано с активизацией тектонических движений в пределах ведущих структурных элементов Колывань-Томской складчатой зоны, Салаирского кряжа и Алтая. В большинстве названных равнин палеозойские отложения непосредственно выходят на дневную поверхность или залегают на сравнительно

но небольшой глубине. Вследствие этого главнейшие положительные и отрицательные формы современного рельефа предгорной провинции отражают тесную взаимосвязь с плановым расположением основных структур палеозойского фундамента и унаследуют их господствующие простирания. Абсолютные отметки многих предгорных равнин колеблются в пределах 200–300 м. Основу их рельефа составляют широко развитые формы овражно-балочной сети. По сравнению со всеми другими геоморфологическими провинциями южной части Западно-Сибирской равнины описываемая область характеризуется максимальными значениями густоты расчленения рельефа, глубины расчленения рельефа и уклонов земной поверхности. По этим показателям многие ее районы должны быть выделены в особую зону склонового земледелия.

На большей части предгорных равнин развит мощный покров субаэральных и субкавальных средне-верхнечетвертичных лессовидных отложений. Их мощность постепенно уменьшается при движении к приподнятым районам площадного развития палеозойских пород. В пределах Приобского плато, Обь-Чулымской возвышенности и Присаляирской равнины в основном распространены серые лесные, в разной степени оподзоленные почвы и выщелоченные черноземы.

Установленная взаимосвязь между геологическим субстратом, рельефом и почвенным покровом во многом определяет экономическую эффективность хозяйственного использования земельных ресурсов южных равнин Западной Сибири. Она находится в прямой зависимости от числа геоморфологических провинций, подпровинций, формаций и подформаций, которые входят в административные границы той или иной области, так как зоны их раздела, характер почвенного покрова и морфологические особенности рельефа обуславливают не только урожайность сельскохозяйственных культур, но и потенциальную опасность в отношении возникновения водной и ветровой эрозии, развития процессов вторичного засоления почв и грунтовых вод. С этих позиций из всех административных подразделений южной части Западно-Сибирской равнины в лучших природных условиях находится Северо-Казахстанская область, а в наиболее тяжелых – Новосибирская. На территории первой развита одна геоморфологическая провинция, а на территории второй – три провинции и восемь подпровинций. Справедливость наших выводов подтверждает анализ хозяйственной деятельности совхозов и колхозов за многие годы.

Рост продуктивности сельского хозяйства Новосибирской области потребует значительных затрат на осуществление сложных мелиоративных мероприятий. Что касается всех остальных административных подразделений южной части Западно-Сибирской равнины, то по сложности проведения необходимых гидротехнических работ они занимают

промежуточное положение между указанными областями, так как на их территории развиты только две геоморфологические провинции с меньшим числом более дробных подразделений.

Проблемы мелиорации Барабинской низменности  
и вопросы рационального использования земельных ресурсов  
южных равнин Западной Сибири

В истории изучения Барабинской низменности в мелиоративном отношении могут быть выделены три главнейших этапа. Первые наиболее важные и ответственные изыскания проходили под руководством генерала И.И.Жилинского (1907). Он по праву принадлежит к славной плеяде русских ученых, труды которых явились основой развития новых прогрессивных направлений в области познания почвенного покрова и научного обоснования исходных положений мелиоративной практики. За предельно короткий срок без надлежащей топографической основы И.И.Жилинский провел оригинальные рекогносцировочные работы на большой слабо изученной территории, равной площади многих государств Западной Европы, выполнил необходимый цикл экспериментальных исследований, составил проект широкой мелиорации и построил мелиоративную систему, которая в течение многих лет успешно работала без всякого ремонта и обеспечила высокую эффективность использования земельных ресурсов ранее заболоченных районов Барабинской низменности.

С 1895 по 1915 г. экспедиция И.И.Жилинского проложила 3172 км осушительных каналов и ввела в сельскохозяйственный оборот до миллиона гектаров пашни, сенокосов и пастбищ. При проектировании мелиоративных мероприятий он исходил из обоснованных научных положений о том, что существующая гидрографическая сеть Барабинской низменности не в состоянии отвести избыток поверхностных вод, и его осушительные каналы, по сути дела, представляли собой искусственные водотоки, которые резко усилили дренирующую способность современных речных артерий. К сожалению, за многие годы безнадзорного существования мелиоративная система И.И.Жилинского вышла из строя, и осушенные земли подверглись процессам вторичного заболачивания.

Итоги работ И.И.Жилинского убедительно свидетельствуют о великом научном подвиге основоположника русской мелиорации и героическом труде русских крестьян, сумевших в невероятно трудных условиях без всякой механизации успешно завершить первое, по тем временам несомненно грандиозное гидротехническое строительство в

Западной Сибири и показать непревзойденные темпы широкого освоения ее земельных ресурсов. Достаточно сказать, что с 1898 по 1913 г. производство масла в Барабинской низменности после проведения мелиоративных работ увеличилось в 7 раз. Научные и практические результаты мелиоративных мероприятий первого этапа нашли свое отражение в ряде опубликованных работ, выводы которых сохранили свое значение до наших дней.

Второй этап постановки специальных исследований по проблеме мелиорации Барабинской низменности охватывает период 1944–1948 гг. В суровые годы Великой Отечественной войны Советское правительство поручило Министерству сельского хозяйства СССР и Новосибирскому исполкому областного Совета народных депутатов провести тематические работы по обоснованию мелиоративных мероприятий для дальнейшего улучшения земельных угодий области за счет осушения болот и заболоченных земель. С этой целью была организована Барабинская экспедиция, в работе которой приняли участие академические и отраслевые институты Академии наук СССР, ее Западно-Сибирского филиала и Министерства сельского хозяйства СССР.

За короткий срок экспедиция выполнила большой объем специальных исследований. Их результаты освещены в обстоятельной работе А.Д.Панади (1953). По сравнению с итогами исследований И.И.Жилинского проведенные обследования дали очень интересные и принципиально важные новые данные в области познания сложных процессов засоления почв и грунтовых вод. Тематические работы в этом направлении, успешно выполненные Н.И.Базилевич (1965), заложили прочный фундамент в познании многих вопросов мелиорации Барабинской степи. Они показали, что, несмотря на широкое распространение указанных процессов, нельзя отнести ее районы к обширной территории прогрессивного засоления. Трудно переоценить значение полученных данных в решении задач практической мелиорации. Они позволили сделать вывод о том, что в основу мелиорации Барабинской низменности "должен быть положен принцип регулирования водно-солевого режима в корнеобитаемом слое. Это значит, что борьба с водой должна быть превращена в борьбу за воду. Это положение должно быть краеугольным при установлении методов мелиорации болот и заболоченных земель в Барабе" (Панади, 1953).

Третий этап постановки тематических исследований по проблеме мелиорации Барабинской низменности охватывает период с 1971 по 1977 г. За это время Министерство мелиорации и водного хозяйства РСФСР в лице новосибирских институтов Зепсибгипроводхоз и Зепсибгипрозем составили технико-экономический доклад по мелиора-

тивными мероприятиям и освоению земель с использованием местного стока в Новосибирской области и выполнили большие работы по ее районированию для осуществления рациональных мероприятий по борьбе с водной и ветровой эрозией почв. Как и в годы Барабинской экспедиции, в проведении исследований принимали участие субподрядные организации, решавшие конкретные вопросы. Так, специалисты Запсибгипроводхоза подробно рассмотрели целый ряд первоочередных проблем мелиоративного освоения Новосибирской области с основным упором на районы Барабинской низменности и Кулунды, а также на проблему обводнения оз. Чаны за счет водных ресурсов р.Оби с организацией вдоль трассы переброски оросительной системы на площади 200-250 тыс. га. Запсибгипроводхоз к числу первоочередных мелиоративных задач отнес восстановление сети осушительных каналов И.И.Жилинского. Этот вывод в свое время усиленно поддерживали и сотрудники Барабинской экспедиции.

В настоящее время основное внимание в Новосибирской области уделено проектированию и строительству частных объектов в границах того или иного совхоза или колхоза, и в значительно меньшей степени выполняются главнейшие работы по срочной реставрации мелиоративной системы И.И.Жилинского, о восстановлении которой были приняты соответствующие решения. Указанные работы необходимо проводить одновременно с большим опережением темпов строительства основной осушительной системы и всегда помнить, что на территории Новосибирской области процессы заболачивания Западно-Сибирской равнины достигли своего апогея. По сравнению со всеми соседними областями граница интенсивного развития болотных массивов в Барабинской низменности уже продвинулась на юг на 150 км. В связи с этим, как и в прошлые годы, основные мелиоративные мероприятия по коренному улучшению сельскохозяйственных угодий Барабы должны быть направлены на осушение болот и заболоченных земель путем строительства главнейших магистральных каналов большой протяженности. В основу генеральной мелиоративной системы нужно положить научные предпосылки И.И.Жилинского. Но его каналы следует сохранить лишь в том случае, где их местоположение полностью отвечает тем оптимальным условиям, которые можно определить сейчас путем детального анализа всех новейших исходных данных, принимая во внимание и материалы реставрации палеогеографической обстановки последнего этапа в истории развития природы Барабинской низменности.

С учетом высказанных пожеланий основная идея в научном обосновании общей схемы мелиоративных работ по осушению болот и заболоченных земель Барабинской низменности должна предусматривать

реставрацию древних ложбин стока, омоложение современной речной сети и разумное использование вторичных речных систем всей заболоченной территории Обь-Иртышского междуречья. Искусственные магистральные каналы следует вписать в единый наиболее рациональный каркас древних, современных и вторичных речных долин и долинообразных понижений. Только при этом условии новая регулировка поверхностного стока приведет к резкому увеличению дренирующей способности всей мелиоративной системы, которая должна быть построена в максимально короткий срок.

Проведенные исследования показали, что 8 тыс. лет назад болота на территории Западно-Сибирской равнины занимали 11 тыс. м<sup>2</sup> (менее 0,4%), а в настоящее время их площадь составляет примерно 799 тыс. м<sup>2</sup> (более 26%). В наши дни мощность торфяников "трансгрессивного" пояса современных болот Обь-Иртышского междуречья ежегодно увеличивается на 0,5 см, и вокруг него заболачивается около 5000 га. Приведенные цифры ярко характеризуют прогрессирующее заболачивание значительной территории Новосибирской области и не могут вызывать никаких сомнений в острой необходимости возведения на ее территории мощной осушительной системы. В этих условиях осушение небольших участков и поддержание их в осушенном состоянии из-за большой обводненности весьма затруднительно. По последним данным, в торфяниках Западно-Сибирской равнины накопились большие запасы болотных вод, которые оцениваются не менее чем в 1270 км<sup>2</sup> (Тимашев, 1979).

Обобщая итоги многолетнего изучения природных условий Новосибирской области, следует сказать, что ее территория является весьма своеобразной в отношении практического решения многих проблем рационального освоения и охраны естественных ресурсов. По сложности природной обстановки она не может идти ни в какое сравнение со всеми другими административными подразделениями сельскохозяйственной зоны Западно-Сибирской равнины. Парадоксальность многих природных явлений и процессов в пределах весьма значительной части Новосибирской области затрудняет проработку оригинальных мелиоративных решений и требует привлечения большой армии различных специалистов для комплексного обоснования любой поставленной задачи. Достаточно указать на процессы площадного заболачивания. Вследствие их развития природные зоны Новосибирской области предельно сжаты, и на ее территории наблюдаются все звенья широтной зональности Западно-Сибирской равнины, за исключением географических ландшафтов Крайнего Севера.

Учитывая эти положения, проблема мелиорации Новосибирской области, в том числе и проблема обводнения Чановского бассейна,



не может быть успешно разрешена с узковедомственных позиций. Об этом убедительно говорит многолетний опыт разработки и частичной реализации многих проектов. Все они рассматривают задачу пополнения водных ресурсов оз. Чаны в отрыве от детального и взаимосвязанного анализа его своеобразных условий, без учета истории их естественного формирования на последнем этапе развития нашей планеты. Обводнение Чановского бассейна следует отнести к группе очень ответственных географических проблем общесоюзного значения. В основе ее решения должна лежать идея одновременности: активная борьба с прогрессирующими процессами площадного заболачивания Новосибирской области в сочетании с отводом избыточных вод. Совершенно ясно, что любой проект переброски части стока обских вод в оз. Чаны и любые мероприятия по искусственному сокращению его акватории расчленением на отдельные плесы не решат главную задачу рационального освоения и охраны природных ресурсов Новосибирской области в целом и не остановят дальнейшее продвижение пагубных процессов площадного заболачивания в южном направлении.

В перспективе по мере завершения проектирования и сооружения Енисей-Обь-Каспийской общегосударственной мелиоративной системы и ввода в эксплуатацию головного самотечного канала "Южсибреки", который в значительной степени будет использовать водные ресурсы Саяно-Шушенского водохранилища, откроются большие возможности для широкого орошения южных равнин Западной Сибири и обводнения Чановского бассейна в необходимых масштабах. В связи со строительством Кулундинского оросительного канала и возведением групповых водопроводов на территории Барнаульского Приобья и Новосибирской области решение вопроса об изъятии из Обского моря дополнительной воды для обогащения Чановского бассейна имеет большие трудности. Нужно помнить, что ресурсы Новосибирского водохранилища еще очень нужны в течение всей навигации для поддержания минимальной гарантированной глубины на участке Новосибирск - устье р.Томи и на многие другие первостепенные водохозяйственные мероприятия.

Помимо всестороннего учета природных особенностей Новосибирской области, при решении проблемы обводнения оз. Чаны необходима реставрация палеогеографической обстановки последнего этапа в развитии природных условий Западной Сибири, на базе которой можно полнее обосновать общую схему осушения большей части области в едином комплексе с задачей переброски избыточных вод в Чановский бассейн.

Кроме того, следует учесть внутривековую ритмику солнечно-

земных связей, которая ярко проявляется на территории Новосибирской области в закономерной смене периодов общей увлажненности южных равнин Западной Сибири. Это необходимо для того, чтобы разумно сохранять избыток поверхностных вод очередного периода повышенной влажности и обеспечить их рациональное использование в засушливые годы.

При решении данной проблемы важно максимально использовать опыт мелиоративных работ прошлых лет, в особенности материалы проектирования, строительства и длительной эксплуатации первой Барабинской мелиоративной системы И.И.Жилинского. Его научные предпосылки и практические решения не только сохранили свое значение до наших дней, но и приобрели новые положительные качества в свете последних данных о природных условиях Новосибирской области. В целях положительного решения поставленной проблемы необходимо объединить усилия многих специалистов для обобщения больших исходных фактических материалов. По различным аспектам познания природы Новосибирской области за многие годы опубликовано несколько тысяч работ, но нет ни одной монографии, в которой были бы систематизированы итоги проведенных исследований.

Основная парадоксальность природных условий Новосибирской области состоит в том, что на ее территории рядом сосуществуют резко различные естественно-исторические формации. С одной стороны, это беспредельно большие болотные массивы Обь-Иртышского междуречья, которые представляют собой гигантский водоем, вместивший около половины годового стока р.Оби ( $200 \text{ км}^3$ ), а с другой - весьма значительная Чёны-Абышкан-Сумы-Чебаклинская система высохших и высыхающих озер. В недавнем прошлом болотные массивы и озерные системы являлись единой природной формацией аллювиальных и аллювиально-озерных лесостепных и степных равнин, расчлененных густой сетью речных долин и древних ложбин стока. Весьма развитая гидрографическая сеть обеспечивала хороший дренаж Обь-Иртышского междуречья, регулярное пополнение озерных котловин и их постоянную проточность со сбросом вод в р.Иртыш. Впоследствии с изменением климатической обстановки в пределах Обь-Иртышского междуречья усилились процессы площадного заболачивания. По мере их активизации происходило отмирание и преждевременное старение не только древних ложбин стока, но и современных речных артерий. Их основная площадь питания начала интенсивно зарастать водной растительностью и заторфовываться. В связи с этим сток мелких рек постепенно сокращался и прекращался. По мере увеличения мощности торфяного покрова русла современных рек и древних ложбин стока оказались оторванными от минерального грунта и стали по-

гружаться в болотные массивы. В процессе дальнейшего площадного развития торфяников и увеличения их мощности произошло нивелирование водоразделов, речных долин и ложбин древнего стока. Объединение болотных массивов привело к формированию очень сложных болотных систем и их стремительному продвижению в южном направлении. В них из-за недостаточного оттока вод в период весеннего половодья развивались эрозионные процессы, которые привели в конечном счете к зарождению на поверхности торфяников новой речной сети вторичного происхождения. Направление ее стока в ряде случаев приобретало иную ориентировку и приводило к существенному изменению общего плана вторичной сети по сравнению с конфигурацией первичных водных артерий.

Из краткого анализа палеогеографической обстановки последнего этапа в развитии природы Новосибирской области можно сделать вывод о том, что основная идея в научном обосновании мелиоративных работ должна предусматривать реставрацию древних ложбин стока, омоложение современной речной сети и рациональное использование вторичных речных систем всей заболоченной территории Обь-Иртышского междуречья. Новая регулировка поверхностного стока приведет к резкому увеличению дренирующей способности речных долин и древних ложбин стока. Практический опыт прошлых лет наглядно показал, что даже простейшие мелиоративные работы по спрямлению излучин, уменьшению многорукавности и расчистке русла от древесины и карчей в условиях Западно-Сибирской равнины при минимальных уклонах обеспечит увеличение водности таежных рек в 2-3 раза. В пределах Барабинской низменности водные артерии Чановского бассейна и реки верхнего бассейна Оми имеют довольно значительные уклоны по сравнению с многими таежными районами Западно-Сибирской равнины. Так, например, перепад р.Чулым на расстоянии 250 км (по прямой) достигает 50-55 м. При подобных условиях после проведения мелиоративных работ большого масштаба можно ожидать значительного увеличения пропускной способности омоложенных речных систем.

Коренную реконструкцию речной сети Барабинской низменности необходимо проводить не только в отношении тех рек, которые впадают в оз. Чаны, но и всего бассейна р.Оми. В настоящее время Омь и ее притоки обладают ограниченными водными ресурсами и во многих случаях не могут обеспечить запросы сельского хозяйства. После реконструкции современной речной сети можно будет определенную часть водных ресурсов р.Оми направить на пополнение Чановского бассейна. При проведении подсчетов по предложенному варианту пополнения оз. Чаны следует предусмотреть и восстано-

ление былой проточности Чаны-Чебаклинской озерной системы для борьбы с развитием процессов вторичного засоления почв и грунтовых вод.

При проработке предлагаемой схемы обводнения Чановского бассейна на всех этапах необходимо широко использовать материалы космической информации. Особенно полезной она может оказаться при реставрации пространственного расположения древних ложбин стока. Изучение речной сети вторичного происхождения в пределах районов Обь-Иртышского междуречья следует проводить по данным аэрофотосъемки. При восстановлении истории развития современных речных артерий, помимо использования вышеуказанных материалов, потребуются геолого-геоморфологические исследования по специальной программе.

Практическую реализацию выдвинутых положений надо начать с омоложения современной речной сети Чановского бассейна, с восстановления древних ложбин стока и проведения других важных мелиоративных работ. К ним относятся лесопосадки вдоль побережья оз. Чаны и на его весьма многочисленных островах, комплекс зимних мелиораций, улучшение общей морфологии водной чаши оз. Чаны с целью максимального сокращения процессов испарения, использование пресных самоизливающихся термальных вод для борьбы с зимними заморами, проведение опытных работ по освоению подземных, в разной степени минерализованных вод после их опреснения методами зимнего вымораживания, консервацию весенних талых и ливневых вод и многие другие эффективные мероприятия по сохранению и увеличению водных ресурсов в степных районах Западно-Сибирской равнины.

В настоящее время рассмотренная проблема находится в центре внимания многих академических, отраслевых и учебных институтов и производственных организаций. Они ведут большие работы по различным аспектам мелиоративных исследований, но, к сожалению, без достаточной координации и без необходимого совместного обсуждения тех или иных спорных вопросов. Поэтому следует сделать все возможное для объединения разрозненных усилий с целью решения поставленной задачи в наиболее короткие сроки.

Рассматривая вопросы мелиорации Барабинской низменности, следует хотя бы кратко остановиться на анализе последних данных о преобладании на ее территории своеобразных форм гривного рельефа. К 20-м годам нашего столетия в результате проведения маршрутных исследований сложились определенные представления о том, что на огромной территории степных и лесостепных районов южной части Западно-Сибирской равнины и особенно в Барабе широко развит гривный рельеф.

Сложившееся представление оказало решающее влияние на практическую реализацию большого плана мелиоративных работ. Наличие грив и межгривных понижений не только значительно усложняет строительство мелиоративных систем, но и вызывает вполне обоснованные опасения в отношении возможной активизации процессов вторичного засоления почв и грунтовых вод. Многолетняя практика показала, что на территории гривного рельефа бороться с указанными явлениями очень трудно. В связи с этим на протяжении ряда лет расходы на проведение мелиоративных работ в степных и лесостепных районах Западно-Сибирской низменности составляли ничтожно малый процент от общих ассигнований Российской Федерации, хотя они уже давно дают значительную часть валового сбора самой лучшей пшеницы в нашей стране.

В свете изложенных фактов в числе проблем большой мелиорации южных равнин Западной Сибири встал вопрос о строго научном обосновании сложившихся представлений о широком развитии гривного рельефа. Для решения поставленной задачи были проведены специальные исследования (Николаев, Пилькевич, 1972). Они показали, что гривный рельеф занимает лишь 5,5% от общей площади сельскохозяйственной зоны Западной Сибири. Относительно широко он развит в Новосибирской (19,1%), Северо-Казахстанской (14,5%) и Омской (9,5%) областях. Таким образом, ошибочные данные о наличии гривного рельефа больше не могут служить препятствием на пути развития мелиоративных работ.

При сельскохозяйственном районировании Новосибирской области и всей территории южных равнин Западной Сибири учитывались исходные материалы о соотношении тепла и влаги и некоторые экономические соображения, и только на основании этих данных выделяемые районы относились к единой зоне степного земледелия. Между тем совершенно ясно, что исходя из особенностей строения рельефа в пределах предгорных равнин, занимающих в бассейне верхнего течения р.Оби очень большую территорию, необходимо было выделить обширную зону склонового земледелия. Например, в районах Ишимской степи, Барабы и Кулунды уклоны пахотных угодий измеряются минутами, а в пределах обширных предгорных равнин — градусами. Слабое внимание к изучению современного рельефа южных равнин Западной Сибири привело не только к развитию водной эрозии, но и выявило недостаточную подготовленность к геоморфологическому обоснованию большого плана мелиоративных работ.

Природные условия предгорных равнин и их овражно-балочный рельеф создают благоприятные предпосылки к развитию водной эрозии. Ежегодно весной с каждого гектара предгорных равнин стекает

350–650 м<sup>3</sup> воды. Практика показала, что строительство даже самых простейших гидротехнических сооружений в системе овражно-балочных водосбросов вместе с проведением несложных агротехнических приемов обработки почв приводит к резкому сокращению водной эрозии и повышению урожайности. Зарегулированные весенние воды могут быть аккумулированы в ряде искусственных водоемов и широко использованы для развития как прудового хозяйства, так и для орошения сельскохозяйственных культур. По имеющимся данным, с поливного гектара предгорных равнин можно ежегодно собирать до 45 ц пшеницы, или 450–650 ц силосной массы. Таким образом, природные условия предгорных равнин и морфологические особенности их рельефа дают возможность выдвинуть и обосновать новую для Западной Сибири систему ведения сельскохозяйственного производства путем одновременной организации рентабельного зернового и прудового хозяйства в одних руках. При реализации выдвинутых положений предгорные равнины Западной Сибири в самое ближайшее время могут стать надежным поставщиком товарной рыбы и зерна.

В принятых решениях о мелиорации нечерноземной зоны европейской части нашей страны и Свердловской области ничего не было сказано о районах Западной Сибири. Южная, наиболее освоенная часть ее нечерноземной зоны занимает большую территорию: от восточного склона Урала до Енисея, что составляет 2000 км. Ее средняя ширина достигает 150 км, в районах Омской и Тюменской областей она возрастает до 250 км. По сравнению с другими районами нашей страны нечерноземная зона Западной Сибири во многих отношениях весьма благоприятна для проведения мелиоративных работ. На значительной ее территории развиты древние и молодые аллювиальные равнины прарек и современных речных артерий. Террасированный рельеф, ограниченное распространение гривных ландшафтов, отсутствие замкнутых озерных систем локальной аккумуляции и многие другие не менее важные факторы природной обстановки позволяют высоко оценить перспективы освоения нечерноземной зоны Западной Сибири. Многолетний опыт говорит о том, что все затраты на мелиоративное благоустройство нечерноземной зоны Западной Сибири окупятся в короткий срок.

Изложенные материалы позволяют по достоинству оценить обоснованные выводы об истории и морфологии современного рельефа земной поверхности в решении задач мелиоративной практики. Ученые и специалисты производственных организаций должны сделать все возможное для опережающего развития тематических исследований в области дальнейшего изучения рельефа южных равнин Западной Сибири и своевременно представить необходимые материалы для

составления межрегиональных и региональных проектов широкой мелиорации.

### Проблема обводнения южных равнин Западной Сибири

На географической карте Советского Союза от северной оконечности Ямальского полуострова до государственной границы с Ираном и Афганистаном размахнулись равнинные районы Турана, Тургай и Западной Сибири. В настоящее время в связи с решением важнейших проблем территориального перераспределения водных ресурсов они объединены в единый Срединный регион, который должен стать основной базой нашей страны по производству всех видов сельскохозяйственной продукции. Проекты переброски части стока сибирских рек в засушливые районы Казахстана и Средней Азии в наши дни стали главнейшим объектом тематических исследований многих научных и производственных организаций.

За длительный срок проработки Обь-Арало-Каспийской проблемы предложены самые различные проекты, которые можно объединить в три группы. Первая предусматривает создание канала "Южсибреки", который должен изъять часть речных вод Алтае-Саянской горной области и по искусственным каналам самотеком направить их через Тургай в районы Средней Азии. Вторая группа выдвигает идею строительства высоких или низких плотин в долинах рек Оби и Иртыша с самотечным или механическим подъемом воды до максимальных абсолютных отметок Тургайского водораздела. В самое последнее время выдвинуты принципиально новые проекты переброски части стока сибирских рек через Урал в бассейн рек Печоры, Камы и Волги и далее по каналам в р.Урал и Среднюю Азию. Их осуществление базируется на заборе воды из р. Оби у города Салехарда.

Было решено, что за основу разработки единой системы перераспределения речного стока Западной Сибири следует принять проект антиреки. При его реализации предусматривался забор воды из Оби ниже устья р.Иртыша, у с. Белогорье и ее последующая перекачка через серию низконапорных плотин особого типа до максимальной высоты Тургайского водораздела.

Однако многие сибирские ученые считают, что проект антиреки решает только вопросы обводнения засушливых районов Казахстана и Средней Азии. Задачу орошения и осушения главнейших сельскохозяйственных районов Ишимской степи, Барабы и Кулунды он выводит из общегосударственной проблемы и фактически возлагает ее решение на областные мелиоративные организации, которые не могут вы-

полнить проработки больших межрегиональных проектов. Между тем во многих проработанных проектах по Обь-Арало-Каспийской системе говорилось о том, что при ее осуществлении первые положительные результаты по значительному увеличению урожайности сельскохозяйственных культур должны быть получены на территории Алтайского края, Павлодарской, Новосибирской, Омской, Тюменской, Северо-Казахстанской и Курганской областей.

Проблема обводнения южных равнин Западной Сибири, Казахстана и Средней Азии не может быть успешно решена только на базе водных ресурсов р.Оби. Поэтому одновременно с проектированием и строительством первой очереди Обь-Арало-Каспийской мелиоративной системы необходимо возводить и соответствующие гидротехнические сооружения по переброске части стока р.Енисея в бассейн р.Оби, используя для этой цели бывший Кетъ-Касский судоходный канал или иные более совершенные проекты.

С учетом доводов сибирских ученых проект антиреки был пересмотрен. Взамен его запроектирован левобережный канал, который будет проходить по высокой речной террасе в значительном удалении от р.Иртыша и его высокой поймы. Одновременно с сооружением канала в более опережающих темпах начнется строительство наиболее рациональных гидротехнических сооружений по переброске части стока Верхней Оби и ее притоков в р.Иртыш. До конца возведения левобережного канала определенная часть водных ресурсов Оби и Иртыша пойдет на обводнение засушливых районов Казахстана и Средней Азии, а после его сооружения они полностью будут использованы только для орошения южных равнин Западной Сибири.

Новый проект решения Енисей-Обь-Арало-Каспийской проблемы открывает необычайно широкие перспективы ускоренного развития сельского хозяйства Западной Сибири и обязывает сибирских ученых оказать действенную помощь головным проектным организациям в решении многих вопросов прямого или косвенного влияния возводимых сооружений на изменение природных условий Ишимской степи, Барабы и Кулунды.

В первую очередь следует детально проанализировать все существующие проекты "Южсибреки" и проекты орошения и осушения Кулунды и Барабы, которые были составлены много лет тому назад. Сейчас по территории южных равнин Западной Сибири собран большой новый фактический материал о их своеобразных природных условиях, без анализа которого в наши дни нельзя рекомендовать ни один ранее составленный проект. Не менее значительные исследования необходимо провести по трассе левобережного канала с целью выбора наиболее оптимального варианта. То же самое нужно сделать и в



отношении вопроса о рациональной системе переброски части стока р. Енисея в бассейн р. Оби.

В связи с вводом нового проекта, по которому подача воды из бассейна верхнего течения р. Оби в районы Кулунды, Барабы и Ишимской степи увеличивается в десять раз по сравнению с расчетными данными ранее запроектированного Обь-Кулундинского канала, открылись широкие возможности практической реализации единого плана мелиоративных работ в пределах южных равнин Западной Сибири. К сожалению, однако, научные и проектные организации всех административных подразделений Западной Сибири и Северного Казахстана к проведению предстоящих коллективных исследований фактически не готовы. До этого их внимание было сосредоточено только на определении мелиоративных мероприятий в пределах каждой конкретной области без серьезной проработки единого перспективного плана региональных работ по обводнению сельскохозяйственных районов Западно-Сибирской равнины и Северного Казахстана.

Для успешного осуществления нового проекта обводнения равнинных территорий Западной Сибири и Северного Казахстана областные мелиоративные организации частично должны быть перестроены в направлении выделения в каждой из них особой группы специалистов по составлению единого регионального плана предстоящих работ. Их исследования следует объединить, строго скоординировать и проводить по единому плану под общим руководством научного центра. Научным центром, несомненно, должен стать Новосибирск, так как в нем находятся многочисленные академические, учебные и отраслевые институты и производственные организации, которые способны провести планируемые мероприятия на высоком научном уровне. Отметим, что ни один из районов величайшей в мире Западно-Сибирской равнины ни по сложности природной обстановки, ни по большому разнообразию ландшафтных комплексов, ни по степени общей изученности естественно-исторических процессов, ни по многолетнему опыту мелиоративных работ не может идти в сравнение с районами Новосибирской области. Они настолько разнотипны по своей природе, что опыт их освоения будет широко использован во многих других районах южных равнин Западной Сибири и Северного Казахстана. Немаловажную роль ученые и специалисты Новосибирска должны сыграть в освещении вопросов пополнения водных запасов оз. Чаны, так как реальные возможности решения этой сложной задачи неразрывно связаны с определением главнейших положений общей проблемы обводнения южных равнин Западной Сибири и Северного Казахстана.

Необходимо объединить также усилия всех естествоиспытателей

академических, учебных и отраслевых институтов и многих производственных организаций для составления фундаментальной работы "Природа южных равнин Западной Сибири", в которой будут обобщены многолетние итоги их изучения. К ней должен быть приложен наиболее полный географический атлас, отражающий все природные элементы южной части Западно-Сибирской равнины с прогнозной оценкой их возможных изменений в процессе проведения большой мелиорации.

Всю работу по координации коллективных исследований должен провести Научный совет по проблеме перераспределения водных ресурсов Сибири при Президиуме СО АН СССР. Сейчас от своевременного решения вопросов организации и тесной кооперации будет зависеть успешное решение поставленной проблемы, практическая реализация которой предопределяет дальнейшее развитие народного хозяйства Западной Сибири и Северного Казахстана на многие столетия.

### Центральные и северные равнины Западной Сибири

Отличительной чертой в строении рельефа центральной части Западно-Сибирской равнины является соизмеримость площадного развития аккумулятивных равнин прарек, современных речных систем и древних водоразделов, в строении которых принимают участие палеогеновые и верхнемеловые отложения. Первые - в центральной части Обь-Иртышского водораздела, а первые и вторые - в районах Обь-Енисейского междуречья. Ширина аккумулятивных равнин прарек и приуроченных к ним современных долин Иртыша и Оби достигает 300 км. Подобные масштабы территориального развития весьма типичны и для наиболее возвышенных денудационных равнин древних водоразделов. Пространственное расположение аккумулятивных равнин центральной зоны описываемой территории в значительной степени предопределено тектоническим строением погребенных структур Урала и Обь-Енисейской складчатой зоны и ее Иртышской ветви. Область развития денудационных равнин древних водоразделов закономерно приурочена к районам развития погребенных каледонид "Тоболия" и Обь-Енисейского междуречья. В строении структурного плана указанного междуречья участвуют и более древние тектонические образования, в частности погребенные структуры Енисейского края.

Новые данные о строении рельефа центральной зоны Западно-Сибирской равнины опровергают ранее сложившиеся представления о

том, что в левобережной части Среднего Приобья (бассейны рек Салыма, Югана, Кульёгана и др.) и в правобережных районах Нижнего Прииртышья широко распространены классические формы ледникового рельефа эпохи максимального оледенения. В свое время они несомненно существовали, но при формировании верхних аллювиальных свит прарек и верхнечетвертичных речных террас были размыты; сейчас моренные отложения с характерными отторженцами третичных отложений наблюдаются лишь в естественных разрезах, но нигде не выходят на дневную поверхность и не создают формы ледникового рельефа. Последние материалы также не подтверждают высказываний многих авторов о том, что вся центральная зона Западно-Сибирской равнины представляет собой единую обширную равнину, возникшую вследствие образования ледниковой подпруды от смыкания северных ледниковых покровов. Литологический состав, мощность осадков подпрудного бассейна и ограниченная область их распространения убедительно свидетельствуют о том, что их аккумуляция никогда не проходила за пределами нижних аллювиальных свит древних прарек (свита диагональных песков).

Основными элементами рельефа центральных равнин Западной Сибири являются междуречные пространства и террасированные долины. Наряду с этими главнейшими морфологическими элементами имеются промежуточные формы в виде склонов от междуречных пространств к речным долинам, которые вследствие своеобразных физико-географических условий среди общего рельефа местности выражены весьма отчетливо.

Поверхность водораздельных равнин в разной степени покрыта толщей торфяника. Наиболее крупные водоразделы нередко представляют собой сплошной болотный массив, включающий в себя разнообразные растительные сообщества, которые кратко можно свести к двум ландшафтным типам. С одной стороны, это безлесные болота - гальи с отдельными островами, с другой - торфяные болота, ярыя со сфагновыми кочками и болотной сосной.

В большинстве случаев в пределах интересующей нас области гребни водоразделов сдвинуты к правым берегам рек, вследствие чего водоразделы принимают резко асимметричный характер. Правые склоны долин нередко крутым обрывом спускаются к реке и почти не имеют значительных притоков. Наоборот, левобережные склоны долин весьма пологи, и в них врезаны многочисленные сильно ветвящиеся притоки, в результате чего заболоченность этих склонов значительно слабее, местами совершенно отсутствует. Ближе к верховьям асимметрия водоразделов выражена слабее, а в области истоков совершенно исчезает.

Промежуточной формой рельефа между водораздельными равнинами и террасированными долинами являются дренированные приречные склоны долин. Склоны водораздельных равнин несут на своей поверхности ясные признаки эрозионных процессов, которые легко улавливаются в довольно густой неправильно развивающейся сети ложбин глубиной до 2-3 м. Ложбины довольно часто разбивают ровную поверхность склонов на вытянутые невысокие повышения. Последние в некоторых местах усложняются небольшими понижениями, разделяющими положительную форму рельефа на ряд островов, обычно имеющих овальную форму. Самый край расчленен неширокими, но крутыми балками и оврагами, усложненными системой разветвлений. При глубине 10-15 м они прослеживаются в глубь водоразделов на несколько километров, причем базисом эрозии для них служит поверхность первой надпойменной террасы, реже - поверхность поймы. Поверхность склона покрыта преимущественно пихтово-кедровой тайгой.

Третьим основным элементом рельефа центральной зоны Западно-Сибирской равнины являются террасированные долины, занимающие в общей сложности около 30% всей территории, не считая аккумулятивных террас прарек. Беря начало на болотах, все реки Обь-Иртышского междуречья и Обь-Енисейского водораздела не имеют хорошо выраженных долин. Обычно река течет в неглубокой ложбине, теряясь временами среди необъятных болотно-лесных пространств. Далее по берегам этих ложбин появляются слабодренированные невысокие увалы, покрытые заболоченным лесом. По мере увеличения реки начинают постепенно увеличиваться и дренированные увалы, долины рек оформляются, приобретая ящикообразный поперечный профиль. Вниз по течению особенно резкое расширение долин наблюдается при впадении в основную реку первых наиболее значительных притоков. Левый берег становится более пологим, и поперечный профиль начинает приобретать асимметричный вид. Обычно расширение долины после впадения первых крупных притоков идет по направлению к устью реки весьма постепенно, но, несмотря на это, в среднем и нижнем течении ширина долины нередко измеряется уже десятками километров.

В среднем и нижнем течении рек склоны долин центральных равнин Западной Сибири террасированы. В результате резко выраженной асимметрии речных долин степень сохранности террас по обоим берегам неодинакова. На левом берегу террасы развиты значительно шире, но мощные делювиальные шлейфы в значительной степени их маскируют, и поэтому террасы морфологически выражены весьма слабо. Вследствие почти повсеместного подмыва рекой террасы правого

берега очерчены более резко, но занимаемая ими площадь невелика.

Геолого-геоморфологические исследования позволяют четче выделить в долинах главных рек центральной части Западно-Сибирской равнины ступени террас. Р.С.Ильин (1930) весьма удачно наименовал их по характеру растительности: луговая (пойменная), урманная (надлуговая), боровая (вторая надлуговая, песчаная), кедровая (неуструевская). Последнюю террасу он назвал в честь профессора С.С.Неуструева, который в 1925 г. выделил и описал в долинах рек Иртыша и Томи не выраженную в рельефе террасу. Ее мало мощные аллювиальные осадки обычно перекрыты плащом делювиальных суглинистых образований. Большой частью их физико-механические свойства имеют оптимальные показатели для произрастания кедровых массивов.

Заканчивая описание рельефа центральных равнин Западной Сибири, особо подчеркнем, что на территории аккумулятивных террас прарек, так же как и на любой поверхности аллювиальных равнин современных долин Оби и Иртыша, наблюдаются небольшие и очень редкие останцы ранее существовавшего рельефа. На севере в их строении принимают участие моренные отложения самаровского оледенения, на юге — третичные осадки, которые широко распространены в пределах значительно приподнятых денудационных равнин Обь-Иртышского водораздела и Обь-Енисейского междуречья.

Прежде чем перейти к описанию рельефа северной зоны Западно-Сибирской равнины, необходимо сказать, что новейшие и современные движения на ее территории последовательно формируют три ведущие структурные формы. С одной стороны, серию внутренних замкнутых и открытых северных впадин и с другой — разделяющую их систему положительных структур Обь-Енисейского поднятия. В системе внутренних впадин, в свою очередь, выделяется значительная положительная структура в виде Васюганского поднятия, к ведущим формам которого необходимо отнести Демьянский свод и Обский выступ. Отмеченные особенности в характере проявления новейших и современных движений на территории Западно-Сибирской равнины ярко отражены в ее общей орографии, конфигурации гидрографической сети и в основных особенностях ее естественно-исторического развития. Все основные водоразделы бассейнов рек Енисея и Оби, Оби и Иртыша приурочены к областям молодых тектонических поднятий. В пределах молодых тектонических впадин широко развиты аккумулятивные равнины длительного развития.

Приведенные данные позволяют обосновать определенную связь между строением мезозойских и кайнозойских отложений, рельефом поверхности Западно-Сибирской равнины и строением ее погребенно-

го палеозойского фундамента. Развитие кайнозойского покрова идет главным образом по старому структурному плану, что находит свое отражение в прямой связи соответствующих структурных форм с особенностями строения палеозойского фундамента.

На протяжении многих лет высказанные положения широко дискутировались в геологической литературе. На опубликованных картах неоднократно картировались большие площади сложно построенных инверсионных структур. Однако во многих случаях у одних и тех же авторов в различных изданиях территории их развития бесконечно перемещались в самых различных направлениях. В последние годы наши представления об унаследованном развитии ведущих структурных форм Западно-Сибирской равнины получили почти всеобщее признание. Так, в обстоятельной монографической работе А.Э.Конторовича, И.И.Нестерова, Ф.К.Салманова, В.С.Суркова, А.А.Трофимука и Ю.Г.Эрвье "Геология нефти и газа Западной Сибири" (1975) говорится о том, что "структурный план мезозойско-кайнозойского чехла формировался в основном под воздействием внутренней структуры фундамента" (с. 211). Одновременно на последней опубликованной карте новейших структурных элементов Западно-Сибирской плиты, составленной большим авторским коллективом под редакцией И.П.Варламова, все ранее выделенные нами (1963) положительные и отрицательные структуры нашли свое отражение под измененными названиями (Ямало-Ненецкая впадина, Сибирско-Уральская гряда, Среднеобская крупная впадина, Васюганская гряда и др.).

К северу от широтного отрезка р. Оби расположена третья ярко выраженная орографическая зона Западно-Сибирской равнины – зона развития ледниковых равнин эпохи максимального оледенения. Она занимает все центральные районы междуречья Средней Оби с притоками рек Таза, Пура и Надьма. В приуральской части ледниковые равнины прослеживаются в области Кондинско-Северо-Сосьвинского водораздела. В силу особых условий ледникового периода на описываемой территории Западно-Сибирской равнины мы не наблюдаем типичного ландшафта моренных равнин, аналогичного ледниковым равнинам европейской части Союза. По устройству поверхности широтная область Сибирских увалов представляет собой плосковолнистую, реже плоскохолмистую равнину, сложенную толщей ледниковых осадков. Кроме того, она имеет и свои характерные отличительные морфологические особенности: одновременно с присутствием плосковолнистых форм рельефа отмечается развитие приподнятых и низменных равнин. Первые имеют максимальные абсолютные отметки (до 280 м) и более резко очерченные формы эрозионного рельефа. Как правило, они представляют собой платообразные возвышенности, в районах

развития которых ледниковые образования лежат непосредственно на третичных и меловых отложениях. К подобному типу равнин относятся: Люлим-Ворская, Верхне-Казымская и Верхне-Тазовская платообразные возвышенности.

Низменные равнины, как правило, занимают более пониженные участки водораздельных пространств, и их равнинный характер усложнен лишь наличием многочисленных озер, общая площадь которых нередко составляет почти 50% всей территории. К числу типичных ландшафтов низменных равнин должна быть отнесена площадь Сургутского полесья. Для его рельефа характерно чередование широких заболоченных понижений, слабо приподнятых возвышенностей и обилие озер. По своему природному ландшафту низменные равнины ледниковой зоны напоминают районы Белорусского полесья, и не случайно ряд авторов за последнее время стал широко применять этот географический термин, принятый на Русской равнине, при описании природы Западно-Сибирской равнины.

Сопоставляя морфологические особенности ледниковых равнин с планом пространственного проявления новейших движений и с опубликованными схемами мезо-кайнозойских структур этой части Западно-Сибирской равнины, легко убедиться в их поразительном сходстве. Все крупные платообразные возвышенности приурочены к Северо-Сосьвинскому, Верхне-Казымскому и Верхне-Тазовскому сводам, а системы Сургутских полесий занимают наиболее погруженные участки погребенного фундамента. Факты говорят о том, что и в северных районах Западно-Сибирской равнины, находящихся в области более значительного прогибания, ведущие структуры мезо-кайнозойского чехла находят отражение в геоморфологических особенностях современного рельефа.

К северу от зоны ледниковых равнин расположена наиболее пониженная часть Западно-Сибирской равнины. Ее южная граница во многом совпадает с изогипсами более резкого погружения палеозойского фундамента. Абсолютные отметки северной зоны в основном не превышают 100 м и на значительной территории колеблются в пределах 50-75 м. Северная часть рассматриваемой территории - это обширная зона морских четвертичных равнин с наложенными формами водно-ледниковой и аллювиальной аккумуляции. В морфологии речных долин северной части Западно-Сибирской равнины подчеркнута их относительная молодость по сравнению с особенностями строения долин южной половины равнины. Вследствие более позднего зарождения и развития гидрографической сети после бывших здесь оледенений и морских трансгрессий в речных долинах не проходило формирования древних надпойменных террас. Существенное влияние на раз-

витие рельефа северной части равнины оказала многолетняя мерзлота. Различные формы термокарста и другие проявления мерзлотных процессов наиболее ярко выражены в современном рельефе.

### Проблема мелиорации пойменных земель Западно-Сибирской равнины

Приведенное описание общей морфологии современного рельефа центральных и северных равнин Западной Сибири раскрывает многие характерные особенности его строения, которые определяют основные направления в планировании мелиоративных работ. Мы не имеем возможности осветить весь круг вопросов большой проблемы широкого осушения таежной зоны Обского бассейна. Следует лишь сказать, что на первом этапе в плане мелиоративных работ необходимо предусмотреть реставрацию древних ложбин стока, омоложение речной сети и разумное использование вторичных речных систем всех заболоченных водоразделов. Новая регулировка поверхностного стока несомненно приведет к резкому увеличению дренирующей способности речных долин и древних ложбин стока.

Практика промышленного освоения центральных и северных равнин Западной Сибири говорит о том, что в настоящее время основным объектом мелиорации на их территории является обская пойма. К сожалению, при проведении мелиоративных работ в основном учитывают только интересы той или иной отрасли народного хозяйства. Подобный подход вызывает большие дискуссии, которые часто возникают, потому что отраслевые управления и тресты не в состоянии дать общую оценку природным ресурсам пойменной террасы и обеспечить проведение комплексных мелиораций с учетом запросов всех заинтересованных организаций. В связи с этим нами разработана наиболее полная комплексная оценка природных ресурсов пойменной террасы бассейна р. Оби на общем фоне возможного освоения пойменных земель Сибири и Дальнего Востока.

Поймы великих сибирских рек и их притоков — это миллионы гектаров сенокосных лугов, пахотных земель, лесов и рыбохозяйственных водоемов. Потенциальная площадь только одних лугов в долинах Оби, Енисея, Лены и Амура равна примерно 12 млн. га. Вследствие закономерного однопланового развития древних прарок и современных речных систем общая площадь пойменных земель на территории Западно-Сибирской равнины в среднем в 3–5 раз больше, чем в других районах Советского Союза. Только одна обская пойма простирается на 3,5 км. Ее ширина в Алтайском крае и Новосибирской об-



ласти 5-10 км, в Томской - 10-30 и Тюменской - 25-40 км. Обская пойма - это 3 млн. га сенокосных лугов и пастбищ, 2,7 млн. га леса, поистине необозримая акватория рыбохозяйственных водоемов. Общая площадь пойменных земель Западно-Сибирской равнины не меньше чем в 10 раз превосходит размеры подобных сельскохозяйственных угодий многих других районов нечерноземной зоны нашей страны. Полезная площадь лугов обской и иртышской поймы в среднем составляет 42% от общей территории пойменных земель. По многим отдельно взятым районам фактический объем луговых угодий значительно превосходит указанные средние цифры. В Кондинском районе Тюменской области на их долю приходится половина территории поймы, в Сургутском - 77 и в Ханты-Мансийском - 78%. Из-за относительно слабой заселенности размеры многих чистых луговых массивов поймы достигают 1,5-2 тыс. га.

С незапамятных времен человек заметил, что участки земли, периодически затопляемые весенними разливами рек, наиболее плодородны. Поэтому пойменные земли всегда привлекали к себе пристальное внимание. В целом они занимают относительно малую площадь по сравнению со всей территорией нашей страны, но практическая их ценность велика. Особую роль они должны сыграть в повышении продуктивности сельского хозяйства Сибири и Дальнего Востока.

Полноводные реки Сибири несут с юга тепло, смягчают климат и создают прекрасные условия для роста богатого травостоя. Луга почти ежегодно затопляются весенними водами и систематически удобряются илом. Все это весьма благоприятствует произрастанию луговой растительности, обогащенной запасами наиболее ценных питательных веществ. Урожайность пойменных лугов Сибири в среднем достигает 22-23 ц сена с гектара, а при хорошем развитии травостоя - 45 ц. Причем сибирское луговое сено при условии его своевременной заготовки всегда имеет высокие качественные показатели. Содержание одного белка (протеина) в нем колеблется от 8 до 13%. Даже сено из осоки содержит протеина не менее 9%.

Основная часть пойменных земель должна использоваться в качестве богатой природной кормовой базы для развития мясомолочного животноводства в больших масштабах. Кроме удовлетворения своих собственных нужд она может также поставлять прессованное сено и травяную муку дешевым водным путем в более южные районы Западной и Восточной Сибири, где в зимний период в них возникает насущная потребность.

Участки пойменных земель, тяготеющих к новым и старым промышленным центрам Сибири, необходимо рационально использовать

для возделывания овощей, капусты, картофеля. Успешному освоению пойменных земель под овощные культуры будут способствовать благоприятные гидрогеологические условия. Почти повсеместно в районах Западно-Сибирской равнины и, в частности, в окрестностях ее старых (Барнаул, Омск и др.) и новых (Колпашево, Сургут и др.) промышленных центров распространено относительно неглубокое залегание водоносных горизонтов с хорошей пресной водой, обладающей значительным напором. Следовательно, здесь можно организовать необходимый полив овощей без всяких дополнительных затрат на механический подъем воды.

В центральных и северных районах Западно-Сибирской равнины на территории пойменных земель всюду присутствуют высокодебитные, самоизливающиеся термальные воды, которые представляют значительный интерес не только в деле организации парниковых комбинатов, но и в решении совершенно новой проблемы — проблемы термального рыбоводства.

За последние десять лет на пойменных землях Западно-Сибирской равнины довольно широко стали возделывать все сельскохозяйственные культуры. Полученные результаты превзошли все ожидания. Так, в Чистюньском совхозе Алтайского края на пойме собрали пшеницы сорта Скала по 23 ц с гектара, а на обычных полях урожай составил 8,7 ц. Урожай ячменя на богаре был 11,5, а на пойме — 21 ц с гектара. Себестоимость центнера продукции на пойменных неполивных землях значительно ниже, чем на богаре. В этом же совхозе центнер ячменя в первом случае обошелся в 3 руб. 93 коп., а во втором — 10 руб. 40 коп., сахарной свеклы — 115 руб. 93 коп. и 185 руб. 48 коп. С орошаемых участков даже при применении механической подачи воды и недостаточном поливе против существующих норм сняли еще большие урожаи, себестоимость центнера продукции снова снизилась.

Многолетний опыт показал, что каждый гектар пойменных земель дает намного больше продукции по сравнению с обычными полями, расположенными в пределах высоких террас и древних водоразделов. Минеральные удобрения на пойме действуют более эффективно. В большинстве случаев все затраты на подготовку пойменных земель к возделыванию зерновых культур окупаются в предельно короткий срок. Благодаря наличию особых естественно-исторических условий, пойменные земли при соблюдении агрономических правил могут ежегодно давать устойчивые урожаи зерновых культур. Даже в самые засушливые годы на их территории во много раз легче провести искусственное орошение, чем осуществить подобное мероприятие на площади всех иных сельскохозяйственных угодий.

Кроме сельскохозяйственного освоения пойменные земли представляют большой интерес для организации рыбного хозяйства. Материалы проведенных исследований показали, что 22% территории обской и иртышской пойм занято озерами и многочисленными протоками. Долгие годы основной улов рыбы производился только в Оби и Иртыше. Пойменные водоемы лишь в самые последние годы стали объектом выборочного отлова, давая около 50 кг товарной рыбы с гектара. Поэтому в развитии рыбной промышленности не только Западной, но и Восточной Сибири они должны сыграть немалую роль.

Первые опыты организации термального рыбоводства в районах Омской и Тюменской областей показали, что в Западной Сибири подогрев воды в прудах и озерах за счет термальных самоизливающихся вод дает двойной эффект: с одной стороны, он способствует весьма резкому ускорению воспроизводства рыбных запасов, с другой — устраняет развитие заморных явлений. В Японии давно организованы круглогодичные питомники карпа на термальных источниках. По данным профессора Канака, они дают в 2–3 раза больше рыбной продукции с одного гектара водной поверхности по сравнению с существующими приемами выращивания карпа в обычных прудах. Учитывая гидрогеологические условия Западно-Сибирской равнины, следует сказать, что термальное рыбоводство на территории ее пойменных земель может быть успешно организовано на участках широкого развития древней наиболее приподнятой поймы, которая в настоящее время частично заливается лишь через 10–12 лет.

На бескрайних просторах пойменных земель Сибири и Дальнего Востока произрастают леса и ягодники (черемуха, смородина, ежевика и др.). Охотничьи угодья поймы богаты ондатрой, водяной крысой и различными видами уток.

В последние годы стало успешно возрождаться ранее широко распространенное полувольное разведение лошадей на пойменных лугах сибирских рек. Первые опыты показали, что табеневка очень выгодна в экономическом отношении. Один из колхозов Ханты-Мансийского автономного округа на выращивание одной лошади тратит всего 26 трудодней и 25 руб., а продает табеневочных животных по 600–800 руб. за голову.

Территория развития пойменных земель Сибири и Дальнего Востока богата и различными полезными ископаемыми. Для сельского хозяйства здесь могут быть широко использованы многочисленные месторождения торфа, сапропеля, озерно-болотного мергеля, минеральных красок и различных строительных материалов. В Западной Сибири на их территории открыты месторождения нефти и газа, в районах Восточной Сибири, Якутии, Дальнего Востока и Северо-Вос-

тока СССР к аллювиальным отложениям пойменной террасы приурочены промышленные россыпи золота, ослвянного камня, алмазов и шеелита (руда вольфрама). Кроме того, в различных районах Сибири и Дальнего Востока на участках широкого развития эрозионной пойменной террасы могут быть обнаружены и многие другие не менее ценные полезные ископаемые. Причем нередко их эксплуатация может быть организована наиболее дешевым открытым способом.

Пойменные земли Сибири и Дальнего Востока стали использоваться в различных направлениях, но на пути их освоения возникло немало проблем. Они зависят от многих причин и в первую очередь от отсутствия научных рекомендаций для составления оперативного и перспективного плана комплексного использования природных ресурсов пойменных земель на основе глубокого анализа естественно-исторических условий и особенностей экономического развития тех или иных районов и областей Сибири и Дальнего Востока.

Во многих случаях освоение пойменных земель идет по линии личной инициативы различных организаций, без учета запросов и интересов смежных отраслей народного хозяйства, что может привести к тяжелым последствиям в нарушении природного баланса. Неправильная эксплуатация сельскохозяйственных угодий пойменных террас сибирских рек и рек европейской части нашей страны вызывает большие опасения в отношении усиления эрозионных процессов.

В последние годы на территории пойменных земель Западной и Восточной Сибири и бассейна р. Амура проведены различные исследования, накоплен значительный фактический материал по многим вопросам комплексного освоения их растительных минеральных ресурсов. К сожалению, исходные данные о естественно-исторических условиях пойменных земель в значительной части неравнозначны как в территориальном плане, так и в направлении познания всех элементов их сложного природного комплекса.

Нет ни одной монографической работы, в которой интересующая нас проблема была бы рассмотрена с необходимой детальностью. Практика развития народного хозяйства пробудила инициативу многих областных организаций к проведению специальных конференций по различным вопросам комплексного освоения пойменных земель. Однако без надлежащего единого руководства они не смогут привести к практической реализации этой важнейшей проблемы с общегосударственных позиций. В масштабах Сибири и Дальнего Востока она может быть поставлена и доведена до логического конца только объединенными усилиями Сибирского отделения АН СССР и Сибирского отделения ВАСХНИЛ с широким привлечением всех заинтересованных организаций.

## З а к л ю ч е н и е

Кратко обобщив изложенные материалы о геоморфологических особенностях южных равнин Западной Сибири, на их территории с учетом анализа природной обстановки можно выделить следующие мелиоративные зоны.

**В о с т о ч н а я м е л и о р а т и в н а я з о н а .** Включает Присалаирскую, Обь-Чумышскую и Приобскую равнины. Основные мелиоративные мероприятия должны идти по линии широкого лиманного орошения на местном стоке. В пограничных районах с аллювиальными равнинами Кулунды и Барабы следует проводить орошение за счет водных ресурсов р. Оби.

**Ц е н т р а л ь н а я м е л и о р а т и в н а я з о н а .** В ее состав входят степные и лесостепные районы Бель-Агачской степи, Кулунды и Барабы. Орошение указанной территории должно базироваться на одновременном использовании обских и подземных вод. В пределах северной части Барабы для разных лет необходимо предусмотреть возможность орошения и осушения. Мелиоративные системы должны быть двойного действия.

**З а п а д н а я м е л и о р а т и в н а я з о н а .** В естественных границах зоны в основном развиты неогеновые равнины Северного Казахстана, Омского Прииртышья и Ишимской степи. В целом они представляют первоочередной объект орошения южной части Западно-Сибирской равнины за счет водных ресурсов Оби и Енисея. Лишь в центральной части Тобол-Ишимского междуречья в районах локального развития гривного рельефа и в пограничной полосе этой зоны с аллювиальными равнинами Среднего Прииртышья следует проводить орошение и осушение с использованием единой мелиоративной системы.

Приведенные материалы свидетельствуют о том, что по всем показателям проблема мелиорации нечерноземной зоны Западно-Сибирской равнины должна решаться в порядке выполнения единого общегосударственного задания первостепенной важности.

Основная идея в научном обосновании многих мелиоративных работ на территории Западно-Сибирской равнины должна базироваться на реставрации древних ложбин стока, на омоложении современной гидрографической сети и на разумном использовании вторичных речных систем водораздельных областей.

В пределах всех центральных и северных равнин Западной Сибири первоочередные мелиоративные работы следует провести по благоустройству земельных угодий поймы р. Оби и ее притоков.

## ЛИТЕРАТУРА

- Базилевич Н.И. Геохимия почв содового засоления. М.: Наука, 1965. 349 с.
- Жилинский И.И. Очерк гидротехнических работ в районе Сибирской железной дороги по обводнению переселенческих участков в Ишимской степи и осушению болот в Барабе. Спб., 1907. 834 с.
- Ильин Р.С. Природа Нарымского края. Томск, 1930. 156 с.
- Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. М.: Недра, 1975. 679 с.
- Неустрюев С.С. К вопросу об изучении послетретичных отложений Сибири. - Почвоведение, 1925, № 3, с.5-18.
- Николаев В.А., Пилькевич И.В. Гривный рельеф и мелиорация Новосибирской области. - В кн.: Оценка природных ресурсов Новосибирской области. Новосибирск: Наука, 1972, с.143-148.
- Панадиади А.Д. Барабинская низменность. М.: Наука, 1953. 230 с.
- Тимашев И.Е. Интенсивность образования болот в Западной Сибири. - Природа, 1979, № 5, с.118-119.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
<u>В.А.Николаев</u> . Новые пути в геоморфологии ее роль в развитии производительных сил Сибири .....	6
<u>О.В.Кашменская</u> . Рельеф и системный подход .....	38
<u>Э.М.Хворостова</u> . Новизна и перспективы системного подхода в гео- морфологии (в связи с вопросами геоморфологического картиро- вания) .....	66
<u>Л.С.Миляева</u> . Геоморфологическая формация и природно-территори- альный комплекс .....	87
<u>Э.Л.Якименко, Н.С.Маковская, В.С.Порядин</u> . Корреляция вершинной и базисной поверхностей .....	101
<u>Г.А.Чернов</u> . Особенности геолого-геоморфологического изучения сейсмичности Алтае-Саянской горной области .....	109
<u>В.А.Николаев, Д.В.Пучкова</u> . Рельеф и перспективы сельскохозяйст- венного использования земельных ресурсов Западно-Сибирской равнины .....	121

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА СИБИРИ

Утверждено к печати  
Институтом геологии и геофизики СО АН СССР

Редакторы издательства Л.П. Бондарева, М.М. Гребенникова  
Художественный редактор Т.Ф. Каминина  
Художник А.И. Смирнов  
Технический редактор Л.Г. Филина  
Корректоры Л.Л. Михайлова, Н.Н. Крохотина

---

ИБ № 23911

Сдано в набор 10.11.84. Подписано к печати 26.08.85. МН-01054.  
Формат 60 x 90/16. Бумага офсетная. Офсетная печать.  
Усл. печ. л. 9,5. Усл. кр.-отт. 9,8. Уч.-изд. л. 10,4.  
Тираж 800 экз. Заказ № 743. Цена 1р. 60к.

---

Книга отпечатана с оригинал-макета, подготовленного  
Институтом геологии и геофизики СО АН СССР.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Наука",  
Сибирское отделение . 630099, Новосибирск, 99,  
Советская, 18.

4-я типография издательства "Наука".  
630077, Новосибирск, 77, Станиславского, 25.



## УВАЖАЕМЫЙ ТОВАРИЩ!

Для ускорения выпуска академических изданий издательство "Наука" перешло на новую систему сбора заказов.

Ежеквартально выпускаются бюллетени, включающие в себя общественно-политическую, естественно-научную и техническую литературу. В них представлена литература, намеченная к выпуску в соответствующем квартале. Бюллетени заменили два годовых аннотированных тематических плана, выпускавшихся раньше (кн. I, кн. 2).

На книги Главных редакций физико-математической и восточной литературы и научно-популярную литературу сбор заказов будет производиться в прежнем порядке, т. е. по самостоятельным годовым планам.

Тиражи квартальных бюллетеней на 1986 г. поступят в книго-торговую сеть в следующие сроки:

I квартал - в августе 1985 г.

II - квартал - в ноябре 1985 г.

III квартал - в феврале 1986 г.

IV квартал - в мае 1986 г.

Тиражи квартальных бюллетеней на последующие годы будут поступать по такому же графику.

Сбор заказов по каждому номеру бюллетеня будет производиться в течение 1,5 месяцев со дня его поступления.

Для оформления заказа на книгу издательства необходимо указать номер бюллетеня и позицию.

И з д а т е л ь с т в о " Н а у к а "

