

Геоморфологическое картирование равнин. А. В. Востряков, В. Н. Зайонц, А. Д. Наумов, А. А. Романов, В. П. Философов. Изд-во Саратовского ун-та, 1974, с. 164.

В книге освещаются задачи, решаемые геоморфологическим картированием, приводится генетическая классификация равнин и систематика форм рельефа, дается описание геологических и геоморфологических методов определения возраста рельефа, излагается методика полевых и камеральных геоморфологических исследований, описываются методы составления общей и специальных геоморфологических карт.

Рис. 7, библи. 52 назв.

2—9—1
77—74

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в геологической и географической литературе нет пособий по геоморфологическому картированию средних масштабов, которые отвечали бы современным требованиям практики геолого-геоморфологических исследований. Имеющиеся руководства устарели и часто исходят из морфогенетического принципа и на этом основании не могут в полной мере способствовать успешному решению геологических задач геоморфологическими методами.

Вышедшая из печати в 1970 г. книга А. И. Спиридонова «Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования» является учебным пособием по соответствующему курсу и также не может заменить пособия, которым можно было бы пользоваться при геоморфологической съемке.

Среди геологов и географов все еще существует большой разноречивой во взглядах на принципы геоморфологического картирования и методы составления геоморфологических карт, слабо разработаны также приемы определения возраста рельефа, что затрудняет создание унифицированной легенды к геоморфологическим картам. Отсутствие единства мнений по основным вопросам геоморфологического картирования в известной мере мешает практическому применению геоморфологических методов при производстве геологической съемки и поисках полезных ископаемых.

Быстрое развитие всех наук о Земле, прежде всего теоретической и прикладной геологии, требует дальнейшего совершенствования приемов и методов геоморфологических исследований.

Предлагаемая вниманию читателей работа призвана служить этой цели. Она представляет собой обобщение опыта работ по геоморфологическому картированию, проводивших-

ся коллективом геологов и геоморфологов Саратовского университета в различных районах Советского Союза на протяжении двадцати пяти лет.

В процессе исследований много внимания уделялось изучению форм рельефа равнин, выяснению их происхождения и возраста и выработке удачной легенды к геоморфологическим картам съемочных масштабов картируемых территорий.

Коллектив геологов и геоморфологов Саратовского университета одним из первых в нашей стране стал применять при геоморфологических исследованиях историко-генетический принцип геоморфологического картирования. Начиная с 1946 г., его успешно применяли и развивали В. В. Буцура; И. П. Варламов, Г. В. Вахрушев, А. В. Востряков, В. С. Вышемирский, В. Н. Зайонц, В. Ф. Игнатова, А. А. Корженевский, В. А. Морозов, А. Д. Наумов, А. А. Романов, А. П. Рождественский, Г. И. Худяков, В. П. Философов, А. Н. Шилкин и др.

Многолетние работы по комплексному геологическому и геоморфологическому картированию позволили этим исследователям накопить определенный опыт применения историко-генетического принципа геоморфологического картирования, главной задачей которого является выяснение истории и генезиса картируемых форм рельефа и показ этого на геоморфологических картах.

Возраст форм рельефа является таким же важным показателем в геоморфологии, каким в геологии служит возраст горных пород. Поэтому геоморфологические карты, где возрастной показатель выдвигается на первое место, по своему содержанию оказываются наиболее тесно связанными с геологическими картами. Данные карты являются естественным продолжением геологических карт, на которых указаны объемы геологических тел, слагающих поверхность. На геоморфологических картах можно прочесть время начала денудации, т. е. время разрушения и переноса ранее возникших горных пород. Геоморфологические карты дают также весьма полное представление и о современном рельефе, его эволюции и связи с геологическим строением. Такие карты могут служить хорошим дополнением геологических карт, так как наглядно отражают новейшие тектонические движения земной коры и структурные формы, созданные этими движениями — очень важные особенности, которые часто не отражаются на общих геологических картах.

Опыт составления возрастных геоморфологических карт

всегда себя оправдывал. Они получили высокую оценку производственных геологических организаций, поскольку с наибольшей полнотой отражали связь рельефа с геологическим строением картируемых территорий.

В том случае, когда возраст рельефа точно установить не удастся, на первое место выдвигается показ не возраста, а генезиса рельефа, как признака, определяемого более уверенно и точно, без значительных затруднений, и имеющего наряду с возрастом большое значение при геолого-геоморфологическом анализе равнин.

Возраст и генезис рельефа являются, таким образом, главными показателями истории рельефа, которые, по мнению авторов, должны находить отражение на геоморфологических картах всех масштабов.

Основным видом геоморфологических исследований является геоморфологическое картирование, в процессе которого выясняется не только история и генезис форм рельефа, но также всесторонне изучается и их морфология. Внешние особенности форм рельефа являются наиболее доступными объектами полевых наблюдений при геоморфологическом картировании. Изучение их составляет основной материал, анализ и обобщение которого дает возможность решать многие важные вопросы геоморфологии и прежде всего выявлять закономерности формирования и развития рельефа.

Историко-генетический принцип геоморфологического картирования в начале 1963 г. коллективом геологов и геоморфологов Саратовского (А. В. Востряков, А. А. Романов, В. П. Философов) и Казанского (А. П. Дедков) университетов и Башкирского филиала АН СССР (А. П. Рождественский) был положен в основу разработанного проекта легенды к геоморфологическим картам Поволжья и Приуралья масштабов 1:500000—1:1000000 и составленного макета геоморфологических карт для части территории Среднего и Нижнего Поволжья. На совещании Поволжской группы Межведомственной комиссии (МКК) в Казанском университете в 1963 г. представленный проект был принят в качестве единой легенды геоморфологических карт указанных выше масштабов. Несколько позднее эта легенда была дополнена и доложена 3-му Пленуму Межведомственной геоморфологической комиссии, который был посвящен проблеме геоморфологического картирования (Ленинград, 1963), и в 1963 г. опубликован издательством Саратовского университета.

В решении 3-го Пленума Межведомственной геоморфоло-

гической комиссии отмечалось, что историко-генетический принцип геоморфологического картирования в последнее время получил широкое распространение и должен быть признан в качестве основного при геоморфологической съемке. Пленум рекомендовал ряду организаций, в том числе Саратовскому университету, подготовить проект легенды с образцами геоморфологических карт по изучаемой территории. В соответствии с этой рекомендацией А. В. Востряковым, А. А. Романовым и В. П. Философовым совместно с другими саратовскими геологами и геоморфологами был подготовлен проект легенды общих геоморфологических карт съемочных масштабов для равнинных территорий, который был доложен 5-му Пленуму Геоморфологической комиссии (Новосибирск, 1965) и одобрен его участниками.

Развитие в Саратовском университете историко-генетического направления в геоморфологии и его содержание были изложены в специальной работе, опубликованной издательством того же университета (А. А. Корженевский, 1965).

Настоящий труд представляет собой методическое пособие по геоморфологическому картированию равнин. Он является результатом дальнейшей работы авторов по разработке принципов геоморфологического картирования равнин и совершенствованию легенд к геоморфологическим картам. В основу его положен оправдавший себя историко-генетический принцип, что, по мнению авторов, будет способствовать дальнейшему развитию историко-генетического направления в геоморфологии, совершенствованию методов геоморфологического картирования и способов изображения рельефа на геоморфологических картах различного масштаба и назначения. Он может служить материалом к созданию единой инструкции по геоморфологическому картированию и унифицированной легенды к геоморфологическим картам. Им можно пользоваться не только при картировании равнин, но в отдельных случаях и при геоморфологической съемке плато, пeneпленов, плоскогорий и низких гор.

Работа по составлению пособия выполнена на кафедре общей геологии и в отделе геоморфологии и неотектоники научно-исследовательского института геологии Саратовского университета. Написание отдельных глав и разделов между авторами распределяется следующим образом: введение и общие положения составлены А. В. Востряковым, систематика элементов и форм рельефа — В. Н. Зайонцем, составление общей геоморфологической карты и использование общих

геоморфологических карт в практических целях — А. Д. Наумовым, генетическая классификация равнин — В. П. Фило-софовым, глава «Методы определения возраста рельефа» со-ставлена В. П. Философовым при участии А. Д. Наумова, ме-тоды полевых и камеральных геоморфологических исследова-ний и составление специальных геоморфологических карт — В. Н. Зайонцем и А. А. Романовым, макет общей геоморфо-логической карты выполнен А. Д. Наумовым, а легенда к геоморфологическим картам — авторским коллективом.

В первой главе «Общие положения» излагаются общие вопросы геоморфологии и геоморфологического картирова-ния: задачи, решаемые геоморфологическим картированием, содержание, виды и масштаб геоморфологических карт.

Глава вторая посвящена генетической классификации рав-нин, где с позиции взаимодействия экзогенных и эндогенных процессов рельефообразования рассматривается возникнове-ние того или иного генетического типа равнин. Классифика-ция равнин, данная автором этой главы в ранее опубликован-ных работах, исходит из фациальных различий пород, сла-гающих платформы.

Следующая, третья глава «Систематика элементов и форм рельефа» знакомит с характеристикой основных объектов геоморфологического картирования — элементами и формами рельефа равнин. К элементам рельефа отнесены различные по форме, возрасту и происхождению поверхности водораз-делов и их склонов, поверхности террас; формы рельефа груп-пируются по генетическому признаку. Наиболее распростра-ненным, часто встречающимся при геоморфологическом кар-тировании форм дается краткая характеристика.

Глава четвертая «Методы определения возраста рельефа» содержит определение понятия «возраст рельефа» и характе-ристику наиболее распространенных геологических и геомор-фологических методов определения относительного возраста рельефа.

В пятой главе «Методика и содержание геоморфологиче-ских исследований» дано описание предполевого, полевого и камерального этапов работ, последовательность и методика выполнения отдельных операций по осуществлению геомор-фологического картирования. Раздел этой главы «Составле-ние общей геоморфологической карты» освещает очень важ-ный этап геоморфологического картографирования — состав-ление по материалам геоморфологических исследований окон-чательного варианта общей геоморфологической карты, показ

на ней морфологии, происхождения и возраста рельефа, наиболее важных элементов палеогеографии и связи рельефа с тектоникой. Он иллюстрируется макетом геоморфологической карты и легендой, составленной на основе историко-генетического принципа.

Глава шестая «Составление специальных геоморфологических карт» знакомит с приемами составления карт поверхностей выравнивания, структурно-геоморфологических, палеогеоморфологических и современных экзогенных геологических процессов.

В последней, седьмой главе «Прикладное значение общей геоморфологической карты» рассмотрен большой круг вопросов, решаемых с помощью геоморфологической карты. Подчеркивается необходимость использования геоморфологических карт при поисках полезных ископаемых, образование которых связано с экзогенными процессами рельефообразования — аккумуляцией и денудацией, отмечается значение карт в сельскохозяйственном производстве и при инженерно-геологических изысканиях.

При составлении данной работы авторы широко использовали многочисленные труды В. Г. Бондарчука, К. К. Маркова, А. И. Спиридонова, Ю. Ф. Чемекова и др. о методах определения возраста рельефа; Н. В. Башениной, С. Г. Боча, Т. В. Звонковой, И. И. Краснова, З. А. Сваричевской, А. П. Сигова, А. И. Спиридонова, А. В. Якушевой и др. — о методах геоморфологического картирования и работы Д. В. Борисевича, Г. С. Ганешина, С. К. Горелова, В. В. Ермолова, Ю. А. Мещерякова, С. В. Эпштейна и др. — о принципах и методах построения геоморфологических карт.

Работа предназначена для геологов и геоморфологов производственных организаций, учебных заведений, научно-исследовательских учреждений, а также для студентов геологических и географических факультетов вузов.

Авторы считают своим приятным долгом выразить большую благодарность профессорам А. Ф. Якушевой и Н. А. Сягаеву, доктору геолого-минералогических наук Н. В. Кулакову и доценту А. А. Корженевскому, просмотревших рукопись и сделавших ценные замечания.

Авторы будут признательны всем организациям и лицам, которые сочтут возможным прислать критические замечания о содержании настоящего пособия и предложения по его улучшению.

Общие положения

1. ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИМ КАРТИРОВАНИЕМ

Геоморфологическое картирование сейчас привлекает внимание не только географов, но и геологов, так как геоморфологические исследования, применяемые при геологической съемке, позволяют решать многие теоретические и практические вопросы геологии, возникающие перед народным хозяйством в ходе коммунистического строительства в нашей стране. В современном рельефе запечатлелась геологическая история кайнозоя, а в некоторых областях — более раннего геологического времени. Рельеф отображает ход и направление геологических процессов, развитие земной коры в новейшем тектоническом этапе. Изучение и знание этих явлений необходимо для правильного понимания геологических процессов рельефообразования.

Геоморфология изучает не только современный рельеф, но и рельеф прошлых геологических эпох. Изучением древнего рельефа занимается палеогеоморфология, которая помогает познать геологическую историю Земли, развитие рельефообразующих процессов, распределение и эволюцию ландшафтов прошлого.

В современной геоморфологии изучение теоретических проблем при геоморфологических исследованиях тесно переплетается с решением практических задач. Например, изучение связи рельефа с тектоникой или с физико-географическими условиями рельефообразования дает объективную основу для прогнозирования месторождений и поисков различных полезных ископаемых.

Применение геоморфологических методов исследования имеет большое значение при поисках и разведке полезных ископаемых, в формировании которых рельеф играл ведущую роль. Россыпи многих ценных полезных ископаемых (алмазов, золота, платины, титана) обнаруживаются только при

всестороннем и тщательном изучении рельефа в его историческом развитии. Месторождения каменного и бурого угля, бокситов, строительных материалов (гравий, галечник, песок и др.) подземных вод, нефти и газа могут быть найдены и успешно разведаны, если будет хорошо изучен генезис и возраст форм рельефа, с которыми эти полезные ископаемые пространственно связаны.

Тщательные геоморфологические исследования необходимы при проектировании и проведении железных и шоссейных дорог, мостов, туннелей, оросительных и судоходных каналов, магистральных линий газонефтепроводов, электропередач и т. д. Они обязательно проводятся при проектировании промышленного и гражданского строительства, строительства портов и приморских курортов, при выполнении мероприятий по борьбе с эрозией почв, переработке берегов морей, озер и водохранилищ. Геоморфологические исследования нужны при изучении карста и термокарста, селевых, солифлюкционных и оползневых процессов, при освоении пустынь, проведении оборонительных мероприятий.

Решению перечисленных выше задач и должно быть подчинено как общее, так и специальное геоморфологическое картирование или геоморфологические исследования, выполняемые при комплексной геологической съемке.

«Геологическое картирование любых масштабов, ставшее теперь комплексным исследованием геологии отдельных регионов, — отмечает министр геологии СССР академик А. В. Сидоренко, — включает в себя как составной элемент геоморфологическое картирование. Без геоморфологической съемки нет теперь геологической карты. Геоморфология широко стала применяться при решении прикладных вопросов геологии, особенно при поисках полезных ископаемых» («Геоморфология», 1970, № 1, стр. 10).

В настоящее время нередки случаи, когда по материалам геоморфологических исследований решаются такие геологические вопросы, которые трудно разрешить методами обычной геологической съемки (например, поиски полезных ископаемых, связанных с древними формами рельефа).

2. СОДЕРЖАНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Геоморфологическая карта представляет собой графическое изображение рельефа, отображающее все основные его особенности — геологический возраст, происхождение, мор-

фологию и историю развития. По своему содержанию геоморфологическая карта должна приближаться к геологической: она должна давать возможно полную информацию о рельефе, подобно тому как геологическая карта передает сведения о распространении, возрасте и генезисе горных пород, выходящих на дневную поверхность, их строении и геологическом развитии картируемой территории.

Объектами геоморфологического картирования являются формы рельефа различного размера, их элементы или генетически ~~определенные~~ поверхности и генетические типы.

Формы рельефа представляют собой трехмерные геоморфологические образования, характеризующиеся длиной, шириной и высотой. Они различаются между собой происхождением, возрастом и морфологическими способностями.

По происхождению все формы рельефа равнин в свою очередь подразделяются по видам физико-геологических процессов на аккумулятивные и денудационные. Среди аккумулятивных форм выделяют морские, озерные, речные, ледниковые, золовые, гравитационные и др., а среди денудационных — абразионные, эрозионные, дефляционные, экзарационные и т. д.

Бывают случаи, когда внешне сходные формы рельефа образуются в результате различных геологических процессов. Например, ложбины стока могут быть эрозионными, ледниковыми или даже карстовыми, уступы — тектоническими, эрозионными и абразионными. Денудационные формы рельефа развиваются чаще всего в условиях поднятия земной коры и размыва, аккумулятивные — преимущественно при ее опускании и осадконакоплении.

Возраст форм современного рельефа может быть различным. В большинстве своем современный рельеф был сформирован в новейший тектонический этап, т. е. за неоген-четвертичное время. Формы рельефа более древние — палеогеновые или мезозойские — встречаются редко, а палеозойские — практически отсутствуют совсем (в современном рельефе они не сохранились).

Малые или мелкие формы рельефа, как правило, образовались сравнительно недавно — в голоцене или даже в позднем голоцене. Таковы промоины, мелкие конуса выноса, барханы, осыпи и т. д. Более крупные формируются и более длительное время, а отдельные крупные формы могут иметь в разных своих частях различный возраст. Например, долина реки Волги к югу от г. Волгограда имеет послехвалынский

возраст, в Саратовском Поволжье — раннечетвертичный, в районе Жигулей — неогеновый.

Малые формы рельефа являются в то же время простыми образованными действием какого-то, чаще всего одного геологического процесса, например, промоина — эрозией, бархан — эоловым процессом, карстовая воронка — растворением пород и т. д. Образование сложных форм рельефа происходит в результате взаимодействия не одного, а нескольких геологических процессов. Так, речные долины часто образуются по разрывным нарушениям в результате совокупности эндогенных (поднятие, опускание) и экзогенных (денудация, аккумуляция) процессов.

Морфология форм рельефа также может быть различной. Они могут быть положительными и отрицательными, простыми и сложными, малыми и большими, линейно вытянутыми и округлыми. Внешние особенности форм рельефа находятся в тесной зависимости от тех процессов, которые определяют их возникновение. Например, при одних и тех же физико-географических и геологических условиях овраг будет иметь различные морфологические признаки (разветвленность, глубину, длину, форму склонов, поперечный и продольный профили) в зависимости от скорости и величины восходящих тектонических движений.

Почти все формы рельефа на геоморфологических картах изображаются внемасштабными условными знаками.

Элементами (гранями) рельефа являются поверхности, имеющие два измерения: длину и ширину, — например, поверхности водоразделов, их склонов, поверхности террас, абразионные уступы, склоны оврагов и пр. Сочетаясь между собой в различных комбинациях, они образуют все многообразие форм рельефа земной поверхности. Элементы рельефа, как и формы, различаются между собой возрастом, происхождением и размерами. Возраст их может быть различным и определяется в процессе геоморфологического картографирования вместе с определением возраста форм рельефа существующими в настоящее время геологическими и геоморфологическими методами; устанавливается абсолютный относительный геологический и геоморфологический или сравнительный (древнее, моложе) возрасты.

По происхождению элементы рельефа бывают аккумулятивными и денудационными, с подразделением первых — на морские, аллювиальные, озерные, ледниковые и др., а вто-

рых — на эрозионные, абразионные, карстовые, экзарационные и т. д.

Размеры элементов рельефа изменяются в широких пределах: от мелких, характерных для малых форм (склоны оврагов, поверхности террас и пр.), до крупных, образующих большие сложные формы, к примеру, поверхности водоразделов (для равнин), их склоны, поверхности речных террас и т. д. Элементы рельефа или поверхности, однородные в генетическом отношении, могут быть горизонтальными, наклонными, вогнутыми, выпуклыми; крупные осложнены комбинациями более мелких.

Помимо форм и элементов рельефа на общих геоморфологических картах показывается генетический тип равнины, т. е. определенная территория, где тектонические движения земной коры во взаимодействии с физико-геологическими процессами, протекавшими на поверхности Земли в определенные отрезки времени, привели к возникновению соответствующих форм рельефа. Например, аккумулятивная равнина (морская, аллювиально-озерная и др.), как определенный генетический тип рельефа, может возникнуть, если произойдет опускание земной коры и, наоборот, денудационная равнина любого генезиса будет формироваться лишь тогда, когда аккумулятивная равнина в результате восходящих движений будет приподнята.

Следовательно, *генетический тип представляет собой крупную категорию рельефа, возникающую в результате взаимодействия эндогенных (опускание, поднятие) и экзогенных (аккумуляция, денудация) процессов, протекающих в пределах основных геоструктур Земли.* Он не определяется сочетанием отдельных форм, являющихся образованиями вторичными, более поздними и несравненно более мелкими по отношению к типу рельефа. Генетический тип есть крупная таксономическая единица (для равнин — в пределах плит), которая объединяет более мелкие подразделения — формы и элементы рельефа.

Категория рельефа, по мнению авторов, не представляет собой какого-то геоморфологического объекта или таксономической единицы, а лишь показывает то или иное распределение форм по определенным признакам: категория мелких или крупных, ледниковых или карстовых, положительных или отрицательных форм и т. д.

Широко распространенный принцип выделения типов рельефа на основе внешних признаков или генетического тож-

дества форм, например, слабо-холмистый, пологоувалистый, эрозионно-тектонический, карстовый, друмлинный, барханный и др., лишен генетического содержания и не раскрывает геологической основы тех процессов, которые определили появление того или иного типа рельефа.

Генетический тип не тождествен понятию «поверхность выравнивания», которая формируется при длительном равновесии эндогенных и экзогенных процессов в условиях спокойного гравитационного поля при полной компенсации первых вторыми в условиях, когда поднятие компенсируется денудацией, а опускание — осадконакоплением.

Геоморфологическая карта должна характеризовать рельеф земной поверхности в морфологическом, возрастном и генетическом отношении. Содержание ее будет различным в зависимости от того, что, по мнению того или иного исследователя, является главным для отображения на геоморфологической карте: морфология, возраст или генезис. Основным средством геоморфологического картографирования на сегодняшний день является фоновая раскраска карт. На морфологических картах фоновой раскраской показывается внешний облик форм рельефа, на генетических — генезис, а на возрастных — возраст.

В настоящее время нет единого мнения о принципах построения геоморфологических карт. Наиболее широкое распространение получил морфогенетический принцип геоморфологического картирования. Он заключается в выделении и изображении на геоморфологической карте типов рельефа, характеризующихся общими морфологическими и генетическими особенностями. Главное место при этом отводится составу пород и процессам, создающим те или иные формы рельефа, что находит свое выражение в наименовании его отдельных типов. Для отображения морфогенетических типов на геоморфологических картах используется сплошная фоновая раскраска. Происхождение рельефа изображается штриховкой, а его возраст — геологическими индексами и обычно показывается в широких стратиграфических пределах. Геоморфологические карты, построенные на основе морфогенетического принципа, имеют ряд недостатков. Наиболее существенными из них являются: 1) они слабо раскрывают содержание рельефа и не отражают его развитие; 2) условные обозначения (легенды) являются громоздкими, что делает практически невозможным их сопоставление даже по смежным районам.

Внешний облик рельефа служит главным объектом исследования при картировании у сторонников морфографического **направления в геоморфологии**. Поэтому основное средство изображения — цвет — используется ими для показа на геоморфологических картах внешних особенностей форм рельефа. Для изображения генезиса используется штриховка, возраст рельефа показывается геологическим индексом. Морфографический принцип характеризует рельеф в застывшем (статическом) состоянии, вне связи с геологическим развитием и геологическими процессами.

Основным содержанием геоморфологических карт, построенных на основе генетического принципа геоморфологического картирования, является показ на них происхождения рельефа — генезиса. Поскольку отображению его на генетических геоморфологических картах имеет первостепенное значение, ему отводится и основное средство картографирования — цвет.

Объектами геоморфологического картирования при составлении генетических карт служат формы рельефа и генетически однородные поверхности (горизонтальные и наклонные), образованные каким-то одним непрерывным рельефообразующим процессом. Сходные по генезису и близкие по возрасту генетически однородные поверхности при необходимости могут быть объединены в более крупные подразделения. Возраст поверхностей на геоморфологических картах отображается крапом, штрихами или сеткой, а морфология — горизонталями рельефа.

Генетические геоморфологические карты являются содержательными, хорошо передают происхождение рельефа, его развитие и проявление новейших тектонических движений, но недостаточно отображают возраст форм и элементов рельефа — очень важную особенность, характеризующую связь его с геологическим строением местности. Генетический принцип предусматривает полевые геоморфологические исследования, тщательное картирование отдельных поверхностей и прослеживание границ между ними. При картографировании требуется тщательная рисовка контуров выделяемых генетически однородных поверхностей, показ их пространственного положения.

В основе геоморфологических карт построенных по возрастному (историческому) принципу, лежит показ возраста рельефа цветной фоновой раскраской. Отображению генезиса картируемых форм отводится второстепенное значение.

Морфология их, как и на генетических картах, изображается горизонталями и различными внесштабными знаками. Сущность геоморфологического картирования по возрастному принципу сводится к картированию форм и элементов рельефа (поверхностей выравнивания и расчленения, склонов, водоразделов, речных террас и пр.), различающихся временем формирования, к установлению границ разновозрастных участков рельефа. Возрастные геоморфологические карты наиболее полно отражают генетическую сущность рельефа, показывают связь его с геологическим строением, дают представление о характере новейших тектонических движений. Недостатком возрастного принципа геоморфологического картирования является слабая разработанность методов определения возраста рельефа и трудность установления его геологической датировки.

Историко-генетический принцип геоморфологического картирования является комплексным, так как объединяет генетическое и возрастное направления в геоморфологии. Содержание геоморфологических карт, составленных на основе этого принципа, как уже говорилось, является наиболее полным и наглядным, отображающим все основные особенности рельефа — возраст, генезис и морфологию.

Он исходит из основного положения геоморфологии о взаимосвязи и взаимной обусловленности всех физико-геологических процессов рельефообразования и позволяет рассматривать рельеф не в статическом состоянии, а в движении, как внешнее выражение определенной стадии структурного развития земной коры.

Основным средством картографирования — цветом — показывается генезис рельефа, возраст передается интенсивностью основного фона, а морфология — горизонталями и внесштабными знаками.

Такой показ на геоморфологических картах основных особенностей рельефа позволяет отразить на ней динамику геоморфологических процессов, определить площади аккумуляции и денудации, возникающие в процессе развития рельефа, что очень важно при решении многих научных и практических вопросов геологии и геоморфологии.

Содержание геоморфологических карт в значительной степени зависит от качества топографической основы, полноты использования аэрофотоматериалов и от качества полевых наблюдений, проводимых при геоморфологических исследованиях. Оно зависит также и от масштаба карт, состав-

ляемых по материалам геоморфологической съемки. Зависимость содержания и масштаба геоморфологических карт при геоморфологическом картировании остается той же, что и при геологической съемке, где существующие инструкции точно определяют объем стратиграфических подразделений, выделяемых на картах тех или иных масштабов.

Содержание любой карты определяется ее задачами, а задачи карт разного масштаба никогда не могут быть одинаковыми, поэтому и содержание их всегда будет различным.

3. ВИДЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

По своему содержанию все геоморфологические карты подразделяются на общие и специальные.

Общим для тех и других карт является то, что они строятся на основе историко-генетического принципа и должны отражать возраст и генезис рельефа. Частные задачи общих и специальных карт могут быть существенно различными. Если от общей геоморфологической карты требуется показ важнейших особенностей рельефа — его облика, генезиса и возраста, то специальные карты могут не содержать некоторых деталей форм рельефа, но в отличие от общих карт они имеют специальную нагрузку, подчеркивающую те или иные особенности рельефа. В настоящее время широко практикуется составление для различных целей следующих специальных геоморфологических карт: поверхностей выравнивания, структурно-геоморфологической, палеогеоморфологической и современных экзогенных рельефообразующих процессов. Характеристика их приводится ниже.

Общие и специальные геоморфологические карты по охвату методов, используемых при их составлении, подразделяются на аналитические и синтетические.

Аналитические геоморфологические карты отображают особенности рельефа главным образом по какому-то одному признаку, наиболее важному для характеристики той или иной стороны современного или древнего рельефа, например, возрасту, генезису, интенсивности и направленности рельефообразующих процессов и пр. Примером аналитических карт являются карты, составляемые последовательно на отдельные этапы рельефообразования неоген-четвертичного или более раннего времени.

Синтетические геоморфологические карты являются обобщающими, где приводятся все сведения о рельефе. Примером их являются все общие геоморфологические карты.

4. МАСШТАБ И НАЗНАЧЕНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Все геоморфологические карты, по степени детальности, подразделяются на четыре группы:

1. Обзорные карты масштаба 1:1500000 и мельче;
2. Карты мелкого масштаба 1:1000000 и 1:500000;
3. Карты среднего масштаба 1:200000 и 1:100000;
4. Карты крупного масштаба 1:50000 и крупнее.

Геоморфологические карты всех масштабов должны составляться по единому принципу и в единой легенде. Детальность карт с уменьшением масштаба, естественно, будет соответственно изменяться. На мелкомасштабной карте нельзя выделить и показать формы и элементы рельефа, которые могут быть показаны на крупномасштабной карте. От масштаба геоморфологического картирования зависят размер картируемой территории и детальность изображения на ней рельефа.

Обзорные геоморфологические карты обычно охватывают крупные территории: страны и материки. Соответственно на них изображаются только очень крупные категории рельефа: равнины, плато, пенеплены, горы, плоскогорья. Обзорные карты используются в учебных целях и при составлении атласов, имеющих целью общее ознакомление с рельефом.

Мелкомасштабные геоморфологические карты относятся к картам съемочных масштабов, составляются на большие территории на основе геоморфологических исследований или геоморфологических карт более крупного масштаба. На них наносятся крупные формы и элементы рельефа, генетические типы. Их с успехом можно использовать для изучения основных закономерностей строения и развития рельефа больших территорий. В мелком масштабе составляются и некоторые специальные карты, например, палеогеоморфологические, карты поверхностей выравнивания и др.

Среднемасштабные геоморфологические карты составляются на сравнительно небольшие территории по материалам геоморфологических исследований, осуществляемых при геологической съемке, или по данным геоморфологического картирования. На них отображаются все формы и элементы

рельефа, картируемые в данном масштабе. Среднемасштабные геоморфологические карты могут быть как общими, так и специальными. Они имеют наиболее широкое научное и прикладное значение.

Крупномасштабные геоморфологические карты составляются по материалам детальной геоморфологической съемки. На них отображаются все малые (элементарные) формы и элементы рельефа. Геоморфологические карты крупного масштаба обычно носят прикладной характер, так как используются при поисках россыпей или для решения каких-либо конкретных инженерно-геологических, гидрогеологических задач, или при проведении мероприятий по борьбе с эрозией почв, переработке берегов и пр.

Генетическая классификация равнин

1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

За основу генетической классификации равнин приняты вертикальные движения земной коры в сочетании с физико-геологическими процессами: аккумуляцией и денудацией. Исходя из известных положений А. П. Павлова о том, что рельеф определяется особенностью геологического строения и геологической историей территории, и современных представлений о развитии тектонических структур, понятие «равнина» определяется так: *равнинами называются участки земной коры, возникающие в ходе геологического развития плит и имеющие спокойный, ровный или слегка холмистый, относительно слабо расчлененный рельеф.*

Равнины представляют собой трехмерные объемные геологические тела, формирующиеся на определенной стадии развития земной коры. Нижней границей равнины всегда является основание осадочного платформенного чехла, лежащего на кристаллическом или складчатом фундаменте.

Исходя из данного выше определения к равнинам нельзя относить участки земной поверхности, имеющие спокойный, ровный рельеф, но сложенные мощными толщами сложно дислоцированных осадочных, метаморфических или магматических пород. Поэтому многие межгорные впадины, имеющие выравненный и часто низменный рельеф, и обычно называемые географами равнинами, нельзя относить к равнинам, так как их геологическое строение соответствует не плитам, а горно-складчатым зонам. С развиваемой точки зрения Рионская и Кура-Араксинская низменности не являются аккумулятивными равнинами, а представляют собой аккумулятивные межгорные впадины, являющиеся одним из видов горного типа рельефа.

Такие области, как Балтийский, Канадский и другие щиты

ты, сложенные изверженными и метаморфическими породами и имеющие сравнительно спокойный рельеф с небольшими абсолютными и относительными высотами, также нельзя называть равнинами, а следует относить к пенепленам.

В то же время к равнинам необходимо относить такие участки земной поверхности, холмистый рельеф которых внешне похож на низкогорный, но возникает на слабодислоцированных осадочных породах платформенной формации, как это имеет место, например, на так называемых Жигулевских и Хвалынских «горах» Приволжской возвышенности.

Генетическая классификация равнин исходит из того положения, что сходство и различия наблюдаемых равнин соответствуют их происхождению, геологической истории и развитию. Степень схождения и различия между равнинами обусловлена степенью близости этих равнин по фациям отложений, слагающих их.

Исходя из указанных положений равнины можно разделить на две большие группы: 1) аккумулятивные и 2) денудационные, согласно двум большим группам геолого-геоморфологических процессов — опусканию земной коры и отложению осадков поднятию местности и размыву ранее возникших пород.

Для аккумулятивных равнин характерно внешнее сходство топографической поверхности с залеганием горных пород. Аккумулятивные равнины обычно сложены четвертичными отложениями.

У денудационных равнин топографическая поверхность не совпадает с залеганием пород, а срезает их. Денудационные равнины сложены осадочными породами, имеющими обычно неогеновый или более древний кайнозойский, мезозойский и палеозойский возраст.

Эти признаки являются диагностическими, позволяющими определять указанные группы равнин непосредственно в поле или путем сличения геологических и топографических карт или аэрофотоматериалов.

Денудационные равнины образуются в процессе поднятия территории из аккумулятивных и долгое время сохраняют некоторые черты рельефа, характерные для этих равнин. Денудационные равнины качественно отличаются от пенепленов, так как возникают из аккумулятивных равнин, то время как пенеплены — на месте горноскладчатых (орогенических) областей.

Аккумулятивные равнины обычно перекрывают более

древние равнины другого происхождения. В основании осадочного чехла, слагающего равнины, находятся пенемены.

Следует указать, что, аккумулятивные равнины лежат не выше 150—200 м над уровнем моря, т. е. совпадают с низменностями и имеют простые по очертаниям ровные поверхности, мало изменчивые на больших расстояниях. Морские аккумулятивные равнины чаще всего возвышаются над уровнем моря не более 50—100 м. Аллювиально-озерные, флювиогляциальные, ледниковые и эоловые аккумулятивные равнины имеют более разнообразные высоты, но обычно лежат не выше 200 м над уровнем моря. Морские аккумулятивные равнины возникают на дне шельфовых морей, несколько ниже уровенной поверхности Земли. Аккумулятивные же равнины другого происхождения образуются несколько выше уровня моря.

Денудационные равнины обычно имеют высоты более 200 м, но не выше 500 м (за редким случаем), и, как правило, совпадают с возвышенностями.

Абсолютные и относительные высоты рельефа равнин зависят от соотношения величины вертикальных движений земной коры и процессов денудации и аккумуляции и поэтому имеют вполне определенное историко-геоморфологическое, генетическое значение.

Аккумулятивные и денудационные равнины обычно располагаются группами, образуя равнинные страны. В пределах таких стран, как например, Восточно-Европейская или Западно-Сибирская равнины, являющихся географическими понятиями, расположено множество равнин различного возраста и происхождения, причленяющихся друг к другу, залегающих на разных уровнях или «вложенных» одна в другую. Вновь возникающие равнины присоединяются к более древним равнинам, создавая сложные равнинные страны. Рисунок такой геоморфологической мозаики можно установить только на основании геоморфологической съемки, проводимой с учетом геологических данных и дешифрирования аэрофотоснимков.

Так, в пределах Прикаспийской низменности расположена обширная позднелейстоценовая аккумулятивная морская равнина. Там же, по долинам Волги, Урала и других рек, расположены голоценовые аккумулятивные аллювиально-озерные равнины. На многочисленных разливах и озерах, расположенных в пределах Прикаспия, развиты голоценовые аллювиально-озерные аккумулятивные равнины. Плейстоце-

новые и голоценовые аккумулятивные равнины широко развиты в Московской и Печорской синеклизах, а также на молодых платформах — Западно-Сибирской, Туранской и Скифской плитах.

Геологический возраст аккумулятивных равнин совпадает с геологическим возрастом наиболее молодых пород, слагающих данные равнины.

На антеклизях или древних погребенных прогибах, испытывающих новейшие восходящие движения, развиты денудационные равнины. Примером могут служить денудационные равнины, широко развитые на территории Ульяновско-Саратовского мезозойского прогиба.

Четвертичные отложения в пределах денудационных равнин развиты незначительно, а иногда отсутствуют.

Денудационные равнины редко имеют почти плоские ровные формы водораздельных поверхностей. Чаще всего встречаются холмистые, увалистые, грядовые и даже шатровые водоразделы в сочетании с выпуклыми склонами и террасированными речными долинами. Для денудационных равнин характерна ступенчатость рельефа. Каждая ступень отделяется от нижележащей более или менее четко выраженным уступом. На водоразделах встречаются холмы различной формы и размеров.

Одним из признаков глубокой денудации дислоцированных участков денудационных равнин может служить обращенный рельеф, когда водораздельные поверхности приурочены к тектоническим впадинам, а долины — к тектоническим поднятиям.

Ниже дается краткая характеристика аккумулятивных и денудационных равнин.

2. АККУМУЛЯТИВНЫЕ РАВНИНЫ

Аккумулятивные равнины, возникающие вследствие тектонических опусканий и отложения осадков в пределах плит, можно разделить на несколько категорий, в зависимости от процессов аккумуляции. На основании изучения отложений выделяются следующие генетические типы аккумулятивных равнин: морские, аллювиально-озерные, ледниковые (гляциальные), водно-ледниковые (флювиогляциальные) и эоловые.

Морские равнины представляют собой участки плит, сложенные осадочными морскими отложениями четвертичного

и реже плиоценового возраста, залегающими почти горизонтально или с незначительным уклоном. Возникают они на шельфах (подводных окраинах материков) в случае слабо дифференцированных нисходящих движений земной коры, при господстве опусканий значительных территорий суши и трансгрессии моря.

Современные морские аккумулятивные равнины чаще всего приурочены к центральным частям внутриплатформенных впадин — синеклизам (Балтийское, Белое моря, Гудзонов залив и др.), либо к крыльям и центральным (осевым) частям новейших краевых платформенных прогибов (Северное море, мелководные моря Советской части Арктики, шельф атлантического побережья США). Шельфовые моря в основном отвечают тем районам платформ, которые испытали в новейшее время слабое погружение. По-видимому, и в прошлые геологические эпохи морские равнины возникали в пределах эпиконтинентальных морей платформенных областей в результате опусканий земной коры в сочетании с эвстатическими колебаниями уровня моря и изменениями фигуры Земли.

Равнины, находящиеся на дне моря, называются подводными и в данной работе не рассматриваются. В случае же выхода морского дна на дневную поверхность, возникает надводная морская равнина, которая постепенно подвергается денудации.

Морские аккумулятивные равнины характеризуются спокойным ровным рельефом, с перемежающимися неглубокими, но широкими понижениями и пологими невысокими возвышенностями, сложенными песчаноглинистыми отложениями. Поверхность равнин прорезают неглубоко врезанные речные долины, имеющие почти отвесные, крутые склоны.

Характерным примером морской аккумулятивной равнины позднелейстоценового возраста являются значительные пространства Прикаспийской низменности. Морские аккумулятивные равнины со временем постепенно переходят в денудационные или же на них формируются аккумулятивные равнины другого происхождения.

Аллювиально-озерные равнины образуются в результате аккумулятивной деятельности рек и проточных озер, что приводит к образованию значительных толщ аллювия, достигающего у больших равнинных рек десятков метров мощности, при ширине в несколько десятков и даже сотен километров.

Аллювий равнинных рек характеризуется наиболее пол-

ным развитием всех входящих в него отложений — русловых, пойменных, старичных. В нем при благоприятных климатических и тектонических условиях широко представлены торфяники. Аллювиальные отложения имеют разнообразную слоистость, но характерна для них односторонняя косая или горизонтальная тонкая слоистость.

Аллювиально-озерные равнины образуют пониженные местности, вытянутые по речным долинам, отличаясь от других плоской, слабо расчлененной поверхностью.

Наиболее значительные аллювиально-озерные равнины возникают в результате деятельности нескольких крупных рек, долины которых располагаются вблизи друг от друга или образуют общие дельты. Например, Полесская аллювиально-озерная равнина, образованная отложениями Днепра, Припяти, Сейма, Березины и Десны и обширная Приаральская равнина, образовавшаяся в процессе формирования обширных дельт Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи в условиях изменчивого положения берегов Аральского моря.

Аллювиально-озерной равниной является южная часть Западно-Сибирской низменности, которая занимает огромное почти плоское пространство, где блуждают многочисленные реки, не имея ясно выраженных долин. Южная часть Западно-Сибирской низменности сложена отложениями мощных речных систем Оби, Иртыша и Тобола. Цоколь этой равнины слагают спокойно залегающие молодые морские отложения. Широкие долины низовьев рек Хуанхэ и Янцзыцзян с их притоками также образуют обширные аллювиальные равнины. Лена, Ганг и Брахмапутра создали обширные аллювиальные равнины, приуроченные к предгорным прогибам.

Для рассматриваемых равнин характерны плоские, слабо наклоненные поверхности, с многочисленными микроформами рельефа. Здесь часто наблюдаются протоки, ерики, старицы, озера, блюдца, лиманы. Значительные пространства равнин сложены песками, образующими прирусловые валы, гряды и бугры. Пониженные участки нередко заболочены или же заняты небольшими озерами. Весьма разнообразен рельеф аллювиально-озерных равнин в районах вечной мерзлоты, где развиты полигональные формы, торфяные бугры и др.

Одной из разновидностей аллювиально-озерных равнин являются дельты, отложения которых представляют собой речной аллювий и осадки озер. Дельтовые отложения постепенно переходят в морские, что можно геоморфологически

интерпретировать как переход аллювиально-озерных равнин в одновозрастные морские аккумулятивные равнины.

К аллювиально-озерным равнинам следует относить и озерные равнины, выделяемые некоторыми авторами в самостоятельный тип. Озера платформенных областей в большинстве своем проточные, и в этом случае отложения их являются разновидностью аллювия.

Среди континентальных отложений часто наблюдаются озерные осадки разного возраста, представленные как разнообразными обломочными породами — песчаниками, алевролитами и глинами, так и пелитоморфными известняками и мергелями. Плейстоценовые, неогеновые и более древние озерные равнины занимают очень большие пространства, о чем свидетельствуют континентальные отложения соответствующего возраста. Однако это обстоятельство не означает, что во время формирования данных равнин отдельные озера имели большие размеры. Приведенные факты, по-видимому, следует объяснить своеобразной миграцией озер, исчезновением одних и появлением других в ближайшем соседстве.

Исходя из изложенного аллювиальные и озерные равнины следует объединять в один тип, так как озерные и аллювиальные отложения часто тесно связаны друг с другом в пространстве и во времени.

Аллювиально-озерные равнины приурочены к испытывающим опускания синеклизам и предгорным прогибам.

Ледниковые (гляциальные) равнины возникли в результате аккумулятивной деятельности плейстоценовых ледников, которые в своем теле несли в большом количестве каменный материал, отлагая его в местах абляции, где ледники теряли подвижность и постепенно таяли.

Равнины плейстоценовых оледенений пользуются широким распространением. При отступании ледников морены отлагались слоем мощностью в несколько метров, а иногда и несколько десятков метров. Рельеф данной равнины в той или иной степени отражает формы погребенного доледникового рельефа, обычно смягчая их и создавая новые. Мощность озерных отложений возрастает на склонах доледниковых возвышенностей.

Ледниковые равнины сложены валунными глинами, песками и другим мелкообломочным материалом, имеют весьма сложный рельеф, состоящий из вытянутых холмов, валов, гряд. Склоны валов и гряд асимметричны: внешний — более крутой, чем внутренний. Гряды часто располагаются па-

раллельными рядами. Длина моренных гряд колеблется от десятков до сотен километров при высоте, не превышающей несколько десятков метров. Между отдельными моренными грядами и холмами часто наблюдаются озера и болота.

В настоящее время ледниковые равнины постепенно разрушаются, и в их пределах возникают денудационные равнины.

Водно-ледниковые (флювиогляциальные) равнины образованы отложениями талых ледниковых вод за пределами ледниковых покровов. Поэтому они во многом похожи на аллювиальные равнины, но сложены не только мелкозернистыми песками и глинами, а также ледниковыми валунами, галечниками, гравием, песком с линзами гравия и галечника, либо с включениями отдельных галек. От ледниковых равнин отличаются большей отсортированностью отложений. Эти равнины возникали впереди плейстоценовых ледников, когда в летние месяцы ледниковые воды выносили огромное количество рыхлого материала, отлагающегося в пониженных пространствах, главным образом в речных долинах. Не вмещаясь в долины, ледниковые потоки образовывали обширные разливы, затоплявшие пониженные водораздельные поверхности, где откладывали значительные массы взвешенного материала. Формы рельефа указанных равнин отличаются значительным разнообразием. Для флювиогляциальных равнин характерно развитие камов, озёр и зандр. Последние часто слагают обширные участки водно-ледниковых равнин.

Зандры формировались по периферии плейстоценового оледенения, где талые воды откладывали значительные массы мелкообломочного материала, образуя обширные выровненные пространства. Отдельные зандры представляют собой конусы выноса, иногда дельты многочисленных потоков, теряющихся в низменностях. Указанные равнины имеют плоские формы поверхности и большую протяжённость. Для зандр характерны песчаные холмы, в той или иной степени переработанные ветром, и неглубокое залегание от поверхности грунтовых вод. Реки текут в широких, но не глубоких долинах, слабо дренируя местность, что нередко вызывает заболачивание местности. Зандры распространены в областях плейстоценовых оледенений, занимая обширные пространства в западных районах Европейской части СССР.

Озовые равнины. Ветер разрушает верхний покров слабо сцементированных рыхлых пород (почву), покрытый редкой

травянистой или полукустарниковой растительностью, и разносит продукты выветривания на значительные расстояния.

В настоящее время доказано, что песчаные пустыни возникли на месте аллювиальных или морских равнин, а не созданы деятельностью ветра. Эоловыми равнинами следует называть равнины, возникающие в результате ветровой переработки первичного песчаного материала, имеющего более древний возраст.

Иногда наблюдаются территории, где пески или пыль отложены ветром.

Источником накопления эоловых песков или лессов всегда являются более древние отложения различного происхождения. В результате навевания песков в большинстве случаев создаются покровные формы, наложенные на более древний рельеф. Обычно мощность таких песчаных накоплений небольшая, а рельеф имеет выровненный характер со слабым развитием микроформ.

Разновидностью эоловых равнин являются лессовые равнины.

Эоловые лессовые равнины возникают в результате ветрового накопления пылеватых мелкоземистых частиц, в относительно пониженных пространствах, с одновременным процессом почвообразования. Породы, слагающие лессовые равнины, относятся к лессовокрасноглинистой формации, имеющей эолово-почвенное происхождение, так как в образовании лесса одновременно и неразрывно взаимодействуют два фактора — аккумуляция эолового мелкозема и почвообразование.

Формы рельефа эоловых лессовых равнин так же, как и песчаных, весьма разнообразны. Размеры и строение данных равнин зависят от многих природных факторов и, прежде всего, от режима ветров, характера рельефа подстилающей поверхности и от степени и глубины ее расчленения гидрографической сетью. Формы рельефа зависят и от количества приносимой и осаждающейся в данном месте пыли и ее механического состава, а также от общих климатических и геоботанических условий как в области выноса мелкозема, так и в области его накопления.

Наиболее распространенными формами рельефа эоловых лессовых равнин, как и песчаных, являются разнообразные гряды, увалы, валы и холмы. Размеры и формы этих образований зависят от силы и направления преобладающих вет-

ров, от количества осаждающейся пыли и песка и характера подстилающей поверхности.

Эоловые равнины распространены в пустынях Средней Азии, в пределах молодых платформ, испытавших опускания в плейстоцене. Древние эоловые равнины возникали по периферии областей плейстоценовых оледенений.

3. ДЕНУДАЦИОННЫЕ РАВНИНЫ

Денудационные равнины по процессам размыва и формам рельефа можно разделить на следующие генетические типы: эрозионно-планационные, абразионные, экзарационные и дефляционные. Следует указать, что в геоморфологической науке в настоящее время нет достаточно полной классификации денудационных равнин.

Эрозионно-планационные равнины (равнины комплексной денудации) образуются в результате тектонического поднятия местности и деятельности линейного размыва и площадного (склонового) смыва. Они имеют широкое распространение, обычно приурочены к обширным возвышенностям (Приволжской, Средне-Русской и др.) и имеют значительную вертикальную и горизонтальную расчлененность рельефа. Водоразделы между относительно глубоко врезанными долинами узкие, грядовой и шатровой формы, внешне схожие с невысокими горами. Среди данных равнин встречаются территории, для которых характерны выровненные плоские водоразделы и широкие долины с пологими склонами. Такие участки приурочены, например, к мезозойско-палеогеновому Ульяновско-Саратовскому прогибу, испытавшему в новейшее время инверсию движений.

Абразионные равнины возникают вследствие переработки берега действием ударов волн и переносимого водой каменистого материала. Эти равнины несут незначительный покров прибрежных морских осадков и характеризуются слабым наклоном поверхности в сторону моря.

При поднятии дна к уровню моря и выше оно подвергается разрушительному воздействию волн. Со временем размер абразионных участков постепенно возрастает, а площадь аккумуляции соответственно сокращается. При развитии указанного процесса мелководные прибрежные участки моря, абрадируемые волнами, выходят из-под вод и становятся морской абразионной равниной. Более глубоководные уча-

стки, где до этого шло осадконакопление, входят в зону разрушительного действия волн и также подвергаются размыву. Таким образом, постепенно увеличивается зона абразии и вдоль берега моря возникает полоса абразионной морской равнины, сложенная более древними породами, на которых залегает тонкий слой морской гальки и крупнозернистого песка. При таком процессе абразионная равнина может достигнуть значительных размеров.

Обычно рядом с абразионной равниной располагается одновозрастная с ней морская аккумулятивная равнина, возраст и происхождение которой относительно легко устанавливается биостратиграфическим методом. Это позволит сравнительно легко определить происхождение и возраст прилегающей к ней абразионной равнины. Абразионная равнина обычно ограничена более или менее четко выраженным уступом, являющимся древним клиффом, в пределах которого иногда видны древние волноприбойные ниши. Уступ иногда бывает осложнен древними оползневыми холмами.

Примером морской абразионной равнины может служить абразионная равнина акчагыльского возраста, расположенная вдоль восточного склона Приволжской возвышенности, по правому берегу Волги от устья Камы до Камыши-на, на высотах 100—180 м.

Экзарационные равнины или равнины ледникового выпаживания возникают в результате выскребывания и истирания поверхности горных пород обломками, вмерзшими в подошву ледяного покрова при его движении. Скорость движения равнинных ледников весьма мала, а следовательно, и его разрушительная истирающая работа невелика. Ввиду небольшой скорости передвижения материкового ледникового покрова размеры выпаживания, производимые им, весьма незначительны. Обычно они сводятся к перемещению продуктов выветривания и выравниванию второстепенных неровностей, погребенного подо льдом рельефа. В результате выпаживания образуются также котловины разнообразной формы, которые постепенно заполняются водой, и на их месте возникают озера. Характерным примером экзарационной равнины может служить рельеф северной части Ленинградской, Архангельской и Вологодской областей. Экзарационная равнина возникла здесь на более древней денудационной равнине, лишь незначительно изменив ее рельеф.

Дефляционные равнины или равнины развезения возникают в результате удаления продуктов выветривания воз-

душными массами. Эти равнины наиболее широко распространены в областях сухого климата, где геоморфологическое значение проточных вод имеет небольшое значение и разрушительную работу выполняет ветер.

В процессе развевания появляются мелкие бороздки и ноздрины, которые, постепенно увеличиваясь в размерах и сливаясь, превращаются в долинообразные понижения и котловины. В промежутках между ними возникают эоловые столбы, столы и другие останцовые формы. Некоторые районы пустыни Кызыл-Кум, а также Египетской пустыни, пустыни Северной Аравии, Сахары и Западного Китая могут служить примерами дефляционных равнин. Встречаются дефляционные равнины в основном в пределах каменистых пустынь. Следует указать, что данные равнины имеют относительно неширокое распространение.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕНЕЗИСА РАВНИН

Как сказано выше, равнины возникают на пенепленах вследствие опускания их ниже уровня моря и образования на них осадочного чехла. При этом на щитах формируются плиты, представляющие собой качественно новое образование в развитии земной коры.

При исследовании рельефа равнин необходимо стремиться выявлять преемственность между формами рельефа пенеплена, погребенного под осадочным чехлом, а также формами рельефа, возникшего в эпохи перерывов осадконакопления и формами современного (древнего, современного) рельефа. При этом могут обнаруживаться как унаследованные формы, так и новообразованные, возникшие во время последующих циклов формирования рельефа.

Следует также выявлять конкретные виды связи между структурами фундамента и формами погребенного и современного рельефа.

Необходимо отметить, что суша является в основном областью сноса, где господствуют разнообразные процессы денудации. Аккумулятивные процессы имеют подчиненное значение и наблюдаются лишь в руслах, на поймах и дельтах рек, в озерах и болотах, у подножия крутых склонов и т. д. Ввиду господства на суше преимущественно восходящих тектонических движений условия для образования сов-

ременных аккумулятивных равнин практически отсутствуют.

Наиболее широкое распространение имеют аккумулятивные морские равнины, возникающие в пределах платформенных шельфов. Менее распространены, но все же часто встречаются аллювиально-озерные равнины. Эоловые равнины наблюдаются значительно реже. Ледниковые и водноледниковые равнины возникают лишь в эпохи обширных материковых оледенений. Аккумулятивные равнины образуются в эпохи морского или континентального осадконакопления на плитах, испытывающих тектоническое опускание.

Денудационные равнины образуются из аккумулятивных в результате поднятия местности, прекращения осадконакопления и начала процессов эрозии и плоскостного смыва. В геоморфологической науке сейчас пока нет четкого разграничения аккумулятивных и денудационных равнин.

По мнению авторов, генетическая принадлежность равнин может определяться исходя из следующих положений:

1. Если в пределах аккумулятивных равнин не выработаны водораздельные склоны, а наблюдаются только водораздельные поверхности и крутые склоны речных долин, то такие равнины следует относить еще к аккумулятивным соответствующего возраста.

2. Если водораздельные склоны уже возникли и наблюдаются водораздельные поверхности, а также склоны долин, то такие равнины необходимо относить к денудационным.

3. Для ледниковых, флювиогляциальных и эоловых равнин критерием может служить хорошая сохранность типичных для них аккумулятивных форм: моренных или песчаных гряд, холмов, озов, камов, дюн и пр.

4. Если же указанные формы в значительной степени разрушены и свидетельством былой аккумуляции являются лишь характерные осадочные породы, то такие равнины следует относить к денудационным.

В пределах равнин могут быть развиты поверхности выравнивания различного генезиса. Так, эрозионно-планационные равнины часто являются ступенчатыми. Каждая из этих ступеней, ограниченная восходящими и нисходящими уступами, является поверхностью выравнивания. Возраст поверхностей выравнивания определяется временем их образования и может значительно отличаться от времени формирования денудационной равнины. Поверхности выравнивания возникают в пределах денудационных равнин и, как правило, мо-
ложе их.

Систематика элементов и форм рельефа

1. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЛЬЕФА

К элементам рельефа относятся различные поверхности — водоразделов, их склонов, склонов долин — и поверхности террас. Они представляют собой генетически однородные поверхности. Так, поверхность водоразделов является ареной проявления элювиальных процессов. Склоны водоразделов — место, где идут склоновые процессы, главным образом, плоскостной смыв и накопление делювия у подножья.

Водораздел — центральная часть междуречья, в пределах которой углы наклона не превышают $3-4^\circ$, ограниченная на периферии склонами к речным долинам. В зависимости от условий формирования выделяются следующие формы водоразделов.

Плоские водоразделы, когда углы наклона поверхности не превышает $0^\circ 30'$.

Плоско-выпуклые водоразделы, у которых центральная часть имеет углы наклона поверхности не более $0^\circ 30'$, а на периферии, граничащей с водораздельными склонами, углы наклона достигают 1° .

Выпуклые водоразделы — углы наклона поверхности здесь колеблются от $0^\circ 30'$ до $1^\circ 30'$, причем отсутствуют площади с углами наклона менее $0^\circ 30'$.

Грядовые водоразделы — углы наклона поверхности в их пределах изменяются от $1^\circ 30'$ до $3-4^\circ$. Ширина их обычно невелика.

Шатровые водоразделы пользуются малым распространением. Это чрезвычайно узкие водоразделы, наклон поверхности которых, начиная от водораздельных линий, быстро возрастает. Местами от водораздельного пространства здесь практически сохранилась лишь водораздельная линия.

Склоны ограничивают водораздел на периферии и харак-

теризуются углами наклона поверхности более 4° . Склоны водоразделов постепенно переходят в склоны долин, без четко выраженного изгиба поверхности. В этом случае их объединяют и на геоморфологической карте показывают совместно.

По характеру поперечного профиля склонов выделяют следующие формы:

Прямые (угол склона на всем протяжении не изменяется). Разделяются на пологие (до 7°), средней крутизны (до 20°) и крутые (до $30-35^\circ$).

Вогнутые (верхняя часть склона — крутая, книзу крутизна быстро убывает; подошва выражена большей частью не резко).

Выпуклые (верхняя часть пологая, книзу постепенно крутизна увеличивается; подошва выражена резко).

Ступенчатые (линия поперечного профиля осложнена одним или несколькими переломами).

Сложные (различные сочетания вышеперечисленных форм).

2. ФОРМЫ РЕЛЬЕФА

В настоящем разделе приведено описание форм рельефа равнин, распределенных по их генезису. В связи с тем, что в геологической и географической литературе существуют некоторые различия в толковании отдельных терминов, обозначающих различные по генезису формы рельефа, авторы сочли необходимым привести для наиболее распространенных краткие определения. Определения форм рельефа, взятые из различных источников («Геологический словарь», 1955; «Географическая энциклопедия», 1962 и др.), в ряде случаев были существенно изменены и дополнены в свете современных представлений.

Оставлены без рассмотрения формы, встречающиеся чрезвычайно редко, а также объединены под наиболее распространенным названием формы, именуемые по-разному, но, по существу, представляющие одно и то же как в морфологическом смысле, так и в генетическом.

Авторы далеки от мысли, что приводимая ими классификация форм является совершенной и исчерпывающей. Они убеждены в том, что для целей геоморфологического картирования равнин чрезвычайно важна задача определения генетической принадлежности той или иной формы. Поэтому без

настоящей главы пособие во многом не оправдало бы своего назначения.

В ряде случаев морфология форм рельефа прямо отражает их генезис. Однако сходная морфология может быть у форм, имеющих разный генезис. Поэтому изучение только морфологии без учета данных о геологическом строении территории, без детального анализа строения кайнозойских отложений невозможно на современном уровне развития геоморфологии.

Все формы рельефа равнин по генезису делятся на аккумулятивные и денудационные.

Аккумулятивные формы созданы в результате накопления, главным образом, обломочного материала, принесенного каким-либо экзогенным геологическим агентом (льдом, ветром, поверхностными текучими водами и т. д.). Все эти формы являются положительными. Это выпуклые, трехмерные геологические тела. Возраст их определяется возрастом слагающих их отложений.

Денудационные формы рельефа созданы разрушительной деятельностью какого-либо одного геологического процесса или нескольких. В большинстве случаев это — отрицательные формы рельефа, хотя сюда относятся и некоторые положительные, в частности, денудационные останцы — участки субстрата, уцелевшие вследствие каких-то причин от эрозии или процессов комплексной денудации. Возраст этих форм всегда моложе, чем возраст слагающих их образований.

Среди аккумулятивных форм выделяются следующие: морские, озерные, речные, пролювиальные, эоловые, ледниковые, флювиогляциальные, гравитационные, солифлюкционные, мерзлотные, невыясненного генезиса.

Денудационные формы подразделяются на: абразионные (морские и озерные), эрозионные, дефляционные, экзарационные, флювиогляциальные, карстовые, суффозионные, термокарстовые, комплексной денудации.

Особо следует выделить формы, созданные человеком (антропогенные), и образовавшиеся в результате жизнедеятельности организмов (биогенные). Роль антропогенных форм в строении рельефа с каждым годом возрастает, и для некоторых территорий они являются одним из основных компонентов нагрузки крупномасштабных геоморфологических карт.

Ниже приводится краткая характеристика наиболее распространенных форм рельефа.

а. Морские и озерные формы

Бар береговой — крупная надводная форма, морфологически выраженная или в виде пересыпи, отделяющей от моря мелководный залив — лагуну, или в виде аккумулятивного острова небольшой ширины, но нередко значительного протяжения, не соединенного с коренным берегом. Сложен, как правило, песком с примесью алеврита, реже более грубым материалом.

Вал береговой — линейная положительная форма рельефа, параллельная общему направлению берега, образуется прибоем из песка, гравия, гальки или ракушки. Имеет асимметричную форму профиля: склон, обращенный в сторону моря (озера), более пологий, чем противоположный. Высота — до 1—3 м, длина — десятки — сотни метров. Нередко наблюдается несколько параллельных рядов береговых валов.

Ватты — часть низменного морского побережья, осушающаяся во время отлива. Ватты растут с каждым приливом за счет наносов, передвигаемых последним и задерживаемых растениями. Они постепенно повышаются, покрываются растительностью. Широко распространены на побережьях Северного и Балтийского морей.

Коса — узкая и низкая намывная полоса суши, прилегающая одним концом к берегу и протягивающаяся почти параллельно последнему. Сложена, как правило, песком, гравием, галькой, ракушкой. Образуется в результате накопления наносов, перемещаемых волнами и течениями вдоль берега. Длина достигает нескольких десятков и даже сотен километров. По морфологии выделяют двойные прямолинейные, петлевидные, а также крючковидные или загнутые косы.

Марши (син.-лайды) — полоса низменных побережий морей, затопляемая, в отличие от ваттов, лишь в периоды наиболее высоких приливов и нагонов воды (Северное море). Ширина их достигает нескольких километров.

Пересыпь — форма, напоминающая береговой бар, это низкий, широкий намывной участок суши, сложенный песком, гравием или галечником, отделяющий лиман от бухты (открытого моря) или соединяющий остров с материком.

Пляж — отлогий намывной берег, образующийся в результате действия прибоя. Сложен обычно песком, гравием, галькой. Поверхность его неровная, слегка наклонная к мо-

рю (озеру), под уровень которого пляж переходит в виде отмели. Наклон поверхности пляжа, его ширина и форма профиля определяются энергией волнения, крупностью наносов и соотношением прямой и обратной скоростей прибойного потока.

Стрелка — узкая намывная полоса суши, сложенная песком, выступающая в сторону моря (озера) большей частью перпендикулярно к берегу. Образуется в местах встречи двух систем волнений, распространяющихся под прямым углом друг к другу. Имеет симметричные очертания. Длина достигает нескольких десятков и даже сотен километров.

Терраса морская (озерная) — полоса суши, ограниченная уступами и наклоненная в сторону моря (озера), сложенная морскими (озерными) отложениями.

Томболо — намывные песчаные косы, соединяющие остров с берегом на участках, где возникает ветровая тень. Размер томболо по длине и ширине бывает весьма разный, высота их не превышает одного-двух метров.

6. Речные формы

К ним относятся формы рельефа, сложенные аллювием.

Бечевник — узкая полоса берега, протягивающаяся вдоль подножья склона долины или террасы, слабо наклоненная к воде и обнажающаяся в низкую воду.

Вал приустьевой — узкая линейная положительная форма рельефа, вытянутая вдоль реки в приустьевой части поймы. Образуется во время половодья в участках, где скорость течения воды при растекании по пойме резко падает. Высота приустьевых валов достигает у крупных рек 5—6 м, ширина — 4,5—5 м. Длина — обычно десятки метров.

Заструга — скопление наносов в русле реки в форме гряды, соединенной непосредственно с берегом; разрастаясь, переходит в косу.

Осередок — скопление наносов в речном русле, обтекаемое со всех сторон водой и не имеющее растительности. При дальнейшем накоплении наносов и развитии растительности превращается в **остров**.

Пережат — подводная поперечная коса в реке, нарастающая у выпуклого низменного берега и переходящая наносом к другому, вогнутому, высокому берегу, но обычно не достигающая последнего.

Пойма — часть речной долины, затопляемая при половодьях. Поверхность поймы часто изрезана старицами, про-

токами, озерами и т. д., а также несет на себе прирусловые валы, гряды, следы блуждания русла и пр. Чаще всего выделяют два уровня поймы — низкая, затопляемая ежегодно, и высокая, затопляемая раз в несколько лет при больших паводках.

Терраса — полоса суши, сложенная аллювием, протягивающаяся вдоль речной долины и располагающаяся гипсометрически выше поймы; врезана в субстрат, состоящий из более древних пород, и прислоняется к нему вдоль тылового шва. Поверхность слабо наклонена как вниз по течению реки, так и к руслу. От нижележащей террасы или поймы отделяется **уступом** с более или менее четко выраженной **бровкой**. Каждая аккумулятивная терраса представляет собой часть бывшей поймы, поэтому в ее строении принимает участие русловый аллювий, образующий нижнюю часть, и пойменный, слагающий верхнюю часть террасы. В долине может быть несколько террас. Различают **вложенные** (прислоненные друг к другу лишь вдоль тылового шва и перекрывающие одна другую — (более молодая — более древнюю) в пределах остальной части долины), **прислоненные** одна к другой на всем протяжении и **наложенные** (погребенные) террасы (с погребением более древних). Вышеуказанные взаимоотношения террас могут сменять друг друга на протяжении долины (рис. 1).

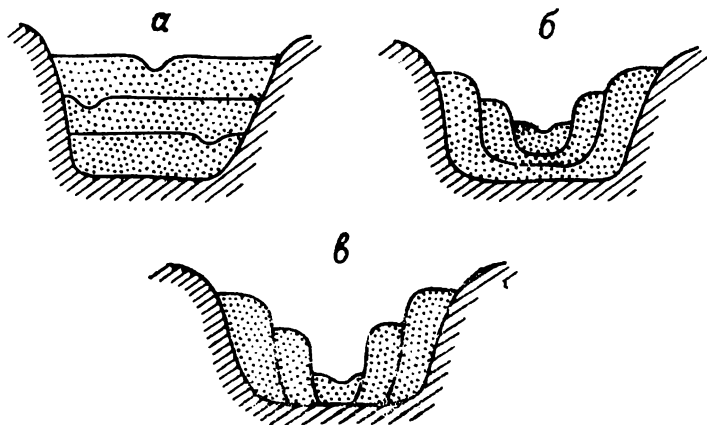


Рис. 1. Типы соотношений речных террас
(по А. И. Спиридонову, 1970):

а — наложенные; б — вложенные; в — прислоненные.

Терраса цикловая — терраса, прослеживающаяся вдоль всей долины или ее большей части.

Терраса локальная — возникает под действием эндогенных или экзогенных факторов, имеющих локальное развитие, характеризуется следующими признаками: небольшой протяженностью вдоль долины; изменчивостью высоты и ширины; изменчивостью мощности и состава аллювия.

Терраса цокольная — терраса, основание (цоколь) которой сложено коренными породами или более древним аллювием, возвышается над уровнем воды и перекрыто аллювием, синхронным самой террасе.

в. Пролувиальные формы

Сюда отнесены аккумулятивные формы рельефа, созданные временными потоками.

Конус выноса — геологическое тело, имеющее в разрезе плосковыпуклую форму, в плане — вид конуса, обращенного вершиной к устью сухой долины, образован скоплением пролювия. Размеры конусов выноса зависят от энергии потоков и объема выносимого материала. Иногда, сливаясь между собой, конусы выноса образуют у подножия склона **пролювиальный шлейф**.

Псевдотеррасы — конусы овражных и балочных выносов, подмытые и частично срезанные рекой, имеющие внешнее сходство с остатками локальных речных террас. Достигают иногда значительных размеров.

г. Эоловые формы

К этой категории относятся положительные формы рельефа, созданные деятельностью ветра. Источником образования эловых песков всегда являются более древние отложения различного генезиса. В процессе переработки их ветром создаются покровные, преимущественно песчаные формы, наложенные на более древний рельеф. Эоловые формы редко встречаются в одиночку, чаще они группируются в определенные сочетания, называемые в литературе термином «пески» с добавлением определения, характеризующего морфологию созданных сочетаний (например, «бугристые пески», «грядово-лунковые пески» и т. д.).

К одиночным формам относятся, прежде всего, барханы, дюны и прикустовые бугры.

Бархан — асимметричный песчаный холм, серповидной формы в плане, наветренный склон пологий ($10\text{--}15^\circ$) и длинный, подветренный — короткий и крутой (до $32\text{--}33^\circ$). Заостренные концы или рога бархана ориентированы в направлении господствующих ветров. Высота барханов колеблется от 1—2 до 15 м, местами — больше, а в поперечнике они достигают 40—70 и более м. Скорость передвижения барханов может составлять несколько (3—5) километров в год. При слиянии краев соседних барханов образуется **барханная цепь** — удлиненная песчаная возвышенность, ориентированная перпендикулярно к направлению ветра, извилистых очертаний в плане. Рога барханов при этом почти полностью редуцированы. Высота барханных цепей достигает 60—70 м, расстояние между гребнями соседних цепей может составлять 1500—3500 м, длина — от нескольких сотен метров до 10—20 км.

При ветрах одного или близких направлений возникают **продольные барханные гряды**, вытянутые вдоль направления ветра.

В результате неравномерного развевания барханных цепей и гряд образуются песчаные перемычки от одной цепи (гряды) к другой. Такие сочетания барханных цепей и гряд с перемычками, имеющие в плане вид неправильной решетки, именуются **решетчатым барханным рельефом**.

Бугры прикустовые — отдельные скопления песка и пыли вокруг кустов в пустынных территориях и песчаных степях. Высота бугров — 50—60 см, реже — 1,0—1,5 м.

Дюны — холмы и гряды песка удлиненной, иногда серповидной формы в плане на песчаных побережьях морей, озер и рек, а также в областях древних оледенений на задровых равнинах. Подветренный склон крутой (до $30\text{--}40^\circ$), наветренный — пологий ($12\text{--}15^\circ$). Высота дюн чаще всего 10—13 м, иногда до 100 м. Так же, как и барханы, дюны — подвижные формы рельефа. Скорость их перемещения — до 20 м в год. На первых порах развития дюны расположены перпендикулярно господствующему направлению ветра, но постепенно вытягиваются по ветру. Относительно прямолинейные в плане дюны могут трансформироваться в изогнутые формы, образуя сначала дугообразные или параболические дюны, затем — шпилькообразные (с длинными параллельными рогами), а в случае прорыва вершины — в парные продольные ветру дюнные гряды.

Дюны глиняные — небольшие холмы, образующиеся на берегу лагун в результате переноса ветром и задерживания растительностью скрученных глинистых корочек, возникающих при высыхании илистых отложений лагуны в сухое время года. Дожди размывают глинистые корочки и превращают их в комковатые массы, имеющие морфологическое сходство с песчаными дюнами.

Пески бугристые — сочетание песчаных холмов высотой до 5—7 м неправильной формы, с пологими склонами, закрепленных или полужакрепленных растительностью. Образуются в результате закрепления песков пустынной растительностью, обладающей специфическими особенностями. Какая-либо закономерность в плановом распределении отдельных холмов пока не установлена.

Пески грядовые — валобразные песчаные скопления, вытянутые в направлении господствующих ветров и разделенные межгрядовыми понижениями; ширина последних превышает ширину гряд. Высота гряд — от нескольких метров до нескольких десятков километров. Ширина их составляет метры или десятки метров. Редко встречаются гряды высотой 70—200 м, шириной до одного километра и длиной в несколько километров. Поперечный профиль гряд более или менее симметричен.

При соединении отдельных гряд между собой низкими поперечными перемычками возникают **грядово-ячейстые пески**.

Когда ветры дуют в противоположных направлениях, при преобладании одного из них формируются схожие с барханами дугообразные валы с понижением внутри дуги, сочетание которых называется **грядово-лунковыми песками**.

Ориентировка гряд (дюн, барханов и др.) часто определяется не только направлением ветра, но и тектоническими структурами и гравитационным полем.

Пески кучевые — представляют собой сочетание прикустовых бугров (куч) в условиях дефицита песка, чаще всего — в районах с неглубоким залеганием грунтовых вод.

д. Ледниковые формы

Сюда включены формы рельефа, образованные накоплением моренного материала.

Гряды конечных морен — дугообразные в плане гряды, длиной в несколько километров, высотой — десятки, реже 100 м, возникающие при стационарном положении края ма-

терикового ледника. Наличие нескольких гряд указывает на неоднократные небольшие отступления ледника.

Гряды напорноморенные—удлиненные возвышенности, напоминающие по форме конечноморенные гряды, сложенные в значительной степени из местных коренных пород, сильно смятых и сложносочетающихся с мореной и флювиогляциальными отложениями.

Друмлины—продолговатые холмы длиной до 1—2 км, шириной — 300—800 м, высотой — несколько десятков метров. Длинные оси друмлинов вытянуты в направлении движения льда. Склоны характеризуются мягкостью очертаний. Под моренными отложениями, слагающими друмлины с поверхности, часто встречается ядро друмлины — выступ сглаженных коренных пород. Располагаются группами и покрывают значительные площади, носящие название **полей друмлинов**.

Холмы моренные—холмы различной морфологии и размеров (10—20 м), сложенные, в отличие от конечноморенных гряд, материалом не конечной, а основной морены. Располагаются позади конечноморенной гряды без видимой плановой закономерности. Обладают сглаженными вершинами и сравнительно крутыми склонами.

е. Флювиогляциальные формы

Это — положительные формы рельефа, генетически связанные с деятельностью водно-ледниковых потоков и сложенные флювиогляциальными отложениями.

Зандры—сливающиеся весьма пологие и широкие конусы выноса подледниковых потоков, сложенные слоистыми песками, галькой и гравием. Поверхность конусов характеризуется малыми уклонами, не превышающими 3—4°, и только при переходе к конечной морене увеличивающимися до 8—10°.

Камы—хаотически расположенные холмы высотой 10—12 м, находящиеся вблизи конечных морен. Сложены слоистыми хорошо отсортированными песками с примесью гальки и гравия, тонкими глинами и валунным материалом. Генезис не вполне ясен.

Озы—узкие и длинные извилистые валы и гряды, тянущиеся в направлении движения бывшего ледника. Длина — от нескольких сотен метров до десятков километров; высота от 5 до 50 м и более. Крутизна склонов до 40°. Местами имеют четковидное строение и даже распадаются на ряд отдельных удлиненных холмов. Не считаясь с рельефом субстрата, на-

кладываются на различные его элементы. Сложены озы чаще слоистым обломочным материалом: песками, гравием, галькой иногда с валунами и валунными глинами. Из многочисленных гипотез, объясняющих образование озов, наибольшего внимания заслуживает дельтовая и русловая.

ж. Гравитационные формы

Данные формы рельефа создаются за счет движения крупных масс дезинтегрированной породы, которые, потеряв связь с субстратом, под действием силы тяжести смещаются вниз к подножию склона.

Осыпи — конусовидные в плане, наклонные плосковыпуклые повышения, прислоненные узким концом к склону, сложенные продуктами выветривания пород, слагающих склон. Вершину конуса слагают, как правило, наиболее крупные обломки. Соединенные между собой осыпи часто образуют шлейф, опоясывающий крутые склоны.

Террасы оползневые — террасовидные формы рельефа, осложняющие склоны долин; образование их связано с явлением оползания. Поверхность оползневой террасы чаще неровная, бугристая, обычно наклонная не к долине, а к склону.

Тело оползневое — оползший массив горных пород различных размеров, поверхность которого наклонена в сторону склона и имеет сложный микрорельеф с многочисленными буграми, грядами, валами, мелкими углублениями, трещинами и т. д. В результате наклона поверхности оползневого массива в сторону склона образуется приоползневое понижение, где вследствие избыточного увлажнения происходит его заболачивание или на месте возникает небольшое озеро.

з. Солифлюкционные и мерзлотные формы

Под солифлюкцией понимается процесс медленного стекания оттаивающих почв и рыхлых грунтов по склону под действием силы тяжести. Текущие массы образуют натеки, борозды, террасообразные уступы и т. д.

Мерзлотные формы рельефа связаны с деформацией горных пород под влиянием изменения объема грунтово-почвенных вод вследствие их замерзания или оттаивания. Солифлюкционные и мерзлотные формы распространены в районах многолетней мерзлоты.

Байджарахи — холмы округлой в плане формы, от 0,5 до 15 м высотой, образующиеся при вытаивании из ископаемо-

го льда обломочного материала. Склоны крутые, вершины уплощенные.

Бугры торфяные — одиночные или встречающиеся группами холмы высотой 3—4 м и более, чаще округлой формы в плане. Сложены с поверхности торфом. В ядре бугра на небольшой глубине от поверхности часто находится скованное вековой мерзлотой ядро, иногда целиком состоящее из льда. Образование бугров связано, по-видимому, с процессами мерзлотного пучения.

Валы солифлюкционные — вытянутые возвышенности, осложняющие склоны и протягивающиеся вдоль него, образующиеся под влиянием солифлюкации при участии морозного пучения. Длина валов достигает несколько сотен метров при ширине 3—10 м и высоте 4—5 м.

Гидролакколиты — бугры вспучивания с ледяным ядром, образуются при увеличении объема воды в связи с ее подтоком и замерзанием. Высота гидролакколитов достигает 40 м, но наиболее часто она составляет 3—15 м. Вершины гидролакколитов плоско-выпуклые, склоны довольно крутые — до 20°—30°. Поперечник оснований — до 300—700 м. В плане имеют округлую или овальную форму.

Наледь — ледяной холм, иногда перекрытый незначительным покровом рыхлых образований, с плоско-выпуклой вершиной и пологими склонами, возникший в результате замерзания воды, выходящей через трещины льда на его поверхность. По длительности существования может быть сезонной и многолетней, современной и ископаемой.

Террасы солифлюкционные — формы рельефа, развитые на склонах долин, морфологически сходные с речными террасами. Площадь поверхности солифлюкционных террас достигает многих сотен квадратных метров, высота уступов достигает 5—6 м. В плане имеют часто веерообразные очертания.

и. Формы невыясненного генезиса

Бугры бэровские — параллельные, почти широтно вытянутые гряды, развитые в юго-западной части Прикаспийской низменности. Высота их обычно 10—45 м, длина до 2,5 км, ширина 200—300 м, при среднем расстоянии между гребнями 1—2 км. Сложены глинистыми песками и мелкими окатанными обломками плотных коричневых глин. В некоторых межгрядовых понижениях образуются соляные озера или ильмени.

а. Абразионные (морские и озерные) формы

Сюда отнесены формы рельефа, созданные разрушительной деятельностью морского (озерного) прибоя в сочетании с некоторыми другими геологическими агентами.

Бенч (абразионная терраса) — полого наклонная к морю (озеру) площадь, расположенная перед подножьем отступающего берегового обрыва и погружающаяся под уровень моря, сложенная коренными породами.

Древние абразионные террасы могут быть полностью погруженными под уровень моря или, наоборот, более и менее высоко поднятыми над уровнем, в зависимости от характера новейших движений.

Клифф — береговой уступ (обрыв), выработанный в породах, слагающих прибрежную полосу суши.

Ниша волноприбойная — углубление в нижней части клиффа (обрыва), образующееся вдоль последнего в том месте, где сосредотачивается размывающая деятельность волн.

Терраса — площадка, выработанная в коренных породах действием прибоя и несущая на своей поверхности следы абразионной деятельности в виде россыпей галечного материала или единичной гальки. С одной стороны ограничена уступом. В противоположном направлении переходит в аккумулятивную морскую равнину.

б. Эрозионные формы

Здесь объединены формы рельефа, связанные своим происхождением и развитием с эрозией (линейным размывом), производимой поверхностными текучими водами. Это, главным образом, долины различной формы и размера. Долинами принято называть протяженные отрицательные формы рельефа, длина которых превышает ширину в десятки и сотни раз, имеющие отчетливо выраженный уклон дна в одну сторону.

Балка — (син. — суходол, лог, сай) — долина с задернованными склонами, углы наклона которых не превышают 30—35°. Склоны могут быть террасированы. Днище обычно широкое, плоское, в плане часто извилистое. Размеры балок значительны, длина их достигает нескольких десятков километров (глубина — десятков метров, ширина — до 100 м и более). Бровка выражена обычно довольно отчетливо. Не-

большие и неглубокие балки с четко выраженными бровками называются **лощинами**.

Вади — извилистые долины пустынных областей с крутыми склонами, длиной до нескольких десятков и сотен километров. Заканчиваются обычно в бессточных впадинах. Для вадей характерно отсутствие террас. Вади могли быть выработаны временными водотоками, некоторые из них могли образоваться при участии ветра.

Долина речная — долина с постоянным или функционирующим в течение большей части года водотоком. Сравнительно постоянный характер гидрологического режима обуславливает на фоне климатических изменений и колебательных движений земной коры особенности морфологии, отличающие речные долины от долин, лишенных постоянного водотока.

Долина всячая — долина, устье которой обрывается уступом к долине другой реки, озеру или морю, куда она впадает. Возникновение всячих долин может быть связано с подмывом приустьевых участков долин, а также резким изменением базиса эрозии, тектоническими движениями, с различиями в литологии размывающихся пород и др. причинами.

Ложбина стока (делли) — отрицательная линейная форма с относительно плоским дном без четко выраженного русла и пологими склонами, не имеющими четкой бровки. Крутизна склонов не превышает $5-8^\circ$, ширина ложбины стока в среднем 4—5 м, глубина колеблется в пределах 0,3—2,0 м. Длина достигает нескольких километров. Как правило, они распахиваются.

Меандра — (спил.-лука) — изгиб русла реки, дугообразный в плане. Вогнутый, обычно крутой, берег усиленно размывается, а поступление наносов к выпуклому берегу способствует его наращиванию и образованию **отмели**. Различают **свободные** или **блуждающие** и **врезанные** или **коренные меандры**. Блуждающие меандры — изгибы русла, располагающиеся в пределах поймы реки и не прорезающие пойменного аллювия. Врезанные меандры отличаются от блуждающих тем, что здесь вместе с изгибами русла наблюдаются изгибы долины в целом, так что в каждую излучину входит выступ, сложенный коренными породами, реки обычно прорезают пойменный аллювий и размывают коренные породы или более древний аллювий.

Овраг — долина с крутыми, большей частью отвесными

склонами, лишенными растительности, обнаженными почти на всем протяжении. Часто сильно разветвлен. Имеет очень четко выраженную бровку. Глубина колеблется от 2,5 до 50 и более метров. Длина может достигать нескольких километров. Ширина оврагов по бровке — до нескольких десятков метров. Наиболее подвижной частью является вершина. Поперечный профиль чаще всего V или U-образный.

Овраг вторичный — овраг, возникший на дне ранее существовавшей сухой долины (например, балки, лощины).

Останец эрозионный (останец обтекания) — изолированный холм (возвышенность), уцелевший от разрушительного воздействия денудации горных пород. Чаще всего встречается в пределах поймы.

Пойма эрозионная — часть долины, заливаемая в половодье и сложенная в основном коренными породами. Современный аллювий имеет неповсеместное распространение, а там, где он имеется, характеризуется малой мощностью, измеряемой сантиметрами, участками — десятками сантиметров.

Промойна — (син.-рытвина, борозда, водороина) — долина с крутыми обрывистыми и обнаженными склонами с резко выраженной бровкой. Глубина — до 1—2,5 м, ширина — от долей метра до 4—5 м. Длина достигает нескольких сотен метров, реже превышает 1,0—1,5 км.

Русло — наиболее пониженная часть речной долины, занятая водным потоком в межпаводочные периоды. Ширина может достигать нескольких километров.

Терраса эрозионная — речная терраса, выработанная в коренных породах и несущая на своей поверхности следы эрозионной деятельности в виде россыпей галечного материала или даже единичной гальки. Вдоль реки переходит в цокольную и аккумулятивную террасы.

в. Дефляционные формы

Дефляционный рельеф образуется под воздействием ветра в результате удаления («сдувания») частиц горных пород и перемещения их перекатыванием или во взвешенном состоянии.

Байры — замкнутые впадины, распространенные в песчаных пустынях, вытянутые в виде цепочек ложбин, разделенных перемычками. Располагаются параллельно песчаным грядам.

Котел (котловина) выдувания — отрицательная форма рельефа, овальных в плане очертаний. Крутизна склонов различна. Диаметр их редко превышает 3—5 м, глубина — 1—2 м. Часто располагаются группами.

Останцы развевания — бугры среди развеваемого пространства, с обрывистыми склонами, сохранившиеся под защитой неполностью уничтоженной растительности.

Яреи — округлые в плане понижения в песчаной поверхности тундровых пространств. Площадь яреи часто достигает нескольких гектаров. Глубина — до 2—4 м. Дно края неровное, склоны часто обрывистые.

Ярданги — параллельные борозды (глубиной до одного метра) и разделяющие их гребни, вытянутые в направлении господствующих ветров. Встречаются на ровных глинистых поверхностях пустынных пространств.

г. Экзарационные формы

Экзарационными принято называть формы рельефа, созданные разрушительной деятельностью льда в ледниковых областях.

«Бараньи лбы» — возвышенности в виде холмов или отдельных скал, сложенные плотными породами, вытянутые в направлении движения льда, сглаженные и отполированные ледником. Склон, обращенный в сторону, откуда двигался ледник, положе противоположного. Длина бараньих лбов до сотен метров, высота — до 50 м. Сочетания таких форм образует ряд сглаженных асимметричных выступов и углублений, называемых **курчавыми скалами**.

Банни выпаживания — углубления различных размеров, иногда вытянутые по направлению движения льда, образующиеся при выпаживании подледникового ложа, сложенного породами различной прочности.

д. Флювиогляциальные формы

В эту категорию объединены формы рельефа, выработанные в коренных породах ледниковыми водами.

Долины стока ледниковых вод — относительно широкие долины, выработанные талыми водами ледника, выполненные иногда мощной толщей водно-ледниковых и частично аллювиальных отложений. В случае, когда эти формы вытя-

нуты параллельно ледниковому краю, они называются *приледниковыми ложбинами*. Часто последние образуют несколько параллельных систем, по числу которых можно иногда судить о числе остановок края ледника.

Золли — небольшие (до нескольких десятков метров в диаметре) округлые в плане впадины, глубиной до нескольких метров и реже десятков метров, выполненные иногда торфом или заключающие в себе небольшие озера. Некоторые золли представляют собой углубления, высверленные в породах талыми водами ледника, низвергшимися в трещины льда. Другие золли связаны с термокарстовыми процессами.

Ложбина подледникового стока — желобовидные отрицательные формы шириной до одного километра, длиной до 20—30 км, значительной глубины, характеризующиеся отсутствием определенного, ярко выраженного уклона с котловинообразными углублениями в дне. Образуются в результате размывающей деятельности водных потоков под ледниками. Ориентированы, главным образом, в направлении движения льда.

Озеро ложбинное — котловинообразное понижение в русле древних ледниковых форм рельефа, заполненное водой. Имеют овальную, несколько вытянутую в плане форму и располагаются группами в виде цепочки в заключающей их ложбине, часто соединяясь между собой протоками.

е. Карстовые формы

К этой категории относятся отрицательные формы рельефа, связанные в своем происхождении с процессами растворения горных пород подземными и отчасти поверхностными водами, образованием пустот и обрушением их кровли. Возникают в местностях, сложенных сравнительно легко растворимыми горными породами (гипсами, известняками, доломитами, каменной солью).

Воронки карстовые — замкнутые впадины, в большинстве случаев правильных округлых очертаний в плане, сужающиеся книзу. Диаметр их обычно до 50 м (иногда до 200 м), глубина — от нескольких метров до нескольких десятков метров. Крутизна склонов различна: от 10—12° до почти отвесных. При своем развитии воронки могут сливаться, образуя более крупные формы рельефа — **увалы** или **опадки**, переходящие в поля. Воронки располагаются по-

одиноким или группами, нередко цепочками. Отверстия, располагающиеся на дне воронок и поглощающие воду, называются понорами. При закупорке последних вода может заполнять воронки, образуя **карстовые озера**.

Воронка провальная — овалы в плане понижения различных размеров, возникшие в результате обрушения кровли подземных карстовых полостей, могут заполняться водой с образованием провальных озер.

Долина слепая — 1) долина, устье которой совпадает с понором; 2) — участок речной долины, лишенный поверхностного водотока вследствие проникновения воды в карстовые полости в развитых здесь растворимых породах и подземного ее течения. Ниже этого участка вода вновь выходит на поверхность, образуя поверхностный водоток.

Карры — система борозд на поверхности карстующихся пород глубиной от нескольких сантиметров до 2 и более метров, разделенных часто острыми узкими гребнями и шипами. Борозды расположены или параллельными рядами, или ветвистыми лабиринтами. Иногда карры занимают большие пространства, образуя **карровые поля**.

Колодец карстовый — вертикальный или слегка наклонный узкий канал с отвесными стенками. Форма обычно неправильная. Глубина, как правило, не превышает 40—60 м при ширине 5—10 м.

ж. Суффозионные формы

К ним относятся отрицательные формы рельефа, образующиеся за счет процессов выщелачивания и вымывания частиц пород субстрата подземными водами и последующего обрушения кровли образующихся пустот. Особенно характерны в лессах и лессовидных породах.

Блюдца (степные блюдца, западины, падины) — замкнутые понижения округлой формы с относительно плоским дном, склоны пологие, реже — крутые, обрывистые. Размеры достигают 10—50 м в диаметре, при глубине от долей метров до 1,5—2 м, редко — более.

Воронки просадочные — сужающиеся книзу понижения правильных в плане очертаний с симметричными склонами. Размеры — до нескольких метров. Иногда на дне их располагается отверстие — колодец, поглощающий стекающую в воронку воду. Возникают вдоль русел потоков, прорезающих лессовые породы.

3. Термокарстовые формы

Под термокарстом понимается процесс образования замкнутых отрицательных форм рельефа вследствие вытаявания погребенного льда или таяния мерзлого грунта и последующего оседания вышележащих слоев.

Морфологически они мало отличаются от собственно карстовых форм и представляют собой различные по размеру замкнутые котловины, воронки, блюдцеобразные понижения, слепые долины и т. д. При заполнении водой этих углублений образуются термокарстовые озера. Некоторые термокарстовые формы имеют собственные названия. К ним относятся, в частности, аласы и ерсеи.

Аласы — овальные в плане, неглубокие понижения с плоским дном, от десятков метров до нескольких километров в диаметре.

Ерсеи — понижения между торфяными буграми, различных размеров, сложной конфигурации в плане. По ним осуществляется сток поверхностных вод.

и. Формы, созданные комплексной денудацией

В их формировании принимают участие плоскостной смыв, отчасти дефляция, эрозия и другие геологические процессы.

Куэсты — асимметричные гряды, представляющие собой отпрепарированные денудацией «головы» пластов наиболее устойчивых к процессам денудации в условиях развития дислоцированных толщ горных пород. Один склон — крутой (эскарп), другой, совпадающий с поверхностью напластования — пологий.

Пирамиды земляные — конусовидные холмы до 10—15 м высотой, сложенные мореной и увенчанные крупным валуном или глыбой, защищающей находящуюся под ними массу горных пород от денудации.

Терраса структурная (денудационная терраса) — террасовидная форма, осложняющая склон водораздельного пространства или долины, сложена коренными породами, причем ровная поверхность структурной террасы совпадает с поверхностью какого-либо пласта, принимающего участие в строении склона.

Чинк — обрывистый уступ различного происхождения, в том числе и тектонического (чинк часто является отражением

ем сброса или флексуры). Высота достигает 300—350 м. Встречаются в пустынных и полупустынных областях Закаспия.

К полигенным денудационным формам рельефа относятся также бессточные впадины, в которых в зависимости от характера рельефа субстрата, его геологического строения, климатических условий протекают процессы, обусловившие создание своеобразных ландшафтно-геохимических комплексов. Так, в условиях значительного количества осадков впадины заполняются водой, образуя озера. В полупустынных условиях, на территориях с относительно плоским рельефом и с глинистыми отложениями, залегающими на поверхности, а также при неглубоком залегании грунтовых вод формируются солончаки (син. шоры, соры). Это — плоские понижения с глинистой поверхностью, затвердевающей в сухое время года, с развитием полигональных трещин усыхания.

Близки к солончакам такры, формирующиеся в пустынях, и другие морфологически сходные ландшафтно-геохимические образования.

Генезис же самих бессточных впадин может быть различен в каждом конкретном случае, и поэтому на геоморфологической карте следует показывать не «солончаки», «соры» и т. д., а впадины определенного генезиса. Происхождение последних может быть связано с карстовыми, суффозионными, термокарстовыми процессами, с тектоническими опусканиями и т. д. Во впадинах разного генезиса в сравнительно ограниченном по площади районе складываются обычно сходные ландшафтно-геохимические ассоциации, и их показ мало что может говорить о генезисе конкретной впадины.

БИОГЕННЫЕ ФОРМЫ

К биогенным формам рельефа относятся широко распространенные разнообразные микроформы, созданные в результате жизнедеятельности организмов (торфяники, термитники, кротовины и т. д.).

АНТРОПОГЕННЫЕ ФОРМЫ

В эту категорию относятся формы рельефа, созданные деятельностью человека. Это, прежде всего, различные вы-

емки, карьеры, каналы, насыпи, отвалы, плотины, дамбы, терриконы, а также часто встречающиеся в южных районах Европейской части СССР курганы — искусственные холмы, могильники. Размеры антропогенных форм — самые разнообразные.

Методы определения возраста рельефа

1. ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Под возрастом рельефа авторы понимают геологическое или абсолютное время возникновения той или иной формы рельефа: равнины, долины, террасы, кама, карстовой воронки и т. п. Это понятие включает также и длительность существования данных форм, например, датировка возраста— «позднеплиоценовая денудационная равнина» означает, что она возникла в позднем плиоцене и существует до сих пор.

Для выявления возраста аккумулятивных и денудационных равнин различного происхождения, поверхностей выравнивания, развитых на равнинах, а также возраста долин, террас, водораздельных поверхностей и их склонов, в том числе погребенных, необходимо тщательно изучить стратиграфию и фации отложений, анализ которых создает основу для любых геолого-геоморфологических исследований.

Возраст рельефа определяется в единицах геохронологической шкалы относительного либо абсолютного геологического времени. Следует различать возраст крупных форм рельефа (горного хребта, возвышенности, низменности), являющихся результатом длительного и сложного процесса развития, от возраста малых форм, усложняющих крупные и существующих относительно недолго. Чем крупнее форма рельефа, тем дольше она существует, чем меньше форма рельефа, тем менее она долговечна.

Абсолютный возраст указывает время образования рельефа в миллионах и тысячах лет или еще более точно. Абсолютный возраст форм рельефа может быть определен по археологическим находкам, по скорости осадконакопления, плоскостного или линейного смыва, по количеству годичных слоев в ленточных отложениях, по скорости распада различных радиоактивных элементов, содержащихся в горных по-

родах, например, радиоактивного изотопа углерода (C^{14}) или другими способами. Для определения возраста малых, очень молодых форм рельефа можно использовать сведения, почерпнутые из исторических источников, из карт старых лет издания или полученные от населения путем опроса.

Относительный возраст рельефа может быть геологическим, геоморфологическим или сравнительным.

Геологический возраст форм рельефа обычно определяется биостратиграфическими или литолого-стратиграфическими методами.

Геоморфологический или сравнительный возраст устанавливается путем сравнения с формами, геологический возраст которых установлен каким-либо методом и определяется как «одновозрастный», «более ранний» или «более поздний».

Геологический возраст денудационных форм датируется временем начала денудации. Эти формы рельефа всегда молодые пород, их слагающих.

При определении возраста денудационных форм рельефа, поверхностей выравнивания и денудационных равнин задача сводится к выяснению времени начала процессов денудации. Для этого необходимо установить на исследованной территории возраст наиболее молодых отложений морского или континентального происхождения, т. е. установить время последней региональной аккумуляции. Если в последующем геоморфологическом развитии на исследуемой территории не было площадной аккумуляции, которая могла бы привести к формированию аккумулятивной равнины, возраст денудационной равнины, по мнению авторов, должен показываться временем начала процессов денудации.

Возраст аккумулятивных форм рельефа, как правило, совпадает с геологическим возрастом слагающих их пород. Так, моренная гряда, сложенная ледниковыми отложениями днепровского времени, имеет днепровский (среднеплейстоценовый) возраст. Аллювий первой надпойменной аккумулятивной террасы, которым она сложена, имеет позднеплейстоценовый возраст. Таким же будет и возраст речной террасы. При наличии данных о возрасте горных пород, слагающих ту или иную форму рельефа, включая террасы и равнины, определение возраста аккумулятивного рельефа не вызывает затруднений.

Если же возраст отложений не установлен, то возраст аккумулятивных форм рельефа можно определить лишь косвенным путем, методами, принятыми в геологии. При опре-

делении возраста аккумулятивных форм рельефа широко используются методы определения абсолютного возраста отложений, биостратиграфические методы, в том числе метод возрастных рубежей и фациальных переходов.

Возраст погребенных форм рельефа определяется в первом приближении временем перерыва в осадконакоплении, исходя из возраста кровли перекрываемых и подошвы перекрывающих слоев.

Для определения возраста форм рельефа следует широко применять методы, отработанные для определения возраста геологических тел.

Приемы, которыми пользуются геологи и геоморфологи при геоморфологических исследованиях, можно подразделить на две группы:

а) определения давности возраста геологических и геоморфологических образований и б) установления последовательности истории геологических событий.

В геоморфологии в зависимости от характера картируемого объекта в большей или меньшей степени могут применяться те или иные из названных приемов.

Ниже приводится краткая характеристика наиболее распространенных методов определения возраста рельефа: геологических, геоморфологических и некоторых других.

2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Данные методы основаны на изучении фациальных переходов, возрастных рубежей, сингенетичных и коррелятных отложений, кор выветривания. Они базируются на определении геологического возраста отложений относительными биостратиграфическими и литолого-стратиграфическими методами.

Метод фациальных переходов применяется при определении возраста аккумулятивных форм рельефа, сложенных «немой» отложениями. Используя указанный метод, необходимо проследивать переход исследуемых форм рельефа, сложенных теми или иными породами, возраст которых неясен, в сходные формы, слагающиеся другими отложениями или фациями иного генезиса, возраст которых установлен. Так, возраст «немой» морены, слагающей какой-либо конечно-моренный вал, можно определить по возрасту синхронных ей флювиогляциальных отложений, слагающих террасу или

зандровую равнину, примыкающую к указанной конечной морене, если возраст флювиогляциальных отложений известен. Эти данные могут быть получены в полевых условиях, путем изучения обнажений или материалов бурения, а в камеральный период — путем составления детальных профилей. В обоих случаях будет наблюдаться клинообразное замещение одних пород другими.

Указанный метод является, по существу, одним из тех, которым пользуются геологи при определении синхронности изучаемых отложений.

В тех случаях, когда метод фациальных переходов по каким-либо причинам неприменим, приходится прибегать к методу возрастных рубежей.

Метод возрастных рубежей применяется при определении возраста аккумулятивных и денудационных форм и возраста погребенного рельефа. Данный метод состоит в определении отрезка времени по двум рубежам — нижнего по подстилающей толще отложений, и верхнего — по перекрывающей или прислоняющейся. При этом необходимо определить геологический возраст нижней и верхней толщи биостратиграфическим или другим методом.

В ряду аккумулятивных террас каждая нижележащая будет моложе вышележащей. К ним также применим метод возрастных рубежей, если определен геологический возраст ниже- и вышележащих террас.

Данный метод является также геологическим методом, широко применяемым для установления возраста «немых» стратиграфических горизонтов.

Метод сингенетичных отложений основан на предположении, что возраст изучаемой аккумулятивной формы рельефа аналогичен возрасту слагающих ее отложений в тех случаях, если они имеют тот же генезис, что и образуемая ими форма рельефа (при условии, что последняя не подвергалась после своего образования каким-либо преобразованиям иными агентами морфогенеза). Так, возраст аккумулятивной морской равнины соответствует возрасту слагающих ее морских отложений; возраст аккумулятивной речной террасы приблизительно аналогичен возрасту аллювия, слагающего данную форму рельефа; возраст аккумулятивной ледниковой равнины соответствует возрасту слагающих ее моренных отложений и т. д.

Метод коррелятивных отложений применяется для определения возраста денудационных форм, например, для выявления

возраста поверхностей выравнивания. Он основан на законе сопряженности процессов денудации и аккумуляции во времени и пространстве. Во время формирования денудационного рельефа различные агенты денудации выносят продукты разрушения, откладывая их в прилегающих впадинах, образуя коррелятные отложения и соответствующие им формы рельефа. Возраст данных отложений соответствует времени формирования прилегающих участков денудационного рельефа. Данный метод дает особенно хорошие результаты в горных странах, когда продукты разрушения горных хребтов откладываются в прилегающих к ним межгорных и предгорных впадинах и прогибах.

На равнинах этот метод можно применять как для выяснения возраста денудационных форм рельефа по связи с локальным осадконакоплением, так и по связи с соседними районами площадной аккумуляции.

По участкам локального осадконакопления можно определять возраст относительно небольших форм рельефа: балок, конусов выноса, речных террас и т. п.

Так, например, конус выноса большой балки сложен снизу вверх несколькими слоями песчано-галечных и глинистых отложений. При этом нижние слои конуса выноса содержат споры, пыльцу и остракоды позднехвалынского облика. На основании этих фактов можно сделать вывод о том, что балка имеет позднехвалынский возраст.

Аккумулятивная терраса хазарского возраста прислоняется к склону водораздела, сложенному чередующимися слоями глин, песчаников и песков с железистыми конкрециями нижнего мела, и перекрыт маломощным чехлом желто-бурых суглинков. Выяснено, что хазарский аллювий является самым древним в исследуемой речной долине. Среди слагающих его песков много окатанных обломков и целых железистых конкреций, аналогичных наблюдаемым в коррелятных породах склона. Склон возник в результате врезания долины в хазарское время, и возраст склона будет хазарским.

Для восстановления возраста денудационных поверхностей и генетических типов методом изучения коррелятных отложений в последних должны быть изучены многочисленные признаки, говорящие о разрушении исходной аккумулятивной поверхности. Это не только характерные включения (конкреции, желваки фосфоритов, друзы гипса и т. п.), но также перетолщенная фауна и микрофауна, обломки пород или минералы, характерные только для предшествующих этапов

аккумуляции. Так, например, переотложенная акчагыльская фауна появилась в разрезах четвертичных отложений только в хазарских породах — правомерно сделать вывод о том, что размыв этих отложений начался в среднечетвертичное время, и денудационные поверхности, срезающие акчагыльские образования, также будут иметь хазарский возраст. Аналогично можно определить возраст и водораздельной денудационной поверхности.

Метод коррелятных отложений дает наиболее достоверные определения возраста денудационных поверхностей при совмещении его с методом возрастных рубежей. При этом нижний рубеж образования денудационных поверхностей и форм зачастую определяется по ряду косвенных признаков, которые можно наблюдать лишь в единичных точках на больших площадях. Например, морские отложения, свидетельствующие о морской аккумуляции, сохранились лишь в отдельных карстовых воронках. Определив возраст этих пород, можно сказать, что денудация началась лишь после регрессии моря с этой территории. Таким образом был определен олигоценовый возраст денудационных поверхностей главных водораздельных пространств Актюбинского и Оренбургского Приуралья. Здесь в дизъюнктивных мульдах сохранились породы эолового и морского генезиса верхнего эоцена, слагавшие в это время широко распространенные аккумулятивные равнины того же генезиса. Они покрыты разновозрастными континентальными отложениями (озерными, болотными, аллювиальными), формировавшимися в субаэральных условиях, что свидетельствует о том, что позже верхнего эоцена на прилегающих территориях шла непрерывная денудация, которая продолжается и в настоящее время. Из этих фактов ясно, что возраст денудационной поверхности является олигоценовым. Иногда о возрасте денудационной поверхности можно судить по останцам или спроектированным на эту поверхность глыбам пород, образовавшимся в период, предшествующий их размыву в условиях площадной аккумуляции.

Так, по элювиальным глыбам верхнеэоценовых сливных песчаников, встречающихся на водораздельных поверхностях, сложенных юрскими, триасовыми и пермскими породами, определяется олигоценовый возраст упомянутых поверхностей.

Аналогично по глыбам сарматских ракушечников определяется послесарматский возраст основных водораздельных поверхностей в нижнем течении рр. Уила, Сагиза и Эмбы в

пределах восточного борта Прикаспийской впадины; по проекции на более древние породы валунов шокшинских песчанников и гранитов из днепровской морены — позднечетвертичный возраст денудационных водораздельных поверхностей в бассейнах рр. Медведицы и Хопра; по остаткам полтавских песков — плиоценовый возраст денудационных поверхностей выравнивания в бассейне нижнего течения р. Дона и в других местах.

В равнинных странах с хорошо развитыми протяженными речными долинами, впадающими в основную реку, осуществляющей транспорт продуктов разрушения, районы аккумуляции располагаются на значительных расстояниях от синхронных им районов денудации. Применять данный метод для равнин можно лишь в сочетании с палеогеографическими методами. Так, четырем устойчивым положениям северной береговой линии неогеновых морей (раннемиоценовой — примерно на широте Камышин—Харьков, среднемиоценовой — на широте Волгоград—Котельниково, позднемииоценовой — Астрахань—Константиновская, понтийской — на линии ст. Гнилозаксайская — устье р. Кумы) соответствуют четыре поверхности выравнивания, распространенные к югу от Приволжской возвышенности. Указанные береговые линии являлись базисом эрозии рек, протекающих в пределах Правобережья Волги. Во время их более или менее устойчивого положения на континенте успевала вырабатываться денудационная поверхность соответствующего возраста.

При геолого-геоморфологических полевых исследованиях необходимо установить динамически (парагенетически) взаимосвязанные денудационные и аккумулятивные формы, состав и возраст слагающих их горных пород. Особое внимание следует обращать на форму залегания (захоронения) фауны, а также на ее видовой и родовой состав.

Для выявления возраста водораздельных поверхностей равнин необходимо определять пути сноса и области аккумуляции осадков, сносимых с водоразделов. При этом нужно учитывать региональный наклон местности в области денудации, а также сходство минералогического и петрографического состава отложений области аккумуляции с составом коренных пород области денудации.

Метод определения возраста форм рельефа по коре выветривания. Большое значение для определения возраста денудационных равнин имеет изучение геохимии кор выветривания. Оно может вестись в двух направлениях. Первое —

это детальное минералогическое изучение коррелятных отложений в местах локального осадконакопления в пределах данной денудационной равнины. Зрелый минералогический комплекс терригенных компонентов, а также существенно каолинитовый состав глинистых минералов позволяет делать вывод о зрелости коры выветривания и о значительности процессов выветривания.

Вторым направлением использования коры выветривания для определения возраста денудационного рельефа являются поиски следов выветривания на различных породах внутри разрезов осадочных толщ. Эти данные позволяют вместе с общим геологическим анализом установить время перехода аккумулятивных форм рельефа в денудационные.

Однозначное решение вопроса о возрасте рельефа отдельных форм, денудационных поверхностей выравнивания и генетических типов равнин даёт изучение перерывов и несогласий в разрезах молодых толщ и изучение кор выветривания. Наличие перерыва в осадконакоплении или присутствие коры выветривания (погребенной почвы) говорит о смене процесса аккумуляции денудацией. Следует указать, что при этом необходима информация о возрасте отложений, в которых наблюдается перерыв или по которым развита кора выветривания (погребенная почва).

Однако рельеф, на котором развита кора выветривания, как правило, все же не является «фиксированным». При медленном поднятии страны на коре выветривания развивается эрозионная сеть. Одновременно вследствие тектонического поднятия и связанного с ним относительного опускания верхнего водоносного горизонта в выветривание втягиваются новые массы горных пород, а верхняя часть коры выветривания несколько видоизменяется и постепенно размывается, переотлагаясь в смежные впадины. На других участках, где наблюдается относительно небольшой размыв, указанные процессы приведут к увеличению мощности коры. Об этом свидетельствуют огромные толщи кварцевых песков, накопившихся в сеноманский век на юго-востоке Русской платформы, в Вилуйской синеклизе и Приверхоянском прогибе. Эти пески образовались в результате длительного процесса коробразования и последующего размыва.

3. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

При выяснении возраста денудационного рельефа надо иметь в виду, что разновозрастные с денудационными форма-

ми рельефа отложения обычно отсутствуют. В связи с этим центр тяжести в методике определения возраста денудационного рельефа должен быть перенесен с анализа осадочных пород на анализ форм рельефа. Место структурно-формационного анализа, по-видимому, должен занять структурно-морфологический анализ. Это, конечно, не означает отказа от использования всех возможных сведений о слагающих данные формы рельефа горных породах, а также о коррелятивных отложениях.

В методике определения возраста современного рельефа важным является анализ форм, выполняемый на основе геоморфологических методов. Сюда входят методы корреляции синхронных, гетерохронных, наложенных и реликтовых форм рельефа, а также другие методы, описанные ниже.

Метод корреляции синхронных форм рельефа состоит в прослеживании и установлении связей изучаемой формы рельефа с другими синхронными ей формами, возраст которых установлен палеонтологическими методами или методами определения абсолютного возраста. Так, в Поволжье прослеживается переход абразионной морской равнины в аккумулятивную позднеплиоценового (акчагыльского) возраста. Этот метод необходимо применять совместно с методом коррелятивных отложений и фациальных переходов.

Метод гетерохронных форм заключается в определении возраста изучаемой формы рельефа по возрасту примыкающих к ней более древней и более молодой форм. Так, возраст эрозионной речной террасы, расположенной между двумя (одной выше, а другой — нижележащей) аккумулятивными террасами, определяется исходя из их возраста, определенного другими методами.

Таким же путем можно определить и возраст промежуточных водораздельных поверхностей, расположенных по высоте между двумя поверхностями, возраст которых определен каким-либо другим методом. Например, водораздельная поверхность будет древнее, чем примыкающая аккумулятивная речная терраса, возраст которой определен каким-либо геологическим методом.

Метод гетерохронных форм следует использовать совместно с методом возрастных рубежей.

Метод наложенных форм основан на правилах, широко используемых в геологии: 1) каждая наложенная форма рельефа моложе той, на которую она наложена (или в которую врезапа или к которой прислонена); 2) каждая форма, лежа-

щая под наложенной формой, древнее последней. Так, моренная равнина моложе аллювиальной равнины, на которой она залегает. Озерные равнины, формирующиеся в настоящее время в пределах Прикаспийской низменности, моложе позднеплейстоценовой (хвалынской) морской аккумулятивной равнины, на которой они залегают.

Метод реликтовых форм исходит из следующих положений: 1) каждая прогрессивно развивающаяся форма моложе той реликтовой формы, за счет которой она развивается; 2) каждая реликтовая форма древнее той прогрессивно развивающейся формы, которая формируется за счет реликта. Так, зандровая равнина древнее речной долины, врезанной в ее тело. Верхние речные террасы древнее нижних, врезанных или прислоненных к ним.

Метод пересечений. Известно, что разлом (интрузия, жила), пересекающий какое-либо геологическое тело, моложе последнего. По аналогии с этим может быть сформулировано правило: из двух пересекающихся форм рельефа моложе та, которая не прерывается в месте пересечения. Например, долина, пересекающая аккумулятивную моренную гряду, моложе последней. Уступ или воздымающийся узкий водораздел моложе прерванной им по продолжающейся по другую его сторону аккумулятивной гряды. При этом на водоразделе должны сохраниться в той или иной степени размытые породы, слагающие гряду. Напротив, гряда, пересекающая долину, будет моложе последней. При этом на водораздельной гряде можно обнаружить след ранее существовавшей долины в виде седловины, в которой, возможно, сохранился аллювий.

Метод ступенчатых поверхностей. Изучение высотного положения отдельных поверхностей весьма широко и плодотворно используется геоморфологами для определения возраста водоразделов, которые гипсометрически располагаются выше других поверхностей, например, речных террас.

Принцип стратиграфии «чем ниже — тем древнее» отражает определенным образом последовательность возникновения не только геологических, но и геоморфологических объектов. В геоморфологии действует противоположный принцип «чем выше — тем древнее», указывающий на последовательность процессов денудации и аккумуляции.

Данный принцип является одним из основных при установлении возраста аккумулятивных, эрозийных и абразионных террас, а также ступенчатых поверхностей выравнивания в пределах равнин.

Исходя из геологического строения местности и приуроченности нижних ступеней к речным террасам, устанавливаются общие для всей территории поверхности и их относительный возраст. Возраст рельефа, приуроченного к нижним ступеням, совпадающим с речными или морскими аккумулятивными (эрозионными, абразионными) террасами, определяется в соответствии с возрастом террас: верхние ступени водораздельных поверхностей имеют обычно денудационное происхождение, и поэтому должны иметь более молодой возраст, чем породы, на которых они сформировались.

В областях распространения аккумулятивных морских, аллювиальных или ледниковых, флювиогляциальных равнин возраст водораздельных поверхностей совпадает с возрастом отложений.

Методы определения возраста долин. Денудационные равнины, как правило, расчленены густой сетью долин. Долины наблюдаются также и в пределах аккумулятивных равнин. Долины разделяются междуречьями, точнее водоразделами, с которыми они парагенетически связаны. Долины возникают в результате активного выноса части горных пород текущими водами, образуя линейно-вытянутые отрицательные формы рельефа. Разделяющие их водоразделы возникают в результате врезания долин по обе стороны от водораздельной линии.

Современные представления о развитии долинной сети базируются на учении о регрессивной эрозии. Из этих представлений следует, что 1) каждый нижележащий по течению участок долины древнее вышележащего. Это положение доказывается постепенным выклиниванием к верховьям более древних (высоких) террас; 2) каждый приток долины мог возникнуть, лишь развиваясь от уже готовой полной формы долины, т. е. приток всегда моложе основной долины.

Из указанных правил наблюдаются исключения, возникающие в результате перехватов, и также освоения молодой долиной отдельных участков древней, отмершей и частично погребенной долины. Могут быть случаи, когда верховья долины оказываются древнее низовьев, или когда приток оказывается старше главной (основной) долины. Крупные долины равнинных стран часто состоят из участков, имеющих разный возраст.

Указанные исключения нарушают стройность нарисованной картины и в ряде случаев, особенно в районах со сложным геологическим строением, могут привести к серьезным ошибкам при выявлении последовательности возникновения

долин. Следует отметить, что и геологи иногда имеют дело с опрокинутым залеганием слоев или с надвигами, в результате чего также нарушается связь между порядком размещения толщ горных пород в пространстве и их формированием во времени. Однако это не служит причиной для отказа от правила соотношения порядка напластования и относительного возраста слоев. Геологи большей частью успешно выделяют исключения, сохраняя основной принцип для руководства. Геоморфологам установить наличие перехватов обычно гораздо легче, чем геологам разобраться с опрокинутым залеганием слоев или восстановить донадвиговое положение толщ.

Исходя из предположения синхронности долин и разделяющих их водоразделов, можно считать, что если водораздел разделяет две разновозрастные долины, то, по-видимому, он возник как форма рельефа одновременно с более молодой долиной. Можно также считать, что главный водораздел, разделяющий большие долины, древнее, чем водоразделы, разграничивающие притоки главных долин. Более молодые водоразделы сочленяются с главным, образуя с ним единую систему. С другой стороны, указанные побочные (боковые) водоразделы моложе главного по следующей причине. До возникновения притоков стоков в главные долины разделял единый водораздельный массив. В результате расчленения склонов данного массива притоками и возникли побочные водоразделы, которые обычно являются склонами главного водораздела. Таким образом, побочные (боковые) водоразделы моложе главного водораздела ввиду того, что они возникли за счет его расчленения.

По принятой нами классификации долин 1-го порядка считается элементарная долина, не имеющая притоков. В пределах равнин такими долинами являются ложбины стока. Две долины 1-го порядка, сливаясь вместе, образуют долину 2-го порядка. Долинами 2-го порядка в пределах денудационных равнин чаще всего бывают овраги. В результате слияния двух долин 2-го порядка образуется долина 3-го порядка и т. д.

Сливаясь, долины образуют долинные (речные) системы. В каждой системе есть главная река, в которую впадают притоки. Согласно предлагаемой системе подсчета порядок главной реки постепенно растет от верховьев к низовьям, в результате слияния двух однопорядковых долин и образования ниже их слияния единой долины более высокого порядка.

Порядки долин необходимо определять по крупномас-

штабным топографическим картам или аэрофотоснимкам и проверять во время полевых геолого-геоморфологических исследований. Следует считать, что долины всегда моложе пород, в которые они врезаны, но несколько старше аллювия, вложенного в них.

Предлагаемую систему определения порядка долин в ряде случаев можно использовать для определения относительного возраста данных форм рельефа. Можно предположительно указать следующие правила относительного определения возраста долин:

- а) чем выше порядок долины, тем она старше;
- б) однопорядковые долины одновозрастны в одинаковых структурно-тектонических и физико-географических условиях;
- в) если однопорядковые долины находятся в существенно различных структурно-тектонических и физико-географических условиях, например, в горно-складчатых и равнинно-платформенных странах, то одна из них может быть несколько моложе. Обычно порядки долин наиболее быстро возрастают в интенсивно поднимающихся участках земной коры, имеющих сложную структуру. При этом длина их значительно короче, чем длина однопорядковых долин, но расположенных на участках, менее интенсивно поднимающихся или относительно опускающихся;
- г) долина, возникающая в результате слияния двух однопорядковых долин, древнее данных долин.

Почти везде имеется оговорка: «находящиеся в одинаковых структурно-тектонических и физико-географических условиях». Введение ее необходимо по следующим причинам. Если одновременно у долины высшего порядка возникает два притока, то, как это следует из наблюдений, быстрее развивает свою систему тот приток, который расположен на участке синхронного (одновозрастного) ему поднятия. В результате приток может приобрести более высокий порядок, чем синхронная ему долина, расположенная в районе относительного опускания. Это явление возникает, вероятно, по двум причинам. С одной стороны, быстрое врезание ручья на участке поднятия приводит к возникновению крутых склонов, т. е. к скорейшему переходу поверхности через тот критический наклон, который обуславливает переход плоскостного стока в линейный, в результате чего возникают долины 1-го порядка. С другой стороны, для долин 1-го порядка, приуроченных к многочисленным трещинам, возникающим в результате тектонического поднятия участка, создаются благоприятные

ятные условия для перехода их в долины 2-го и более высокого порядка. На участках, испытывающих относительные опускания, наблюдается значительно меньше трещин, в результате чего переход долин 1-го порядка в более высокие порядки затруднен.

Методы определения возраста водоразделов. Здесь можно отметить следующие рекомендации для предположительного определения возраста рельефа:

а) однопорядковые водоразделы, находящиеся в одинаковых структурно-тектонических и физико-географических условиях, разновозрастны;

б) в разных геолого-географических условиях разновозрастность однопорядковых водоразделов может быть несколько нарушена;

в) из разнопорядковых водоразделов, сочленяющихся между собой, древнее тот, который имеет более высокий порядок. Это правило действительно и для несочленяющихся водоразделов, но принадлежащих одному и тому же бассейну.

4. ДРУГИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ВОЗРАСТА РЕЛЬЕФА

При определении относительного возраста форм рельефа можно руководствоваться следующими морфологическими признаками.

Денудационная поверхность древнее окаймляющего ее склона или уступа, наклоненного вниз, но моложе воздымающегося уступа. Водораздельные поверхности обычно древнее расчленяющих их эрозионных форм с крутыми склонами и резкой бровкой. Иногда ступени рельефа могут быть обусловлены структурно-литологическими условиями, например, выходами более стойких к процессам денудации и эрозии, среди менее стойких. Следует отметить, что подобные ступени в пределах равнин встречаются на ограниченных площадях и по простираению замещаются другими породами или же выклиниваются.

Аккумулятивная равнина, сохранившаяся на плоских водораздельных пространствах, древнее эрозионных и денудационных форм, расчленяющих ее. Например, позднечетвертичная (хвалынская) морская аккумулятивная равнина Прикаспийской низменности древнее речных долин (Б. и М. Узе-

ней и др.), расчленяющих ее поверхность. Ледниковые среднечетвертичные и раннечетвертичные равнины древнее балок и речных долин, врезанных в моренные отложения.

Из двух разновысотных денудационных водораздельных поверхностей, разделенных уступом или крутым склоном, нижняя моложе верхней. Из двух денудационных форм, врезанных одна в другую, более молодой является первая. Например, эрозионная долина (овраг), врезанная в днище широкой балки, моложе балки, речная долина, врезанная в троговую, моложе последней и т. п.

Из двух разновысотных аккумулятивных поверхностей, разделенных денудационным уступом, верхняя древнее нижней. Это положение справедливо и в тех случаях, когда вложенные друг в друга аккумулятивные поверхности имеют различное происхождение. Так, морская аккумулятивная равнина, ограниченная уступом к речной террасе, будет древнее ее.

5. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ПОГРЕБЕННОГО РЕЛЬЕФА

Возраст денудационного погребенного рельефа датируется временем начала формирования поверхности несогласия. Прослеживание поверхности несогласия в латеральном направлении позволяет установить, что она пересекает на соседних участках и более молодую толщу, которая в других местах отсутствует вследствие размыва. Этого вполне достаточно для того, чтобы уточнить возраст погребенного рельефа.

Для более точного определения возраста погребенного рельефа следует использовать весь имеющийся геологический и геофизический материал, построить в горизонталях карту погребенного рельефа и на этой основе составить геологическую карту среза, а также геологическую карту поверхности перекрывающих ее отложений. Только при этих условиях можно более или менее точно определить возраст и происхождение форм погребенного рельефа.

Современное состояние рельефа суши и происходящее на ней накопление четвертичных отложений отражают идущий на наших глазах процесс образования поверхности несогласия. Поверхностный рельеф и современные геологические процессы свидетельствуют о богатстве содержания понятия о несогласии напластования.

Поверхности несогласия различаются по масштабу, отражая как крупные, так и небольшие явления качественного изменения структур земной коры. Поэтому они или отражают локальные изменения структуры, наблюдающиеся на отдельных участках, или охватывают более значительные области, приобретая региональное или даже всеобщее значение для всей суши или значительных пространств.

Точность и детальность определения возраста форм рельефа должны отвечать масштабу съемки, а также целям и задачам исследования. Ввиду несовершенства методов определения возраста форм, а также сложности геолого-геоморфологического строения часто наблюдаются противоречия в определении возраста рельефа. Чтобы избежать их, необходимо использовать все доступные методы, критически оценивая их, широко используя палеогеографические данные и опираясь на ближайшие или даже отдаленные районы, с которыми изучаемая территория имеет общие черты геологического строения.

При определении возраста форм рельефа следует пользоваться не одним каким-либо методом, а их комплексом. Только при этом условии можно получить надежные результаты.

Методика и содержание геоморфологических исследований

Геоморфологические исследования выполняются в процессе проведения комплексной геологической съемки или имеют специальное назначение и осуществляются как тематические работы. И в том, и в другом случае они подразделяются на три основных этапа: предполевой, полевой и камеральный.

1. ПРЕДПОЛЕВОЙ ЭТАП

Прежде чем приступить к исследованиям в поле, необходимо к ним тщательно подготовиться. Такая подготовка проводится в предполевой (подготовительный) этап работы. Она включает: сбор и предварительный анализ имеющихся геологических и геоморфологических материалов, предварительное дешифрирование аэрофотоматериалов, составление и утверждение проекта работ, организацию партии и обеспечение ее кадрами, оборудованием, снаряжением и транспортом. На геоморфологические исследования, выполняемые при комплексной геологической съемке, отдельного проекта не составляется; они входят в общий объем геолого-съёмочных работ и производятся силами геолого-съёмочной партии.

СБОР И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИМЕЮЩИХСЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Еще до выезда в поле геоморфолог должен составить полное представление о районе работ по данным предыдущих исследований, чтобы затем в поле проверить и критически оценить взгляды отдельных исследователей (они часто бывают очень различными) на геоморфологию последнего. Для этого необходимо ознакомиться с опубликованной и фондовой литературой по геоморфологии исследуемой и смежных территорий, а также с литературными источниками, в которых содержатся относительно подробные сведения о геологиче-

ском строении и особенно о кайнозойских отложениях района предстоящих работ.

По литературным данным нужно выяснить основные черты современного и древнего рельефа изучаемой территории, их генетические особенности, распространение его отдельных типов, форм и элементов, связь рельефа с геологическим строением местности, возможности использования геоморфологического анализа при проведении тех или иных геологических исследований, в том числе и прикладного характера. Наиболее важные работы конспектируются, по остальным составляется библиографическая картотека, включающая в себя название и краткое содержание работы по разделам. В подлиннике или копии необходимо получить и иметь при себе в поле ранее составленные геоморфологические карты и карты четвертичных отложений, а если геоморфологические исследования проводятся самостоятельно, то и геологические карты (желательно самые детальные и поздние по времени их составления), отображающие геологическое строение района работ. Особое внимание следует обратить на подбор топографической основы. Нужно иметь топографические карты не только отчетного масштаба, т. е. такого, в котором будет составлена геоморфологическая карта, но и более крупного. Так, если масштаб последней 1:200000, то при полевых исследованиях рекомендуется пользоваться топокартами масштаба 1:100000 и даже 1:50000. Необходимо приобрести также аэрофотоматериалы.

При изучении геологической и геоморфологической литературы производится выборка из нее фактического материала: описания наиболее важных точек наблюдения, опорных разрезов, данные некоторых анализов, которые могут представлять интерес при полевых исследованиях. Снимаются копии с наиболее интересных карт, схем и зарисовок, иллюстрирующих соответствующие описания рельефа. Одновременно составляется карта собранного фактического материала по методике, неоднократно описанной в руководствах по геологической съемке. Такая карта дает наглядное представление о распределении фактического материала на территории исследований, степени обеспеченности им отдельных участков ее и в этом отношении может оказать существенную помощь при проектировании и проведении полевой геоморфологической съемки.

В результате изучения литературы и картографического материала целесообразно уже в предполевой период соста-

вить обзор предыдущих исследований и список литературы в алфавитном порядке, с выделением опубликованных и фондовых материалов. В дальнейшем то и другое может в какой-то степени измениться, пополниться новыми данными, но в основном эти разделы окончательного отчета подготавливаются уже в предполетной этап работы.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ АЭРОФОТОМАТЕРИАЛОВ И АНАЛИЗ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ

Предварительному дешифрированию предшествует внимательное изучение особенностей рельефа по топографическим картам, имеющимся в распоряжении исследователя. Здесь отмечаются закономерности распределения абсолютных и относительных высот рельефа, качественно оценивается степень его горизонтальной и вертикальной расчлененности, фиксируется асимметрия долин и водоразделов, обращается внимание на рисунок эрозионной сети и т. д.

Предварительное дешифрирование аэрофотоматериалов позволяет определить участки с наилучшей обнаженностью кайнозойских образований и тем самым наметить маршруты с целью их изучения. По аэрофотоматериалам намечаются маршруты таким образом, чтобы пересечь все крупные элементы рельефа, посетить наиболее интересные участки с резко различными особенностями микрорельефа. Выбор маршрутов производится, главным образом, непосредственно по фотосхемам крупного масштаба.

Дальнейшее изучение особенностей рельефа, связанных с проявлением новейших движений, производится не только по фотосхемам, но и по аэрофотоснимкам, с использованием стереоскопа. На предварительном этапе работ последовательно просматриваются все без исключения аэрофотоснимки по залетам. При этом специальными условными знаками на топографической карте съемочного масштаба отмечаются различные признаки проявления новейших и современных движений, наблюдаемые при просмотре снимков через стереоскоп. Одновременно ведется последовательное описание всех наблюдаемых объектов в специальной пикетажной книжке. Таким образом, в результате просмотра аэрофотоматериалов накапливается значительное количество фактического материала, используемого в дальнейшем при составлении окончательного варианта карты.

На этом этапе дешифрирования на карту переносятся особыми знаками вторичные врезь в долинах, участки резкого

расширения или сужения долин, спрямленные элементы рельефа, отражающие, как правило, разрывные нарушения. Оконтуриваются участки, лишенные покрова рыхлых образований и со сплошным развитием их, что позволяет судить о пространственном расположении областей сноса и осадко-накопления в последние отрезки геологического развития района в кайнозой.

При дешифрировании аэрофотоматериалов отмечаются все случаи асимметрии долин и водоразделов. Особое внимание уделяется обнаружению так называемой левосторонней асимметрии долин, необъяснимой проявлением закона Бэра-Бобине. Везде, где это возможно, необходимо сделать по аэрофотоматериалам определения элементов залегания пластов горных пород, нанести линии выхода пластов на днзную поверхность, разрывные нарушения и т. д., то есть производится и частичное геологическое дешифрирование.

На этой стадии работ, по-видимому, каждый исследователь будет пользоваться индивидуально подобранным набором условных обозначений, отображающих те или иные особенности рельефа. Можно, например, использовать условные обозначения для построения структурно-геоморфологических карт, предлагаемые в данном руководстве.

На этом этапе работ на аэрофотоснимках оконтуриваются и переносятся на топографическую карту границы поймы и надпойменных террас речных долин с нанесением индекса предполагаемого возраста последних. Обрисовываются контуры таких форм рельефа, которые отчетливо дешифрируются на аэрофотоматериалах, как западины суффозионно-карстового происхождения, эрозионные и денудационные останцы, карстовые формы, четко выраженные уступы на склонах и т. д. Особыми знаками показываются на карте и описываются в пикетажной книжке особенности морфологии долин, водораздельных пространств и их склонов. Отмечаются следы перераспределения эрозионной сети, следы древних долин, участки повышенной расчлененности рельефа и пр.

Результаты предварительного дешифрирования используются при составлении геоморфологической карты и проекта предстоящих геолого-геоморфологических работ.

СОСТАВЛЕНИЕ И УТВЕРЖДЕНИЕ ПРОЕКТА РАБОТ. ОРГАНИЗАЦИЯ ПАРТИИ

В том случае, если геоморфологические исследования имеют специальное назначение (ведутся самостоятельно и не входят в геологическую съемку), ответственный исполнитель

их, получив задание и ознакомившись со всеми материалами по данному району, составляет проект работ по геоморфологическому картированию последнего.

Основное назначение проекта заключается в том, чтобы геоморфологическая партия перед выездом в поле имела все необходимые материалы, где коротко и ясно изложены конкретные задачи и цель проектируемой работы с геологическим обоснованием и технико-экономическим расчетом всех намеченных производственных процессов. Проект должен содержать методы организации и производства работ с учетом условий, характеризующих район исследований.

Проект разделяется на общую и производственно-техническую части. Общая часть проекта должна включать следующие разделы:

1. Проектное задание (указывается, от кого получено задание, его цель, площадь и масштаб исследований, сроки их выполнения; обосновывается целесообразность проведения этих исследований в данном районе).

2. Общие сведения о районе работ (характер рельефа, климатические условия, почвы, растительность, животный мир, пути сообщения, населенность и экономика района). Желательно показать влияние этих особенностей района на проведение проектируемых исследований.

3. Краткая геолого-геоморфологическая характеристика района (основные данные о стратиграфии и тектонике исследуемой территории с более подробным освещением развитых здесь палеогеновых, неогеновых и особенно четвертичных отложений; отмечаются главные историко-генетические категории рельефа и осложняющие их отдельные формы и элементы рельефа).

4. Обзор предыдущих исследований. Он содержит краткую характеристику и оценку результатов ранее проведенных геолого-геоморфологических работ, имеющих значение для решения поставленной задачи.

5. Методика и объем работ. Исходя из целевого задания, сложившихся представлений о физико-географической обстановке, геолого-геоморфологических особенностях и экономике района, исполнитель определяет методику, объем и последовательность проектируемых исследований. При разработке методики полевых работ необходимо учитывать масштаб последних и задачи, которые при этом предполагается решить. Например, при среднемасштабном картировании исследования должны носить характер площадной или марш-

рутно-площадной (в зависимости от конкретных условий района работ, средств и времени, отпущенных на проведение исследований, ожидаемых результатов и т. д.) геоморфологической съемки. Если геологическая основа для нее недостаточна, то одновременно проводится и геологическое изучение местности, причем неоген-четвертичные отложения, как имеющие особо важное значение при геоморфологическом анализе территории, изучаются во всех случаях и в масштабе, близком или совпадающем с масштабом геоморфологической съемки. Поскольку хорошие естественные разрезы этих отложений встречаются сравнительно редко, то обычно предусматривается проведение горных работ и бурение скважин, количество и расположение которых определяются геолого-геоморфологическими особенностями изучаемой территории. В ряде случаев необходимо проведение специальных исследований (изучение кор выветривания, шлиховое опробование аллювия террас), применение различных методов структурно-геоморфологического анализа рельефа и использование данных лабораторно-аналитических исследований образцов горных пород. В заключение приводится сводная таблица видов и объемов работ с указанием последовательности и сроков их выполнения.

В производственно-технической части проекта приводятся расчеты по отдельным видам работ и исходя из этого определяются штат партии, график ее работы, устанавливается потребность в транспорте, снаряжении и оборудовании.

К проекту прилагаются: обзорная карта с указанием площади предстоящих исследований, карта фактического материала с проектами маршрутов, точек скважин и горных выработок, календарный план работ, штатное расписание партии.

На основе проекта составляется смета на производство геоморфологических исследований. При составлении проекта и сметы руководствуются соответствующими справочниками и инструкциями.

Проект защищается в том учреждении, которое проводит данные работы, и затем утверждается начальником этого учреждения или его заместителем, после чего он приобретает силу официального документа. Получив его, начальник партии завершает организацию партии и готовит ее к выезду в поле.

Руководителю геолого-геоморфологической экспедиции, партии или отряда следует помнить, что подбор специалистов

соответствующей квалификации, хорошо продуманный план работ, правильная расстановка сил, наличие необходимого снаряжения, оборудования и транспорта, умелая организация труда и отдыха сотрудников имеют решающее значение для успешного и своевременного выполнения работы.

Предполевой этап заканчивается с момента отъезда партии к месту полевых работ.

2. ПОЛЕВОЙ ЭТАП

Полевой этап начинается со дня прибытия партии на место работы. Приступая к полевым исследованиям, надо провести ряд организационных мероприятий (отметить прибытие партии в соответствующих местных советских органах, создать базу партии, решить другие хозяйственно-административные вопросы) и установить распорядок работы или рабочий режим партии (распределить обязанности между сотрудниками, исходя из конкретных условий, определить режим рабочего дня, наметить последовательность изучения площади исследований и т. д.).

Для более правильного планирования и рационального проведения полевой работы вначале целесообразно совершить рекогносцировочный объезд всей или почти всей территории по нескольким главным направлениям, выбранным с таким расчетом, чтобы пересечь и осмотреть наиболее типичные элементы и формы рельефа, ознакомиться с уже известными опорными разрезами кайнозойских отложений, оценить на месте те физико-географические и другие условия, в которых предстоит вести геоморфологические исследования, и таким образом, на основе личных впечатлений уточнить методику их проведения, намеченную проектом работ. При рекогносцировке большого района дополнительно к наземному транспорту следует использовать самолет или вертолет. Последний особенно эффективен при обследовании труднодоступных территорий.

Рекогносцировка обычно занимает 10—15 дней, или 5—10% полевого времени, но оно не является потерянным, так как предварительное ознакомление с районом работ способствует более успешному и быстрому проведению полевых исследований. После проведенной рекогносцировки начинается систематическое изучение территории в соответствии с масштабом и задачами работы, а также методикой ее выполнения.

Как уже отмечалось, геоморфологические исследования могут производиться в комплексе с геологическими или иметь самостоятельное значение, но в том и в другом случае они осуществляются обычно в виде геоморфологической съемки того или иного масштаба. При этом могут применяться различные методы исследования, но наземные маршруты и наблюдения в процессе их проведения являются основой геоморфологической съемки любого масштаба и назначения.

НАЗЕМНЫЕ МАРШРУТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ

Поскольку основной объект геоморфологических исследований — рельеф земной поверхности — непрерывен в своем распространении, то и наблюдения при геоморфологической съемке должны вестись непрерывно на всем протяжении маршрута. Только таким путем могут быть выявлены все формы и элементы рельефа, их сочетания и малейшие изменения в пространстве. Однако записи наблюдений по ходу маршрута вести непрерывно практически невозможно. Поэтому они обычно приурочиваются («привязываются») к определенным точкам маршрута, называемым геоморфологическими точками наблюдений. Иногда ограничиваются итоговым описанием всего маршрута (как правило, это делается вечером на базе или временной стоянке партии). Такие описания полезны, но они должны обобщать, а не заменять записи, сделанные непосредственно в поле, на маршруте. Густота маршрутной сети, количество точек наблюдения на ней зависят от масштаба съемки и сложности строения района работ, но в любом случае маршрутами должны быть пересечены все элементы и формы рельефа, картируемые в данном масштабе, а точки наблюдения располагаться так, чтобы каждые из этих элементов и форм имели соответствующее описание, привязанное к карте.

При среднемасштабном картировании можно рекомендовать располагать линии маршрутов через 4—5 км, а точки наблюдения на расстоянии достаточной видимости рельефа невооруженным глазом, если работа ведется на сравнительно открытой местности. В залесенных районах, где видимость ограничена, этот принцип не всегда может быть выдержан.

Каждая точка наблюдения ориентируется и отмечается на карте порядковым номером (геологические и геоморфологические точки наблюдения обычно совмещаются).

Знание геологического строения исследуемой территории

при ее геоморфологическом анализе совершенно необходимо, причем особый интерес представляют кайнозойские, прежде всего неогеновые и четвертичные отложения, так как в главных чертах современный рельеф равнин сформировался именно в неогене и четвертичном периоде. Поэтому при планировании и проведении геоморфологических маршрутов нужно иметь в виду также геологические особенности и обнаженность района и стараться располагать маршруты так, чтобы геологические и геоморфологические наблюдения осуществлять комплексно, то есть по возможности в каждой точке наблюдения получать и геоморфологический и геологический материал. При недостаточно хорошей обнаженности территории естественные обнажения дополняются скважинами и горными выработками, которые размещаются с учетом строения рельефа и коррелятных отложений (подробнее см. ниже). Таким образом, геоморфологические исследования предполагают не только всестороннее изучение рельефа, но и довольно обширные геологические наблюдения.

Ниже рассматриваются основные виды работ, выполняемые при полевом геоморфологическом картировании равнинных областей.

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ И ФОРМ РЕЛЬЕФА, ВЫЯСНЕНИЕ ИХ ГЕНЕЗИСА

Основными элементами рельефа денудационных равнин являются водораздельные поверхности, их склоны и поверхности террас.

Водораздел — центральная часть междуречья. Граница перехода плоскостного смыва, характерного для поверхности водораздела, в линейный (наряду с плоскостным), присущий склонам, есть одновременно граница водораздела и склона. Выделение этих границ производится еще в предполевой период по топографическим картам масштаба не мельче 1:100000 и по аэрофотоматериалам, однако, границы их уточняются непосредственно при полевых исследованиях. В маршрутах обращается внимание на форму водоразделов. Значки, обозначающие ее, наносятся непосредственно на полевую карту вдоль линии маршрута. Описывается морфология и морфометрия денудационных останцов и отрицательных микроформ суффозионно-карстового генезиса в пределах водоразделов, густота их расположения, плановые очертания, крутизна их склонов в градусах, относительная высота — глубина (в метрах), по возможности, состав составляющих их пород.

Граница водораздельных поверхностей и склонов являет-

ся одновременно границей распространения элювиальных и делювиальных (склоновых) образований. Поэтому совершенно необходимо для характеристики элювиальных отложений обследование всех естественных и искусственных обнажений на водоразделе. Исследователь должен также составить представление о геологическом строении водоразделов, используя для этого все возможности. Эти данные совершенно необходимы для реконструкции истории развития рельефа во времени и его генезиса.

На склонах, наряду с плоскостным смывом, проявляется линейный размыв. Вследствие этого здесь сравнительно много естественных обнажений, поэтому строение делювиальных образований и геологическое строение субстрата можно изучить с большей детальностью. При полевых исследованиях отмечается также форма склона, фиксируется наличие структурных террас, описывается, чем вызвано их появление, обращается внимание на наличие современных и древних оползней, дается сравнительная оценка степени горизонтальной и вертикальной расчлененности разных участков склонов. По естественным обнажениям изучаются особенности строения склоновых образований как по разрезу, так и по площади их развития.

Особое внимание уделяется изучению долин, так как оно имеет большое значение для восстановления истории развития рельефа, определения его генезиса и установления характера новейших тектонических движений исследуемой территории.

Ввиду исключительного значения анализа строения террас, методика их изучения выделена в особый раздел главы и описана ниже. Здесь же мы остановимся на некоторых особенностях строения эрозионных форм, которые необходимо изучать при полевых исследованиях. Выполняя маршрут вдоль долины, необходимо отмечать в полевой книжке (полевым дневнике, пикетажной книжке) и делать соответствующие зарисовки и фотографии следующих особенностей строения долин:

а) форма поперечного сечения долины (корытообразная, в-образная и т. д.), смена этой формы вдоль долины, крутизна и форма склонов;

б) характер асимметрии долины и смена его вдоль долины;

в) тип меандрирования рек: свободные (блуждающие) или врезанные (коренные) меандры;

- г) участки резкого сужения или расширения долины;
- д) состав и строение современного руслового аллювия;
- е) наличие вторичных врезов в днищах малых долин.

Эти наблюдения сопровождаются детальным описанием морфологии и геологического строения террас.

Генезис эрозионных форм, как правило, определяется сразу и однозначно. Также сравнительно легко определяется генезис таких форм, в морфологии которых выражены характерные генетические признаки (озы, свежие дюны и барханы, карстовые воронки и пр.). При изучении генезиса форм рельефа необходимо выяснить литологию, текстурные и структурные особенности и условия залегания пород, слагающих ту или иную форму, определить характерную группировку форм рельефа, созданных определенным геологическим агентом, а также решить многие вопросы палеогеографического характера. Нередко значительную помощь в определении генезиса форм рельефа оказывает наличие характерных микроформ.

В любом случае выяснению генезиса форм рельефа способствует углубленное изучение геологического строения местности.

При описании форм рельефа необходимо, помимо морфологических особенностей, фиксировать в полевой книжке морфометрические их характеристики — длину, ширину, относительную высоту или глубину той или иной формы, углы наклона поверхностей ограничения и т. д.

Террасы. Они являются наиболее широко распространенными формами рельефа, доступны для изучения и обычно хорошо отражают те процессы, в результате проявления которых они сформировались. Следует различать террасы речные, морские и озерные. Геоморфологический анализ террас, как и любых других элементов и форм рельефа, может быть эффективным только в том случае, если он включает достаточно детальное изучение геологического строения этих форм.

Таким образом, при картировании террас должна быть получена не только морфологическая, но и геологическая характеристика каждой из них. Конкретно это сводится к выяснению: возраста и генезиса, выраженности в рельефе, характера сочленения с другими террасами, абсолютных и относительных высот, изменения высотного положения, размеров, особенностей поверхности уступа (его высота, величина наклона, выраженность в рельефе), расчлененности овражно-балочной сетью, присутствия (или отсутствия) аллювия, его

мощности, фациально-литологических особенностей и т. д.

В поле эти данные собираются прежде всего при пересечении речных долин и побережий поперечными и продольными маршрутами. Густота маршрутной сетки определяется масштабом картирования и геолого-геоморфологическими особенностями местности.

Наиболее четко при полевых наблюдениях картируется поверхность поймы (чаще всего двух уровней). Здесь наблюдаются многочисленные прирусловые валы, «веера блуждания», русла, обилие стариц и другие характерные формы и микроформы рельефа, обычно осложняющие поверхность поймы. Границы первой надпойменной террасы также отбиваются достаточно легко. От поймы она отделена, как правило, четко выраженным уступом, тыловой шов ее прослеживается при маршрутных исследованиях. На ее поверхности сохраняются остатки отмерших стариц, в виде неглубоких извилистых в плане западин, реликты прирусловых валов и т. д. Вторая и более высокие надпойменные террасы обладают наиболее плоской поверхностью, прорезаемой овражно-балочной сетью и транзитными долинами. Тыловой шов их отбивается с трудом, зачастую лишь на аэрофотоснимках.

Поперечные маршруты позволяют установить количество террас по заданному профилю, соотношения между ними, получить морфометрическую характеристику террас и данные о геологическом строении последних. Затем производят сравнительный анализ поперечных профилей, который дополняется изучением террас в продольном направлении, или продольным профилированием террас.

Таким путем вскрываются наиболее полно все детали строения террасовой лестницы, не проявляющиеся в отдельных разрозненных пересечениях, в частности: изменение морфологии, абсолютных и относительных отметок террас, появление дополнительных или исчезновение известных террасовых уровней, характер сочленения (слияния) террас долин-притоков с террасами основной долины, речных террас с морскими или озерными и т. д. При этом могут быть выделены региональные или цикловые и местные или локальные террасы, что имеет большое значение при анализе истории развития рельефа и использовании этих данных как одного из возможных вариантов проявления новейших тектонических движений земной коры.

Цикловые террасы отличает хорошая выдержанность их вдоль долин, побережий и широкое площадное развитие.

Они прослеживаются не только по всей длине долины или на значительном ее отрезке, но и в долинах-притоках, образуя единый для каждой террасы геоморфологический уровень, нередко сливающийся в одну поверхность с соответствующими морскими и озерными террасами (раннехвалынская терраса долины Волги и ее притоков, позднихвалынская равнина Северного Прикаспия, террасы бассейна Дона и т. д.). Эти террасы знаменуют собой достаточно крупные этапы геоморфологического развития территории и по своему значению сопоставимы с поверхностями выравнивания.

Локальные террасы отражают местные изменения базиса эрозии, часто вызванные не столько тектоническими, сколько экзогенными процессами (подпруживание реки в результате заторов крупными обвалами, конусами выноса боковых притоков и т. д.). Но развитие таких террас может быть связано и с локальным проявлением неотектоники, что делает их, вместе с цикловыми террасами, одним из важнейших показателей связи рельефа с тектоникой. Характерными признаками локальных террас является небольшая протяженность их вдоль склона долины или побережья, отсутствие аналогов иногда даже в соседних долинах, быстрая изменчивость морфометрических показателей (высоты и ширины), различный состав отложений у террас одного возраста и генезиса.

Наконец, нужно различать еще структурные террасы — ступени, возникающие не в процессе соответствующего развития долины или побережья, а при размыве отложений различного состава. В результате создаются уступы, внешне напоминающие террасы, но, в отличие от них, структурные ступени отражают лишь связь рельефа с литологией пород. Их появление и исчезновение зависит только от этой причины.

Гораздо реже встречаются псевдотеррасы — подмытые боковой эрозией конусы выноса притоков и делювиальные шлейфы склонов основной долины. Они имеют локальное распределение и отличаются от настоящих террас составом и строением слагающих их отложений. Это — суглинки, супеси с включением щебня коренных пород, часто со сложной косой слоистостью и отсутствием сортировки обломочного материала.

При картировании террас большое внимание должно быть уделено определению их генезиса и возраста, что достигается главным образом изучением геологического строения террас.

Террасы, как и поверхности выравнивания, под влиянием

дифференцированного характера новейших тектонических движений могут быть в той или иной степени деформированы. Однако к анализу деформаций террас нужно подходить с большей осторожностью, так как колебания абсолютных отметок поверхностей террас, порой даже резкие, но сравнительно небольшие по амплитуде, не всегда связаны с тектоническими причинами, а могут зависеть от целого ряда внешних факторов: неравномерностей первичного рельефа, неравномерного размыва самой поверхности и т. п.

Более эффективными признаками молодой тектоники в данном случае являются не столько деформации поверхности террас, сколько мощность и состав аллювиальных осадков, в частности пойменной фации, а также гранулометрический состав отложений. Поэтому только комплексный геолого-геоморфологический анализ террас может помочь выявить природу тех или иных нарушений в их строении. Изучение террас в поле дополняется и уточняется при помощи анализа топографических карт и аэрофотоснимков.

Изучение *поверхностей выравнивания* проводится в том случае, если проектом предусмотрено составление соответствующей специальной карты.

Уже давно было подмечено, что рельеф равнинных стран, как и горных, имеет ступенчатое строение, обусловленное развитием нескольких геоморфологических уровней различного генезиса и возраста. В отличие от однозначного понимания ступеней склонов долин и террас ступени водоразделов называются и понимаются по-разному. В настоящее время их чаще всего называют поверхностями выравнивания, но и этот термин пока еще не имеет однозначного толкования.

Поверхности выравнивания являются, как правило, полигенетическими образованиями. Это означает, что одновозрастная поверхность на разных участках может иметь различный генезис, то есть быть денудационной или аккумулятивной.

Генезис поверхностей выравнивания иногда может быть определен уже по внешнему виду поверхности (например, гляциальные поверхности с четко выраженными формами рельефа ледникового происхождения), но чаще всего он выявляется путем сравнительного анализа данной поверхности и слагающих ее пород. При этом учитываются не только литология пород, их возраст, но также условия залегания.

При картировании поверхностей выравнивания детально описывается характеристика внешних особенностей их. Сюда

относится: выраженность поверхности в рельефе, абсолютные и относительные ее высоты (здесь важно проследить изменение ее отметок в связи с геологическим строением данного участка), размеры поверхности и ее форма (плоская, плоско-выпуклая, холмистая, грядовая и т. д.), наличие уступа, его относительная высота, интенсивность расчленения поверхности овражно-балочной сетью, характер взаимоотношения отдельных поверхностей.

Данные о морфологии и морфометрии поверхностей выравнивания, полученные в поле, уточняются и дополняются с помощью анализа топографических карт и аэрофотоснимков.

Одна и та же поверхность выравнивания может иметь существенно различные абсолютные высоты и тем самым создать впечатление множественности геоморфологических уровней данного типа. Такое явление чаще всего связано с деформацией поверхности под влиянием дифференцированного проявления новейших тектонических движений. Это нужно иметь в виду, чтобы не ошибиться в определении количества и возраста поверхностей выравнивания, развитых в районе исследований.

Анализ деформаций поверхностей выравнивания является одним из очень эффективных методов изучения неотектоники и вообще структурно-геоморфологического анализа картируемой территории. Поэтому выявление тектонических деформаций данных поверхностей составляет весьма существенный элемент их общего изучения.

Однако изменения абсолютных и относительных высот той или иной поверхности еще не всегда есть результат воздействия на нее тектонических движений, а могут быть следствием, например, первичного наклона поверхности, неравномерности литологического состава пород, слагающих соответствующую поверхность, и т. д. Для того, чтобы не допустить ошибки и не принять изгибы поверхности, связанные с другими причинами, за ее тектонические деформации, необходимо тщательное изучение как в поле, так и по топокартам и аэрофотоснимкам всех изменений в гипсометрии, морфологии и геологическом строении картируемых поверхностей выравнивания. Только в том случае, если ландшафтно-климатические и геологические условия остаются более или менее постоянными и тем не менее наблюдаются достаточно резкие изменения в гипсометрическом положении наблюдаемой поверхности, можно достаточно уверенно говорить о ее де-

формации под влиянием новейших тектонических движений земной коры.

Завершающим этапом изучений поверхностей выравнивания является составление соответствующей карты, методика построения которой приводится ниже.

ИЗУЧЕНИЕ КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Методика изучения всех отложений, за исключением четвертичных, более или менее однотипна и изложена во многих руководствах. В связи с этим методы изучения палеогеновых и неогеновых отложений рассматриваются совместно, но отдельно от четвертичных, строение и исследование которых отличается известными специфическими особенностями.

а. Палеогеновые и неогеновые отложения

Углубленное изучение и детальный анализ особенностей строения кайнозойских образований необходимы для того, чтобы правильно понять историю развития рельефа, выяснить его генезис и возраст. В связи с этим важно проводить детальное изучение и послойное описание естественных выходов кайнозойских образований и керны буровых скважин. Если геоморфологические исследования проводятся как самостоятельные, то детальность изучения кайнозойских отложений должна быть такой же, как при геологической съемке соответствующего масштаба.

Послойное описание разрезов сопровождается отбором образцов, зарисовками и фотографированием. Образцы этикетированы соответствующим образом, номер образца отмечается в полевой книжке, а место взятия — на рисунке (разрезе). Обязательно ведется журнал образцов, отбираемых и отправляемых на различные виды анализа. Основными видами анализов, связанных с изучением кайнозойских отложений при выполнении геоморфологических исследований, являются спорово-пыльцевой, микрофаунистический, диатомовый, механический, иммерсионный, палеомагнитный; для глинистых пород — рентгено-структурный, термический.

Навески образцов определяются на каждый вид анализа отдельно и не должны превышать 150—200 г. При этом вес образцов, отбираемых непосредственно в поле, должен быть большим, с тем, чтобы партия располагала дубликатом каждого образца на случай его повторного анализа.

При отборе образцов нужно стремиться к тому, чтобы один и тот же слой был охарактеризован различными видами анализов для создания опорных разрезов, возможно полно охарактеризованных всеми видами анализов. Густота таких разрезов должна быть оптимальной. Они распределяются более или менее равномерно по всей территории.

Образцы на спорово-пыльцевой анализ следует отбирать главным образом из алевроито-глинистых частей разреза, хотя зачастую споры и пыльца содержатся и в песчаных слоях (бассейн среднего течения р. Урал). Наиболее благоприятны для обнаружения ископаемых пыльцы и спор темнокветные (серокветные) прослои, обогащенные гумусом, детритом, прослои погребенных почв.

Отбор образцов из случайных точек, с малой мощностью вскрытых отложений малоэффективен. Наибольший интерес представляют наиболее полные опорные разрезы, вскрытые в естественных обнажениях или буровыми скважинами. В этом случае необходим отбор образцов на спорово-пыльцевой и микрофаунистический анализы через каждые 0,5—1,0 м.

В случае, если возрастная принадлежность той или иной части разреза установлена достаточно достоверно предыдущими исследователями, интервалы между образцами можно увеличивать. Перед тем как произвести отбор образца на микрофауну, необходимо тщательно просмотреть плоскости напластования, где часто можно отметить наличие остракод даже невооруженным глазом. Применение лупы дает еще больший эффект. Вообще не следует жалеть времени на поиски фаунистических и флористических остатков в обнажениях и в кернах скважин. Тщательные, настойчивые поиски фауны почти всегда приводят к желаемым результатам. Это особенно следует подчеркнуть, имея в виду, что кайнозойские отложения в целом, как правило, изучены хуже, чем более древние образования.

Геологический возраст горных пород и их генезис нередко хорошо устанавливаются с помощью диатомового анализа. Диатомовые водоросли в большом количестве и часто хорошей сохранности встречаются в различных отложениях: диатомах, сапропелях, торфах, часто в глинах, суглинках, супесях, и даже в песках. Благодаря окремнелому панцирю диатомовые хорошо сохраняются в ископаемом состоянии.

Образцы на диатомовый анализ отбираются у кровли и подошвы слоев с вертикальными расстояниями между про-

бами 0,3—0,5 м. Если в одной толще имеются прослои, клинья, линзы других пород, то следует отбирать пробы образцов из этих пород.

Для получения минералогической характеристики песчаных, алевроитовых и глинистых пород образцы их подвергают механическому и иммерсионному анализам. Для определения минералогического состава глин образцы этих пород сдаются на рентгеноструктурный и термический анализы. Из образцов сцементированных пород изготавливаются шлифы.

Гранулометрический и петрографический анализы гравийно-галечных отложений производятся непосредственно в полевых условиях по методикам, описанным в геологической литературе. Результаты упомянутых анализов позволяют решать вопрос о генезисе изученных отложений и производить корреляцию разрезов.

В практике геоморфологических исследований в настоящее время все чаще и чаще используются данные палеоманитного анализа, позволяющие сопоставлять слои по характеру первичной намагниченности отдельных ферромагнитных минералов, содержащихся в горных породах. Отбор образцов и их анализ выполняются обычно соответствующим специалистом или лицом, прошедшим практику-стажировку в палеоманитном отряде.

При послойном описании разрезов кайнозойских отложений исследователь должен обратить внимание на следующие основные черты их строения, характеризующие в совокупности условия осадкообразования: вещественный состав горных пород; структурные и текстурные особенности их; окраска пород и характер ее распределения; слоистость (горизонтальная, линзовидная, косая). Отмечаются особенности поверхностей напластования (ископаемые знаки ряби, трещины усыхания, следы деятельности ископаемых организмов и т. д.), ориентировка обломков и включений, ритмичность и цикличность строения пород, признаки перерывов и несогласий, условия залегания фаунистических и флористических остатков и т. д.

Весьма важно еще в поле составить себе представление о фациальной изменчивости и вариациях мощностей отложений не только по разрезу, но и по площади исследований.

6. Четвертичные отложения

Четвертичные отложения — это самые молодые, как правило, неуплотненные, рыхлые породы, образовавшиеся за по-

следний миллион лет. Они накапливаются и в настоящее время. На современных материках породы этого возраста почти исключительно континентальные, а морские занимают незначительную площадь, главным образом вдоль побережий озер, морей и океанов.

Континентальные отложения различны по генезису, литологическому составу и мощности, отличаются невыдержанностью фаций и быстрой их изменчивостью по простиранию и разрезу. Образование и накопление большинства генетических типов четвертичных отложений происходит в процессе денудации суши, что приводит к закономерной приуроченности отдельных комплексов четвертичных отложений к определенным элементам и формам рельефа. В связи с этим при геоморфологическом анализе рельефа, особенно аккумулятивного, изучению четвертичного покрова отводится одно из ведущих мест.

Оно всегда должно быть направлено на:

а) выделение отдельных стратиграфо-генетических комплексов четвертичных отложений и установление их связи с современным и дочетвертичным рельефом;

б) выяснение литологии, фаций и мощностей отложений, их изменений в пространстве и по разрезу, связи этих изменений с геоморфологическими особенностями местности. Таким путем могут быть выделены коррелятивные друг другу отложения и формы рельефа, что имеет очень важное значение при определении генезиса и возраста последних и структурно-геоморфологическом анализе исследуемой территории.

Основной материал для решения перечисленных выше вопросов дают полевые наблюдения, а также лабораторное изучение образцов и проб, отобранных в поле.

Несмотря на то, что четвертичные отложения залегают непосредственно на дневной поверхности, хорошие естественные разрезы их, вследствие рыхлости этих отложений, встречаются относительно редко. Поэтому необходимо использовать все искусственные обнажения (карьеры, выемки, траншеи и пр.), в которых встречаются породы четвертичного возраста, косвенные признаки, позволяющие судить о характере последних (почвы, растительный покров и пр.), керн ранее пробуренных скважин (но он редко сохраняется в состоянии, пригодном для изучения), а на «закрытых» участках провести специально для исследования четвертичных отложений бурение скважин.

Имея в виду тесную связь четвертичных отложений с рельефом местности, большую часть скважин располагают по профилям, ориентированным в поперечном направлении к его главным формам и элементам (террасам, склонам, водораздельным поверхностям) так, чтобы скважинами были вскрыты все эти формы рельефа и приуроченные к ним четвертичные отложения на всю их мощность. Эти профили скважин являются опорными. Количество их зависит от сложности геолого-геоморфологического строения района работ, но в среднем на разбуривание таких профилей затрачивается до 70—75% общего метража бурения. Остальные скважины располагаются вне профилей с целью уточнения строения комплексов четвертичных отложений и коррелятивных им форм рельефа на тех участках, где в этом есть необходимость.

Из горных выработок чаще всего применяются расчистки и канавы. Породы четвертичного возраста можно изучать только в свежем (не выветренном) состоянии. Это достигается с помощью расчистки обнажений.

Нередко интересующие исследователя пласты на склонах скрыты под оползнями или делювиальным шлейфом. При относительно небольшой мощности последних (до 2 м) эти пласты могут быть вскрыты канавами. Если мощность более значительна, то канавы заменяются шурфами или скважинами.

В обнажениях, горных выработках и по керну скважин производится послойное описание разреза. При этом требуется особенно тщательное выделение отдельных слоев, прослоев и линз, независимо от мощности их и размеров по простиранию; должны фиксироваться всякие изменения в литологическом составе пород, их фациальных особенностей, условий залегания, мощностей и т. д.

В качестве иллюстрации приведем пример описания разреза первой надпойменной террасы р. Урал близ с. Аблязовского. Здесь в уступе высотой 5 м обнажаются следующие слои:

Q_{IV} 1. Почва 0,4 м.

Q²_{III} 2. Суглинок светло-желтый, участками песчанистый, известковистый, с линзовидными включениями гравийного и щебенистого материала. Мощность линз до 0,1 м.

Граница с нижележащим слоем неровная 1,2 м.

Q²_{III} 3. Песок серый грубозернистый полимиктовый с галькой кварца, порфирита, сланцев. Галька размером до

1,5 см, хорошо окатана. По всему слою наблюдаются гнезда ожелезнения . . . 0,6 м.

Q II 4. Глина коричневато-бурая алевритистая с пятнами ожелезнения . . . 1,2 м.

Q II 5. Тонкое чередование (1—2 см) глины алевритистой серовато-коричневой и песка серого полимиктового среднезернистого, хорошо отсортированного . . . 0,2 м.

Q II 6. Глина серовато-бурая алевритистая, пластичная, гнездами песчанистая, с пятнами ожелезнения. Видимая мощность 0,5 м.

Описание сопровождается отбором образцов на анализы и определения и иллюстрируется зарисовками обнажения, дна канавы или стенки шурфа. По разрезу скважины составляется колонка.

Образцы берутся из всех слоев. При повторении их в соседних точках наблюдения образцы следует брать там, где наблюдается наиболее полный разрез. Образцы на лабораторно-аналитические исследования отбираются в первую очередь по опорным скважинам и обнажениям. Интервалы отбора зависят от количества слоев, их однородности и мощности. Но, как правило, каждый слой по вертикали должен быть охарактеризован минимум тремя образцами, взятыми у кровли, в средней части и у подошвы слоя. В ряде случаев образцы берутся еще чаще (до 5—6 на слой, например, в погребенных почвах, озерных глинах и других образованиях, где можно встретить пылцу и споры) и всегда с таким расчетом, чтобы каждый опорный разрез давал бы наиболее исчерпывающую характеристику четвертичного покрова, развитого на данном участке. Количество таких разрезов, учитывая особенности строения четвертичных отложений, обнаженность района и возможность проведения лабораторно-аналитических исследований, может быть ограничено 10—15 разрезами на лист среднемасштабной карты, но зато все они должны быть опробованы с максимальной детальностью. В других точках наблюдения образцы берутся обычно выборочно, из наиболее интересных горизонтов и часто лишь как иллюстративный материал или для пополнения музейных коллекций. Не нужно стремиться к тому, чтобы отбирать как можно больше образцов и брать их во всех пунктах наблюдения четвертичных отложений. Единичные, случайные образцы не только бесполезны, но могут и дезориентировать исследователя. При отборе образцов, особенно на спорово-пыльцевые анализы, необходимо создать

условия, исключая попадание в них посторонней породы и современной пыли и спор.

Сложные взаимоотношения отдельных горизонтов и слоев, нередко наблюдаемые в обнажениях или горных выработках, не всегда могут быть достаточно ясно отображены в описании. Поэтому оно дополняется зарисовкой. Масштаб последней выбирается таким, чтобы характер разреза был изображен достаточно наглядно. На зарисовке и в колонке скважины показывается литологический состав отдельных слоев и линз, хотя бы ориентировочно их генезис и возраст (индексами), и точки отбора образцов с указанием номеров последних.

Значительный материал для изучения четвертичных отложений могут дать также наблюдения между обнажениями и скважинами.

ФОТОГРАФИРОВАНИЕ И ЗАРИСОВКИ ИЗУЧАЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

Для фотографирования природных геоморфологических объектов вполне пригодна зеркальная камера («Зенит» разных модификаций) с объективом «Индустар-50» и набором переходных колец для макросъемки деталей обнажения.

Фотоснимки служат прекрасными иллюстрациями к текстовой части отчета, часто заменяя собой многословные описания. Фотографированию должны подлежать все характерные формы и микроформы рельефа-террасы, их сочленения, балки, овраги, карстовые и солифлюкционные, ледниковые и эоловые формы рельефа и т. д.

Часто весьма эффективными в смысле показа особенностей рельефа того или иного участка территории бывают панорамные съемки — серия кадров, снятых с одной точки, с некоторым перекрытием друг друга по горизонтали. Впоследствии фотоотпечатки монтируются, образуя панорамные фотоснимки.

При съемке сравнительно небольших объектов крупным планом, а также деталей обнажения необходимо иметь в кадре для оценки сравнительной величины объекта какой-нибудь предмет — молоток, линейку, коробку спичек — в зависимости от масштаба съемки.

При съемке обнажений следует стремиться отобразить характер слоистости, форму обломков, нарушения первоначального залегания пластов, характер распределения фаунстических остатков в слое, текстурные особенности горных

пород. Лучшие условия для съемки — первая половина дня. Запись о проведенных съемках ведется на левой (чистой) стороне полевой книжки. Здесь отмечается порядковый номер пленки, номер кадра, взятый со счетчика кадров на фотоаппарате, и краткая характеристика снимаемого объекта. Желательно проявлять пленку непосредственно в полевых условиях, чтобы при необходимости можно было повторить снимок.

Параллельно с фотографированием исследователь ведет зарисовку характерных или редких, но весьма важных для понимания истории развития рельефа геолого-геоморфологических объектов. Рисунки желательно делать на миллиметровой бумаге, с соблюдением определенного масштаба. В крайнем случае их можно делать на левой (чистой) стороне листа полевой книжки, рядом с описанием объекта. Рисунок должен быть ориентированным в пространстве, на нем показываются размеры объектов (длина и высота обнажения, мощности отдельных слоев, величина уступов, ширина террасы или поймы и т. д.). Под рисунком обязательно дается его привязка (например, обн. 71, т. н. 850 и т. д.), а также краткая словесная характеристика. При зарисовках особое внимание обращают на характеристику соотношений отдельных элементов рельефа: склонов, водораздельных пространств и долин, террас, ледниковых, эоловых, эрозионных форм и т. п. и их морфометрические показатели. Зарисовывают также обнажения кайнозойских пород как целиком, так и отдельные их детали, важные для понимания особенностей палеогеографии и палеогеоморфологии последнего отрезка геологической истории района работ, для реконструкции процессов, создавших современный рельеф (тип слоистости, характер напластования, характер включений и т. д.).

ПОСТРОЕНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ

Одним из важных приемов геоморфологического картирования является составление геоморфологических профилей. Они позволяют с большой наглядностью, точностью и объективностью передать геоморфологическое строение местности и служат хорошим дополнением к описанию изучаемых объектов.

При полевых исследованиях чаще всего ограничиваются составлением поперечных профилей через овраги, балки и речные долины. Часть из них следует протягивать и через

водораздельные пространства с тем, чтобы отобразить формы и элементы рельефа, характерные для этих пространств, с показом условий залегания покровных отложений.

Наряду с поперечными профилями, по отдельным овражно-балочным и речным долинам, а также вдоль основных водораздельных линий должны составляться и продольные профили. Расстояния между линиями зависят от масштаба исследований и сложности геоморфологического строения района работ. Поперечные геоморфологические профили нужно составлять для каждого отрезка долины или водораздела, отличающегося какими-либо особенностями (изменением числа террас, характера склонов, изменением количества водораздельных поверхностей и т. д.). Продольные профили составляются там, где наблюдаются существенные изменения или какие-то характерные особенности в строении долин (перегибы русла, террас, появление новых врезов и т. д.) и водоразделов (перегибы водораздельных поверхностей, появление новых уровней и т. п.) в продольном направлении.

Основой для построения геоморфологического профиля служит топографический профиль, который в поле может быть получен при помощи инструментальной или схематической нивелировки по заданному направлению. В необходимых случаях для этой цели используются также крупномасштабные топографические карты и аэрофотоматериалы.

Однако геоморфологическая поверхность не является полным аналогом топографической поверхности. На основе произведенных наблюдений отдельные формы и элементы рельефа на геоморфологический профиль наносятся более подчеркнуто, более выпукло, чем они выглядят на топографическом профиле. Для большей наглядности геоморфологические профили составляются, как правило, со значительным преувеличением вертикального масштаба. На профиле должны быть показаны все породы (с обозначением их возраста, а для четвертичных — и генезиса), принимающие участие в строении отображаемого на нем рельефа. Генезис и возраст последнего (если то и другое можно определить в поле) отображаются на верхней линии профиля — геоморфологической поверхности — специальными условными обозначениями (штриховыми и линейными) и геологическими индексами. В необходимых случаях они дополняются надписями. На полевых геоморфологических профилях всегда нужно указывать название выде-

ленных на них элементов и форм рельефа — террасы, склона и т. д.

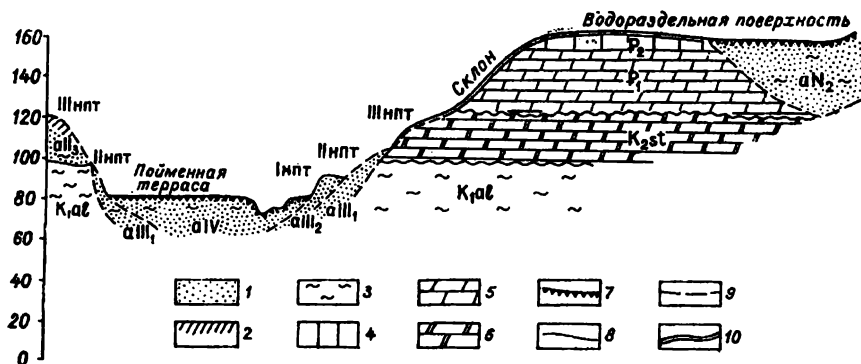


Рис. 2. Геолого-геоморфологический профиль
по А. А. Романову, 1964)

1 — песок; 2 — суглинок; 3 — глины; 4 — песчаник; 5 — опока; 6 — мергель; 7 — аллювиальная аккумулятивная поверхность; 8 — эрозионно-аккумулятивная поверхность; 9 — эрозионная поверхность; 10 — денудационная поверхность.

Совокупность таких профилей, в отдельности представляющих собой геолого-геоморфологические разрезы сравнительно небольших участков, является весьма существенным элементом фактического материала по району исследований. Частные профили уже в камеральных условиях используются при составлении обобщенных и сводных геолого-геоморфологических профилей (разрезов).

ПОЛЕВОЕ ДЕШИФРОВАНИЕ АЭРОФОТОМАТЕРИАЛОВ

Работа с аэрофотоматериалами в полевых условиях дает возможность непосредственно в маршрутах решать вопрос о происхождении тех или иных особенностей рельефа: о природе уступов и ступеней в рельефе, о причинах своеобразного рисунка эрозионной сети в разных участках района работ, природе вторичных врезов, резко выраженной асимметрии и т. д. Однако в ряде случаев некоторые вопросы о деталях геологического строения отдельных участков территории и генезиса форм рельефа, при недостаточном объеме горных и буровых работ, оказывается возможным решить лишь по данным дешифрирования аэрофотоматериалов, по косвенным

признакам, со значительной долей условности. Так, зачастую лишь по дешифровочным признакам можно провести на карте линию тылового шва наиболее высокой террасы, так как при наземных маршрутах она обычно обнаруживается с большим трудом, вследствие постепенного перехода поверхности террасы в поверхность склона и частичного перекрытия тылового шва и поверхности террасы шлейфом более молодых делювиальных образований. Так же трудно решить окончательно вопрос о наличии древних эрозионных форм без проведения мелкого бурения или горных работ, хотя дешифровочные признаки этих форм могут быть, на взгляд исследователя, достаточно четкими.

Изучение и дешифрирование аэрофотоматериалов часто позволяют сократить продолжительность рекогносцировочных маршрутов, уточнить ранее составленный план проведения полевых работ, сделать маршруты более содержательными и информативными.

Весьма полезно наряду с полевым описанием того или иного геоморфологического или геологического объекта приводить краткую словесную характеристику особенностей его фотоизображения. Это способствует быстрейшему закреплению навыков дешифрирования, и, с другой стороны, является весьма важным доказательством надежности того или иного дешифровочного признака.

Особенно велико значение полевого дешифрирования при проведении геоморфологических и геологических границ в пространстве между линиями наземных маршрутов. Таким образом, полевое дешифрирование позволяет уточнить дешифровочные признаки, а это дает возможность более уверенно использовать их при составлении геоморфологической карты на участках, расположенных между линиями наземных маршрутов, в местах с плохой обнаженностью или труднодоступных.

Все результаты полевого дешифрирования отмечаются непосредственно на фотоснимках карандашом «Стеклограф», а после маршрута контуры закрепляются тушью и переносятся на полевую геоморфологическую карту.

ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ РЕЛЬЕФА С ТЕКТОНИКОЙ

Для изучения связи рельефа с тектоникой исследователь должен прежде всего составить отчетливое представление об особенностях тектоники исследуемой территории путем изу-

чения всех имеющихся геолого-геофизических материалов. Установление и анализ такой связи дает возможность решать и обратную задачу — по комплексу геоморфологических показателей устанавливать предполагаемое местоположение структурных форм, по каким-либо причинам не выявленных предшествующими исследователями. Это обстоятельство имеет чрезвычайно важное значение прежде всего для поисков нефтяных и газовых месторождений, связанных с антиклинальными складками. С другой стороны, установление связи рельефа с тектоникой дает возможность проследить влияние тектонических движений и структур на возникновение и развитие тех или иных форм рельефа.

Уже при сравнении топографической и структурной карты одной и той же территории, выполненных в одинаковом масштабе, зачастую можно установить тесную зависимость расположения и ориентировки водоразделов и речных долин, распределения абсолютных и относительных высот рельефа от характера тектонического строения. Даже такой элементарный анализ связи рельефа с тектоникой имеет определенное значение, расшифровывая закономерности развития крупных элементов рельефа в связи с движениями земной коры. Для более углубленного анализа такой связи необходимо реконструировать ход движений земной коры и этапы развития конкретных структурных форм, используя при этом весь геолого-геофизический материал, для чего часто приходится выполнять значительный объем чисто геологических исследований как полевых, так и камеральных. Чаще всего геоморфолог ограничивается лишь изучением истории новейшего тектонического этапа, выделением связи конкретных форм рельефа и особенностей их строения с известными тектоническими структурами.

В полевых условиях анализируют рисунок эрозионной сети на разных участках, устанавливают связь его со структурно-петрографическими условиями, выявляют причины резких сужений и аномальных расширений долин, изучают соотношение террас и их морфологию в связи со структурным планом территории, определяют причины разной степени расчлененности рельефа в участках с одинаковыми уклонами рельефа, обследуют спрямленные элементы рельефа (долины, уступы и т. д.), проверяют все дешифровочные признаки наличия тех или иных структурных форм, выявленных при предварительном дешифрировании аэрофотоматериалов. Выделяют геоморфологические признаки, характеризующие связь релье-

фа с тектоникой. Отмечают их в полевой книжке и наносят специальными значками на карту. Таким образом, собирается значительный объем фактического материала, который можно при необходимости использовать впоследствии для составления структурно-геоморфологической карты. Если такая карта не составляется, то собранный материал кладется в основу при выделении на общей геоморфологической карте особыми знаками структурных форм (пликативных и дизъюнктивных), выраженных в рельефе. Среди них следует различать формы, установленные геолого-геофизическими исследованиями и предполагаемые по комплексу геоморфологических признаков. В процессе полевых исследований окантовываются площади, резко отличающиеся друг от друга структурно-геоморфологическими особенностями и характеризующие разную тенденцию новейших движений земной коры.

Следует еще раз подчеркнуть, что установление и анализ связи рельефа с тектоникой невозможны без достаточно детального изучения вещественного состава, распределения мощностей, особенностей распространения и фациальной изменчивости кайнозойских образований.

ИЗУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЭКЗОГЕННЫХ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

Рельеф земной поверхности формируется в гравитационном поле в результате взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов при ведущей роли первых.

Именно тектонические движения, структура и литология пород оказывают влияние на ход экзогенных геологических процессов, определяют их направленность и интенсивность. Но последняя зависит также и от внешней среды проявления этих процессов: разности геопотенциалов, климата, растительности и т. д. Таким образом, экзогенные процессы действуют обычно в достаточно сложной геологической и физико-географической обстановке, вследствие чего они отмечаются значительным разнообразием и приводят к образованию весьма различных форм и элементов рельефа, иногда называемых морфоскульптурами.

Морфоскульптуры формировались в результате проявления в основном современных (голоценовых) геологических процессов, среди которых основными являются процессы выветривания, денудации и аккумуляции.

Процессы выветривания. Результаты этих процессов наиболее полно проявляются на плоских почти горизонтальных

поверхностях междуречных пространств и сводятся к разрушению коренных материнских пород, а, следовательно, и к преобразованию их поверхности. Различают физическое, химическое и органическое выветривание. Все виды его чаще всего проявляются совместно, но во всех случаях какой-то из них преобладает.

Для характеристики процессов выветривания, их интенсивности, изменения во времени и пространстве первостепенное значение имеет изучение элювия. Современный элювий можно рассматривать как формирующуюся кору выветривания. Поэтому методы изучения последней применимы и в данном случае. Процессы выветривания не создают каких-либо характерных элементов рельефа, за исключением микроформ, образовавшихся за счет селективности процессов выветривания. Они способствуют общему выравниванию местности и образованию более или менее плоских водораздельных поверхностей.

Процессы денудации. В пределах современной суши денудация несомненно занимает первое место среди экзогенных рельефообразующих процессов. В зависимости от тех или иных конкретных условий она проявляется различно, в связи с чем можно выделить несколько видов денудации. Наиболее распространенным из них является *эрозия*, действием которой обусловлено появление и развитие речных долин, балок оврагов, промоин, ложбин стока, одним словом, линейных форм рельефа, созданных деятельностью русловых потоков.

Широкое проявление имеет и такая форма денудации как *плоскостной смыв*, способствующий преобразованию склонов (выравниванию и выполаживанию в одних случаях, увеличению крутизны и расчлененности — в других), в значительной степени формирующий внешний облик элементов и форм рельефа. Как известно, плоскостной смыв обуславливает накопление на склонах делювия. Состав и мощность его в зависимости от характера склона и других условий, меняется, что в свою очередь отражается в строении поверхности последнего, его мезо-и микрорельефа. Пологие склоны часто покрыты довольно мощным делювиальным чехлом преимущественно суглинистого состава и имеют относительно ровную слабо расчлененную поверхность. На крутых склонах делювий или вообще отсутствует, или представлен грубым материалом и имеет небольшую мощность. Поверхность таких склонов изобилует рытвинами и другими неровностями различных форм и размеров.

На крутых склонах проявляются и *гравитационные процессы*, чаще всего в виде осыпей и оползней. Они создают характерные формы рельефа: оползневые бугры, террасы и цирки, нередко осложняющие склоны речных и овражно-балочных долин, особенно, в степной и лесостепной зонах.

В пустынях и полупустынях господствует эоловая денудация — *дефляция*, что приводит к возникновению таких форм рельефа, как различные ниши, обелиски, качающиеся скалы, котлы выдувания и т. п.

На равнинах ледники практически отсутствуют. Исключение составляют, пожалуй, южные районы Скандинавии, где они исчезли лишь в начале голоцена. Там можно обнаружить и некоторые следы недавней *экзарации*. Большинство же типичных экзарационных форм в виде курчавых скал, бараньих лбов, трогов имеют более древний возраст. В голоцене они подверглись тем или иным изменениям под действием денудационных процессов.

Значительно шире развиты процессы солифлюкции (течения грунта). Это явление характерно для областей вековой мерзлоты и происходит на склонах с крутизной более 3—5°. В результате образуются своеобразные формы рельефа, как например, солифлюкционные террасы, «каменные реки» и другие, а также происходят изменения и в самих породах, затронутых солифлюкцией. В них возникают характерные текстуры смятия и течения, которые сравнительно легко обнаруживаются в поле и помогают отличить солифлюкционные отложения от других склоновых образований, в частности, делювиальных. Что касается солифлюкционных форм рельефа, особенно террас, то они внешне часто очень похожи на аналогичные формы иного происхождения. Указанные выше тектурные особенности пород являются диагностическим признаком солифлюкционных процессов.

Наконец, нужно отметить *карстовые и суффозионные процессы*, своим проявлением связанные с выходом на поверхность или неглубоким залеганием карбонатных, галогенно-сульфатных или глинистых пород. Типичные карстовые формы представлены в виде воронок, западин, провалов, карстовых оврагов, замкнутых ложбин. Суффозионные формы чаще всего выражены блюдцеобразными понижениями и западинами, обычно значительно меньших размеров и глубин, имеющими более пологие склоны, чем аналогичные карстовые образования.

Денудационная деятельность моря или озера — *абразия* при-

водит к более или менее интенсивному размыву и образованию таких характерных форм рельефа, как абразионные уступы и террасы.

Следует отметить, что денудационные процессы проявляются обычно совместно и порой настолько сложно сочетаются, что бывает трудно установить, какой вид денудации в данном конкретном случае является господствующим. Иногда это не удается сделать из-за недостаточной изученности самого процесса. В таких случаях приходится говорить о денудации вообще и выделять денудационный рельеф, не уточняя процесса.

Процессы аккумуляции. В пределах суши они имеют ограниченное развитие, но тем не менее, как и денудационные процессы, отличаются значительным разнообразием.

Наиболее широкое распространение имеет *речная и овражно-балочная аккумуляция*, в результате которой формируется аллювий, выстилающий днища у речных и овражно-балочных долин и формирующий в них пойменные террасы. Современная речная аккумуляция местами идет очень интенсивно, что подтверждается значительной мощностью аллювия в долинах не только крупных, но и многих сравнительно небольших рек (Ока, Хопер, Медведица и др.).

Своеобразный вид аккумуляции представляет собой *склоновая аккумуляция*, приуроченная к нижним частям склонов и их подножиям. С этим процессом связано образование делювиальных шлейфов и конусов выноса у подножия склонов, которые создают своеобразные формы рельефа, в миниатюре похожие на пролювиальные равнины у подножия гор.

В пустынях и полупустынях, а местами и в других зонах, например, на побережьях многих морей и озер, в долинах некоторых рек и на водоразделах, лишенных растительности, более или менее широко проявляется *эоловая аккумуляция*. При этом возникают весьма характерные формы рельефа в виде барханов, дюп, барханных и дюнных гряд, бугров насыпания и т. д. Все эти формы легко распознаются в поле и тем самым обычно без особых затруднений выделяются площади, где эоловая аккумуляция является господствующим процессом рельефообразования.

Озерная аккумуляция. Накопление осадков идет только на дне современных озер. Вследствие колебаний уровня воды в озере по берегам его формируются террасы, аналогичные поймам речных долин, но только сложенные осадками озерного типа.

В современную эпоху на рельеф земной поверхности все более заметное влияние оказывает человек. По своим результатам оно в некоторых случаях сопоставимо с соответствующими природными процессами. Поэтому антропогенное рельефообразование можно выделить в особый тип экзогенных процессов, действие которого наблюдается по существу везде, где живет и трудится человек, причем роль антропогенных форм рельефа (берега искусственных водохранилищ, карьеры, различные выемки, котлованы, насыпи, плотины и др.) в общей морфологии местности с каждым годом возрастает.

Изучение современных экзогенных рельефообразующих процессов имеет не только научное, но и большое практическое значение, помогая при разработке наиболее рациональных мер борьбы с эрозией почв, ростом оврагов, оползнями, разрушением берегов водохранилищ и при проведении многих других мероприятий, связанных с разнообразной хозяйственной деятельностью человека. При полевых геоморфологических исследованиях оно проводится путем выделения и анализа соответствующих комплексов рельефа и коррелятивных отложений, методика изучения которых изложена выше. Выяснение генезиса отдельных форм рельефа и отложений, расчленение их по этому признаку позволяет установить площади преобладающего проявления тех или иных экзогенных рельефообразующих процессов и отразить их на специальной геоморфологической карте.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ПОЛЕВОГО МАТЕРИАЛА

Она складывается из систематической обработки полевых маршрутов в вечернее время и периодического обобщения полученных данных по отдельным участкам картируемой территории. Это позволяет еще в поле разобраться в проведенных наблюдениях, при необходимости немедленно прозерить и уточнить их, тем самым повысить качество полевых материалов и облегчить их окончательную обработку в камеральный этап исследований.

После окончания полевого маршрута, вечером просматриваются записные книжки, записи в них по отдельным точкам наблюдения дополняются кратким обобщающим описанием маршрута в целом. В это же время разбираются собранные за день коллекции, отбираются образцы для отправки их на

анализы и определения, постепенно составляется карта фактического материала.

Эта карта служит основной при построении всех других карт и потому должна быть в пределах заданного масштаба максимально точной, наглядной и легко читаемой.

Как известно, при геоморфологической съемке ведутся не только геоморфологические, но и геологические наблюдения, чаще совместно, но иногда и раздельно. Таким образом, на карту фактического материала наносятся геоморфологические, геолого-геоморфологические и геологические точки наблюдения, причем для каждой из них может применяться самостоятельный условный знак. Например, геологическая точка наблюдения может быть обозначена кружком или точкой, геоморфологическая — треугольником, геолого-геоморфологическая — треугольником с точкой в середине его. У каждой точки наблюдения показывают ее номер, соответствующий номеру, под которым она описана в дневнике. На карте фактического материала все точки наблюдения наносятся тушью. На эту карту переносятся также фактические данные, взятые из работ других исследователей (опорные разрезы, скважины и т. п.). Они обозначаются на ней особым условным знаком. Карта фактического материала составляется на топографической основе в одном или более крупном масштабе с общей геоморфологической картой.

Построение последней в первоначальном, схематическом виде составляет основное содержание работы по периодическому обобщению материалов в поле. Полевая геоморфологическая карта составляется в той же легенде, что и окончательная карта, но, поскольку определение генезиса и особенно возраста рельефа непосредственно в поле с необходимой достоверностью не всегда возможно, то эти категории на полевой геоморфологической карте отображаются в той или иной степени условно и подлежат уточнению при камеральной обработке материала.

Предварительная обработка полевого материала включает также составление схематических геолого-геоморфологических разрезов по отдельным участкам картируемой территории, полевое дешифрирование аэрофотоматериалов, обработку керн скважин и других материалов, получаемых в процессе полевых исследований при геоморфологическом анализе местности.

К концу полевых работ на всю площадь исследований должны быть составлены карты фактического материала, по-

левая геоморфологическая карта и схематический сводный геолого-геоморфологический профиль, как основные документы, отражающие предварительные результаты проделанной работы.

3. КАМЕРАЛЬНЫЙ ЭТАП

В это время производится окончательная обработка полевых материалов, выполняются лабораторно-аналитические исследования, обобщаются все собранные геологические и геоморфологические данные, осуществляется послеполевое дешифрирование аэрофотоматериалов, составляются окончательные варианты карт и отчет по результатам геоморфологических исследований.

Работа начинается с просмотра и окончательной обработки полевых дневников, разбора и изучения коллекций.

Полевые записи редактируются и уточняются, а описания опорных точек наблюдения, прилагаемые к отчету, подготавливаются к перепечатке на машинке. При этом для большего удобства пользования дневниками и картой фактического материала может быть дана новая нумерация точек наблюдения (в порядке выполнения маршрутов с севера на юг по площади съемки или по квадратам топокарты), строго совпадающая в дневниках и на карте фактического материала.

Одновременно выполняются лабораторно-аналитические исследования образцов горных пород, отобранных в поле. При геоморфологических исследованиях главное внимание уделяется, как уже было сказано, изучению неогеновых и четвертичных отложений, представленных осадочными, преимущественно рыхлыми образованиями.

Полученные результаты по обработке собранных материалов увязываются с данными предыдущих исследований, приводятся в определенную систему в соответствии с принятой методикой исследований и после такого обобщения служат основой для составления окончательного отчета по геоморфологической съемке.

Как уже отмечалось, последняя проводится самостоятельно или как часть комплексной геологической съемки, но в обоих случаях геоморфологический анализ рельефа в качестве обязательного элемента включает геологическое изучение местности. Если геоморфологическая съемка выполняется как самостоятельное исследование, то в обязанности геоморфолога входит также и обработка геологического материала с составлением общей геологической карты (если такая карта в

нужном масштабе для данного района отсутствует), карты четвертичных отложений, морфометрических, а иногда и геофизических карт. Полезно иметь также геологические разрезы, по отдельным участкам — блокдиаграммы, зарисовки характерных форм рельефа или взаимоотношений пород, фотографии геоморфологических и геологических объектов и т. п.

Различные графические изображения очень облегчают и ускоряют выполнение работы, и в некоторых случаях их не могут заменить даже самые пространные описания. Поэтому иллюстрации всегда желательны, а многие из них просто необходимы.

Перечисленный выше вспомогательный графический материал существенно облегчает и составление основной графики. К ней прежде всего относится общая геоморфологическая карта, а также специальные геоморфологические карты, набор которых определяется проектным заданием геологической партии или геоморфологического отряда.

СОСТАВЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ

Геоморфологическая карта строится на топографической основе, разгруженной от лишних знаков. На ней оставляют только те знаки, которые относятся к изображению рельефа (горизонтالي, отметки абсолютных и относительных высот, обрывы, впадины, воронки и др.), гидрографической сети (реки, озера, ручьи, старицы, родники и пр.), а также населенные пункты, железнодорожные станции, фермы и пр., упоминаемые в тексте объяснительной записки.

К концу полевого сезона составитель должен иметь готовую полевую геоморфологическую карту, на которой отделены границами водораздельные пространства, склоны, террасы, поймы. В пределах крупных элементов и форм рельефа определенными знаками нанесены микроформы рельефа.

Полевая геоморфологическая карта должна содержать исчерпывающую информацию о морфологии мелких и крупных форм рельефа, их генезисе. Возраст же рельефа окончательно может быть определен только после получения заключений о возрасте рельефообразующих пород и коррелятных денудационному рельефу отложений, что обычно делается в период составления окончательного варианта геоморфологической карты.

Первым этапом работы при составлении геоморфологической карты является перенесение с полевой карты на раз-

глубокую топографическую основу границ между элементами рельефа: водоразделами, их склонами и поверхностями террас, а также рисовка масштабными и немасштабными знаками форм и микроформ рельефа (оврагов, балок, карстовых воронок, конусов выноса и уступов и т. д.).

Опыт карстосоставительных работ показывает, что наиболее рациональным является следующее содержание легенды к геоморфологическим картам равнинных стран:

Раздел I. Происхождение и возраст рельефа. ✓

Раздел II. Морфология элементов рельефа. *(неоднородная, и т. д.)*

Раздел III. Формы рельефа.

Раздел IV. Элементы палеогеоморфологии.

Раздел V. Связь рельефа с тектоникой.

Раздел VI. Прочие обозначения.

Такое построение легенды позволяет охватить весь комплекс фактов, которые необходимо показать на общей геоморфологической карте: генезис, возраст и морфологию рельефа (разделы I—III, а также усилить прикладное значение введением разделов IV—V).

Первый раздел состоит из двух частей: а) «генетический тип равнин», если площадь на которую составляется карта, неоднородна в генетическом и возрастном отношении; б) «элементы рельефа или генетически однородные поверхности», для которых указывается происхождение и геологический возраст.

Если же площадь распадается в пределах единой по генезису и возрасту равнины, то первую часть можно не показывать, что оговаривается в тексте объяснительной записки.

Во второй раздел легенды помещают знаки, характеризующие морфологию элементов рельефа (плоские, холмистые и пр. водораздельные поверхности, вогнутые, выпуклые, прямые и пр. склоны).

В третий раздел относят условные знаки, примененные на данной площади для изображения отдельных форм рельефа. При этом их группируют по генезису (денудационные, ледниковые, карстовые и т. д.).

Четвертый раздел содержит обозначения, необходимые для лучшего понимания развития рельефа. при анализе карты, а также расширения ее прикладного использования в поисковых целях. Сюда включают знаки: границы молодых трансгрессий, фрагменты древних погребенных долин, древние карстовые формы, границы древних оледенений, древних озерных ванн и т. д.

В пятом разделе группируют знаки, специально подчеркивающие связь рельефа с тектоникой. К ним относятся: уступы, совпадающие с дисъюнктивными нарушениями, куэсты на крыльях антиклинальных структур, поднятия, выраженные группами холмов или водораздельным узлом и т. п. Показ имеет прикладные цели.

И, наконец, в шестой раздел помещают знаки, которые по содержанию не входят ни в один из предыдущих, но необходимы для отражения тех или иных явлений.

Поскольку на общей геоморфологической карте показываются элементы и формы рельефа, их генезис, возраст, то она является многокомпонентной по своей нагрузке. Чтобы обеспечить ее читаемость, для каждого вида условных обозначений выбирается независимый от другого способ изображения.

Наиболее яркий из способов — сплошная цветовая окраска — отводится показу генезиса рельефа. Возраст отображается оттенком основного цвета (более темные оттенки отражают более древние поверхности одного и того же генезиса) и показывается индексом черного цвета.

Поверхности водоразделов, их склоны, речные террасы, крупные уступы и т. д. имеют разный генезис. В их образовании ведущая роль принадлежит какому-то одному физико-геологическому процессу: плоскостному смыву, солифлюкции, оползневому процессу, флювиальной, морской, ледниковой аккумуляции и т. д. Каждой из поверхностей определенного генезиса присваивается свой цвет. Обычно для закраски поверхностей, созданных различными денудационными процессами, используют коричневато-оранжевые тона, а для аккумулятивных — зеленовато-синие.

Малые формы рельефа и морфология элементов рельефа любого генезиса изображаются на общей геоморфологической карте немасштабными знаками черного цвета, в соответствии с прилагаемой легендой.

В случае, когда в пределах территории имеются различные типы денудационных равнин или денудационных равнин различного возраста, площадь их распространения покрывается красновато-коричневой штриховкой, а возраст — цветным геологическим индексом крупного размера такого же цвета, как и штриховка. Площади, занятые аккумулятивными равнинами, покрываются зеленовато-синим крапом и индексируются также цветным геологическим индексом цвета крапа.

Древние формы рельефа, выраженные в современном рельефе в виде фрагментов, и погребенные формы, выявленные по геологическим данным, наносятся на карту цветными условными знаками. Границы трансгрессий, оледенений показываются цветными (штрих-пунктирными) линиями. Желательно, чтобы цвет линий и цвет знаков соответствовал цвету, принятому для обозначения отделов и периодов на геологических картах. Но это не всегда удается, так как желтый цвет верхнего плиоцена, например, плохо читается на коричневом фоне денудационного рельефа.

При изменении цвета знаков рекомендуется рядом ставить небольшой по размеру геологический индекс того же цвета.

В прочих обозначениях помещают знаки границ между элементами рельефа, различными генетическими типами равнин и т. п.

После переноса с полевой геоморфологической карты на окончательный вариант границ и знаков, характеризующих морфологию, отражают генезис и возраст рельефа. Генезис форм рельефа определяется по целому ряду морфологических и геологических признаков и их сочетанием. Аккумулятивные формы рельефа: конусы, выноса, аллювиальные террасы, дюны, морены, зандры и т. д. — имеют характерную, присущую им форму и сложены обломочными породами с характерной слоистостью, включениями, органическими остатками. Генезис форм может быть определен с учетом приуроченности их к определенным географическим зонам и господствующим в этой зоне физико-геологическим процессам. Так, например, барханы являются наиболее характерной формой эоловой аккумулятивной равнины, морены — ледниковой, зандры — флювиогляциальной и т. д.

Аккумулятивные формы рельефа располагаются, как правило, на гипсометрически пониженных участках и связаны с плейстоценовым или голоценовым осадконакоплением. Более древние формы встречаются редко, они разрушены и часто утрачивают морфологические черты. Поэтому главным критерием выделения аккумулятивных форм рельефа является фациальный облик слагающих их пород. Эти данные получаются непосредственно при полевых наблюдениях, при составлении же окончательного варианта карты учитываются результаты лабораторных исследований (механический, минералогический, палинологический, микрофаунистический и др. анализы), иногда существенно уточняющие генезис пород.

Аккумулятивные формы могут быть показаны немасштабными знаками, когда их невозможно отразить в масштабе карты.

Генезис денудационных форм, как и аккумулятивных, выясняется определением процесса, который их создал. Экзогенные физико-геологические процессы в пределах поднятий вырабатывают в зависимости от климатической зональности большое количество денудационных генетически однородных поверхностей и форм, главнейшими из которых являются различные по морфологии долины. В отличие от аккумулятивных денудационные формы обычно являются результатом воздействия нескольких ведущих рельефообразующих процессов.

Как уже отмечалось, главными критериями для выделения аккумулятивных равнин определенного генезиса являются: а) фациальная однородность пород, слагающих их поверхность; б) отсутствие активно развивающихся денудационных процессов, выраженных в соответствующих формах — склонах; в) широкое развитие аккумулятивных форм близкого генезиса (бугристые пески, барханы — на эоловых равнинах; морены, камы, озы и др. — на ледниковых; лиманы, пересыпи, косы и пр. — на морских и т. п.).

Характерными признаками для выделения денудационных равнин будут: а) разнообразие элементов рельефа: от реликтов поверхностей древней аккумуляции на водоразделах до современных склонов и низких пойм в долинах с широким фациальным диапазоном слагающих пород; б) значительная расчлененность рельефа, наличие развитых, иногда довольно крутых склонов и террасированных долин; в) разнообразие денудационных форм рельефа.

Выделение и обособление на карте определенных генетических типов равнин сводится к оконтуриванию площадей, отвечающих указанным выше признакам и показу соответствующими условными обозначениями (цветной штриховкой, цветным краем) их происхождения.

На окончательном варианте геоморфологической карты одинаковый возраст аккумулятивных поверхностей показывается геологическим индексом черного цвета и одинаковой интенсивностью окраски. Разновозрастные аккумулятивные поверхности одного генезиса красятся с разной интенсивностью, причем более темный тон одного и того же цвета употребляется для более древних.

Возраст денудационных форм рельефа и денудационных поверхностей определяется в полевых условиях и уточняется

по данным о возрасте пород после получения анализов лабораторных исследований (определение остатков микро- и макрофауны, спор и пыльцы, семян, остатков флоры, абсолютного возраста пород и т. д.). Показом возраста заканчивается составление окончательного варианта общей геоморфологической карты (см. прилагаемый макет).

Все геоморфологические карты съемочных масштабов в окончательном виде должны иметь следующее зарамочное оформление:

а) над северной рамкой посередине пишется «геоморфологическая карта» (палеогеоморфологическая, структурно-геоморфологическая, карта поверхностей выравнивания и т. п.), ниже указывается масштаб карты и номенклатура листа, а слева над западным углом рамки — год составления карты;

б) за восточной рамкой карты на полях помещаются условные обозначения (легенда), включающая цветные знаки генезиса и возраста рельефа с кратким пояснительным текстом и другие обозначения в соответствии с содержанием карты;

в) под южной рамкой слева указывается учреждение, в котором карта составлялась, инициалы и фамилия авторов карты, а если она подготавливается к изданию, то инициалы и фамилия ответственного редактора; справа пишется дата утверждения карты НТС Геологического управления (или другой организации) или Научно-редакционным советом ВСЕГЕИ (когда карта представляется к изданию). Несколько ниже этих подписей помещается геолого-геоморфологический профиль (если таковой составляется) с указанием его горизонтального и вертикального масштабов и ориентировки относительно стран света;

г) под легендой и справа от геолого-геоморфологического профиля (или на месте его) могут быть помещены различные карты-врезки, карты изученности, карты геоморфологических районов и др.

ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА (ОТЧЕТ) К ОБЩЕЙ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ

Геоморфологические карты сопровождаются объяснительной запиской, в которой дается описание морфологических особенностей рельефа, его генезиса, возраста, истории развития, связи современного и древнего рельефа с геологическим строением местности, в частности, с ее тектоникой.

Если геоморфологическая карта составлена в результате проведения комплексной геологической съемки, то объяснительная записка к ней является одним из разделов отчета о съемке. В нем перечисляются основные элементы и формы рельефа, а также более крупные категории его, характерные для данного района, указывается распространение и дается краткая характеристика морфологии, генезиса и возраста выделенных геоморфологических объектов, истории геоморфологического развития района исследования, связи рельефа с геологическим строением местности. Здесь особое внимание обращается на отражение в рельефе новейших тектонических движений и созданных ими геологических структур. Выясняются все данные, обосновывающие генезис и возраст описываемых геоморфологических объектов, указываются конкретные геоморфологические признаки проявления в рельефе тектонических движений и структур. Выводы, основанные на общих соображениях и сопоставлениях, необходимо оговорить особо. Описание должно быть кратким, сжатым, но в то же время давать достаточно полное представление о строении рельефа исследованной территории и основных этапах его формирования. В качестве иллюстраций в тексте могут быть помещены фотографии и зарисовки характерных элементов и форм рельефа, геоморфологические поперечные профили и т. п.

Объем раздела «Геоморфология» в общем отчете по геологической съемке обычно не превышает 15—20 машинописных страниц.

В ином плане и объеме составляется отчет по результатам геоморфологических исследований, если они проводились отдельно, а не в ходе геологической съемки. В этом случае общая геоморфологическая карта, как правило, дополняется рядом специальных карт. Естественно, значительно увеличивается и текст отчета, расширяется его содержание. Он включает разделы: *Введение* (в нем сообщаются сведения, обычные для геологических отчетов: целевое задание партии и его выполнение, площадь исследований, ее координаты, административное положение, этапы работы, ее исполнители и т. п.), *Общие сведения о рельефе*, *История исследований* (дается краткий обзор геолого-геоморфологической изученности района работ со ссылками на важнейшую литературу и рукописные источники, перечень которых помещается в конце отчета), *Краткий очерк геологического строения района* (в общем виде приводится описание пород донеогенового возраста

и более подробно характеризуются неогеновые и четвертичные отложения; особо подчеркивается рельефообразующая роль тех или иных стратиграфо-генетических комплексов). Далее следует основной раздел отчета — *Геоморфология*. В соответствии с принципами построения геоморфологической карты, в нем приводится подробное описание форм рельефа, их генезиса, возраста, истории развития. Все основные положения на этот счет подкрепляются соответствующими фактическими данными, приводится описание опорных разрезов, геоморфологических точек наблюдения, текст иллюстрируется зарисовками, схемами, диаграммами, таблицами и фотоснимками, а иногда и выкопировками с отдешифрованных аэрофотоснимков для наиболее интересных участков.

В отдельную главу выделяется раздел *Связь рельефа с тектоникой*, где дается анализ новейших тектонических движений и структур и показывается отражение их в рельефе, рассматриваемой территории.

В следующем разделе — *Закономерности размещения полезных ископаемых, определяемые геоморфологическими особенностями района работ*, указываются геоморфологические критерии поисков тех или иных полезных ископаемых.

Отчет завершается кратким *Заключением*, в котором перечисляются основные результаты выполненной работы и намечаются задачи дальнейшего изучения геоморфологии района с учетом перспектив его народно-хозяйственного развития.

К отчету прилагается список использованной литературы, результаты анализов и определений, описание опорных геологических разрезов и геоморфологических точек наблюдения. Объем его в среднем составляет 100—150 страниц машинописи для листа карты среднего масштаба.

Объяснительная записка к карте (отчет) оформляется в машинописи, после чего вместе с геоморфологической картой представляется к защите и утверждению в ту организацию, которой данная работа возглавлялась. Затем геоморфологическая карта и объяснительная записка к ней готовятся к изданию и представляются в Научно-редакционный совет ВСЕГЕИ.

Составление специальных геоморфологических карт

В последние годы, наряду с общей геоморфологической картой, отражающей строение, генезис и возраст современного рельефа, составляются и специальные геоморфологические карты, набор которых зависит от конкретных практических задач при картировании той или иной территории.

В настоящем разделе пособия рассматриваются методы составления следующих карт: поверхностей выравнивания, структурно-геоморфологической, палеогеоморфологической и современных экзогенных рельефообразующих процессов. При составлении их используются условные обозначения, принятые для общих геоморфологических карт с добавлением знаков, отражающих содержание специальной нагрузки.

1. КАРТА ПОВЕРХНОСТЕЙ ВЫРАВНИВАНИЯ

Поверхности выравнивания являются полигенетическими образованиями, в связи с чем установление генезиса той или иной поверхности в каждом отдельном случае необходимо для выяснения условий формирования рельефа за определенное время. Генезис поверхностей выравнивания изображается на карте цветом, а возраст — оттенком цвета. То и другое закрепляется геоморфологическими индексами (т. е. буквенными и цифровыми обозначениями), принятыми для общих геоморфологических карт. Для макетов всех карт и легенд к ним, помещенных в настоящей работе, цветовая шкала условных обозначений по техническим причинам заменена черно-белой.

В типовых легендах к отдельным картам используются цветовые обозначения, принятые для общих геологических и геоморфологических карт. Чтобы генезис поверхностей выравнивания был отображен на карте более наглядно, цвет следует подбирать по принципу контрастности. Например,

участки развития денудационных поверхностей закрашивать красными, коричневыми, фиолетовыми тонами, а аккумулятивных — голубыми, синими и зелеными.

На карте с помощью черных штриховых знаков или крапа должна быть показана также форма поверхностей выравнивания. Кроме того, специальными обозначениями на ней выделяются площади распространения кор выветривания, приуроченные к той или иной поверхности, и деформации последних.

Таким образом, при построении карты поверхностей выравнивания применяется система независимых условных обозначений, составляющих легенду этой карты. Она состоит из трех разделов.

В первом даются условные обозначения возраста и генезиса поверхностей выравнивания. Многочисленные данные показывают, что в современном рельефе равнин редко сохранились поверхности выравнивания древнее мезозойских. Поэтому и возрастная шкала легенды начинается с мезозоя. Степень дробности возрастных подразделений может быть различной в зависимости от имеющегося материала и масштаба карты, и она не может быть полностью отображена в общей легенде. В ней содержатся только основные возрастные подразделения. Когда возраст поверхностей выравнивания определяется с большей точностью, то на карте он отражается оттенками основных цветов легенды с возрастанием интенсивности окраски от более молодых поверхностей к древним. В этом же разделе легенды перечисляются основные генетические типы поверхностей выравнивания и даются их условные обозначения. Там, где появляется возможность выделить более дробные или дополнительные генетические категории, количество условных знаков, естественно, должно быть увеличено, но в пределах тех основных тонов, которые рекомендуется применять для обозначения генезиса поверхностей выравнивания.

Второй раздел легенды содержит обозначения различных форм поверхностей выравнивания, а третий — специальные условные знаки, показывающие площади развития кор выветривания и деформации поверхностей выравнивания. Выявление и отображение этих объектов на карте имеет весьма важное значение при изучении поверхностей выравнивания.

Карты поверхностей выравнивания должны составляться в средних и мелких масштабах. Это следует из того, что поверхности выравнивания выявляются обычно на основе изу-

чения достаточно обширной территории, которое возможно только при средне- и мелкомасштабном картировании. При крупномасштабной съемке, ограниченной небольшой площадью, очень трудно отделить поверхности выравнивания от ступеней рельефа иного характера. Кроме того, на картах крупного масштаба можно показать лишь небольшие участки той или иной поверхности, но не сколько-нибудь полную картину их развития, что собственно и требуется от геоморфологических карт данного типа.

Для значительных территорий составляются карты поверхностей выравнивания обзорных масштабов. Они строятся путем генерализации карт более крупных масштабов и обобщения других материалов по поверхностям выравнивания соответствующей области.

Методика построения карт поверхностей выравнивания разных масштабов одинакова. Различия заключаются главным образом в точности и детальности изображаемого объекта, которые возрастают с увеличением масштаба карты.

На мелкомасштабных картах во многих случаях приходится ограничиваться показом возраста и генезиса поверхностей выравнивания. На картах средних масштабов с той или иной степенью подробности отражается и морфология этих поверхностей.

Сам процесс построения карты не представляет особой сложности. Она составляется на топооснове того же масштаба с широким использованием аэрофотоматериалов.

На топооснову переносятся геоморфологические и геологические точки наблюдения, помогающие оконтурить площадь распространения поверхностей выравнивания в данном районе и выделить в пределах ее площади отдельные по возрасту и генезису поверхности. Таким образом, на карте различными цветами выделяются участки распространения разновозрастных поверхностей выравнивания, цветной штриховкой отображается их генезис, а черными значками — различные формы последних.

Вследствие деформаций разновозрастные поверхности выравнивания могут оказаться на одной высоте или, наоборот, разновозрастные — на разной. Места таких перегибов (деформаций) следует подчеркивать специальным условным знаком, имеющимся в легенде. Так же, по возможности в масштабе, должны быть показаны площади распространения кор выветривания, фиксирующих ту или иную поверхность (рис. 3).

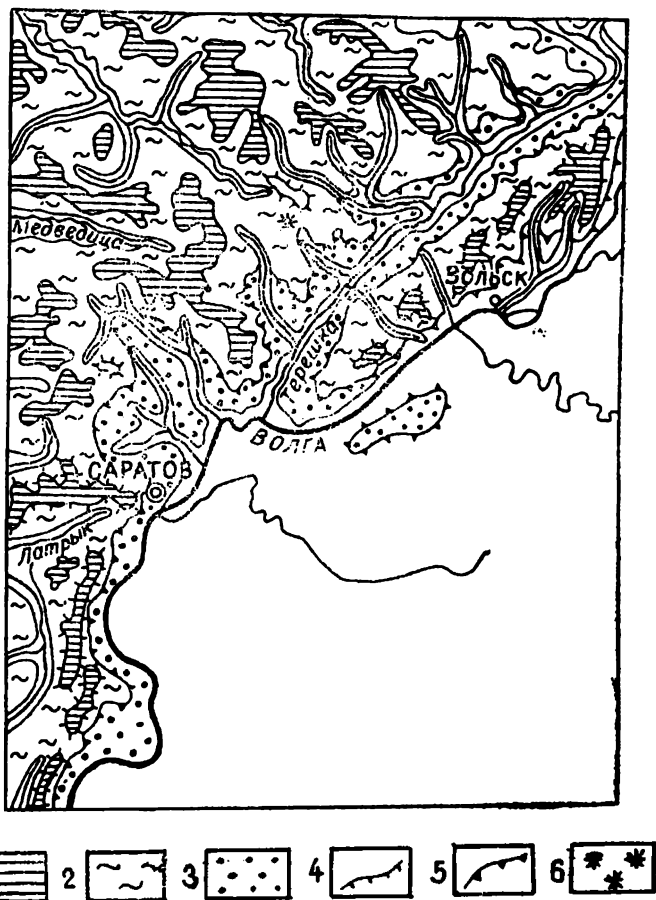


Рис. 3. Карта поверхностей выравнивания.

Генезис и возраст поверхностей выравнивания:

- 1 — денудационная олигоценная поверхность; 2 — денудационная позднемiocеновая — раннеплиоценовая поверхность; 3 — абразионная акчагыльская поверхность; 4 — денудационные уступы; 5 — абразионные уступы; 6 — коры выветривания.

Дополнением к карте поверхностей выравнивания должны быть геолого-геоморфологические профили. Основная задача их — показать соотношения поверхностей выравнивания с геологическим строением. Геолого-геоморфологические профили, так же как и геологические, строятся по определенным

линиям, которые выбираются с таким расчетом, чтобы на профиль попало наибольшее число разнородных участков поверхностей выравнивания, чтобы возможно более отчетливо были показаны их возрастные и генетические соотношения между собой и геологическим строением.

В окончательном виде карты поверхностей выравнивания, как и другие геоморфологические карты, нередко вычерчиваются не на топографической, а на географической основе. В этом случае на нее нужно перенести все абсолютные отметки, характеризующие высотное положение той или иной поверхности выравнивания, что имеет важное значение при анализе последних.

2. СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Структурно-геоморфологическая карта является итоговым документом структурно-геоморфологических исследований и в связи с этим должна отображать геоморфологические признаки выраженных в рельефе тектонических структур и установленных по этим признакам участки развития последних. Как одна из специальных геоморфологических карт, она является сводкой данных о тех или иных структурно-обусловленных особенностях рельефа. На структурно-геоморфологической карте обязателен показ генетических типов рельефа, контуры распространения которых берутся с общей геоморфологической карты. Анализ размещения разновозрастных типов рельефа позволяет установить закономерность формирования региональных структур земной коры, особенности их развития. С общей геоморфологической карты на структурно-геоморфологическую переносятся также некоторые данные о морфологии склонов и водораздельных пространств исследуемой территории (рис. 4).

Принципы и методы составления структурно-геоморфологических карт различных масштабов одинаковы. Предлагаемый вариант легенды среднемасштабной структурно-геоморфологической карты, основанный на опыте работы авторов в районах Оренбургского Предуралья и Нижнего Поволжья, может быть использован при составлении подобных карт в других масштабах.

Легенда структурно-геоморфологической карты средних масштабов. В основу ее положены те принципы структурно-геоморфологического картирования, о которых говорилось выше. Согласно им, легенда предусматривает показ геомор-

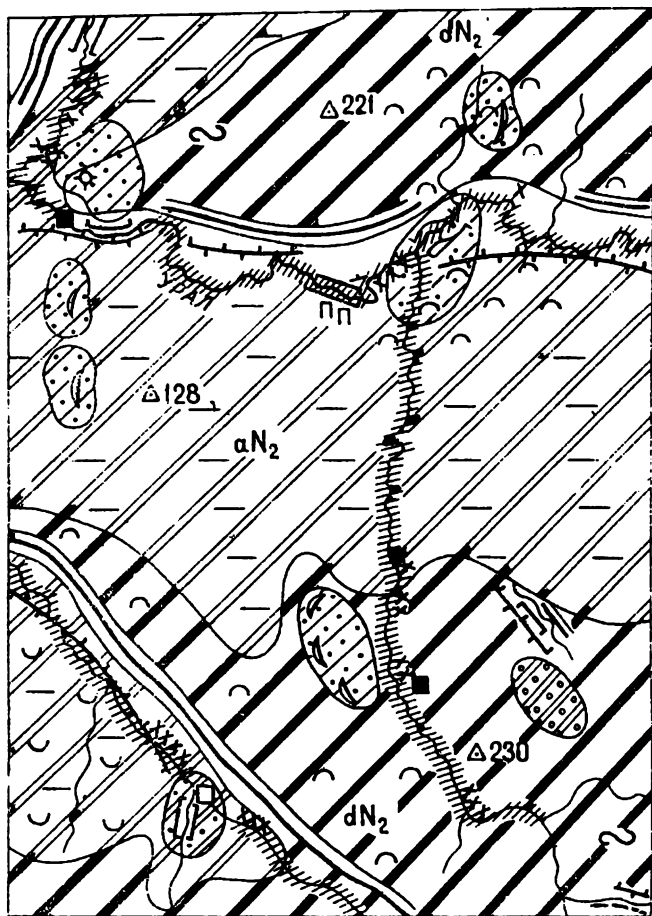


Рис. 4. Макет структурно-геоморфологической карты (условные обозначения см. на рис. 5 и в тексте).

фологических признаков тектонических структур и участков развития этих структур, выраженных в современном рельефе. Она состоит из трех разделов с соответствующими подразделениями внутри них. В первом разделе показываются геоморфологические признаки тектонических структур, во втором даются условные обозначения участков развития тектонических структур, выраженных в современном рельефе и выделяемых по комплексу геоморфологических признаков; третий раздел легенды составляют некоторые дополнительные

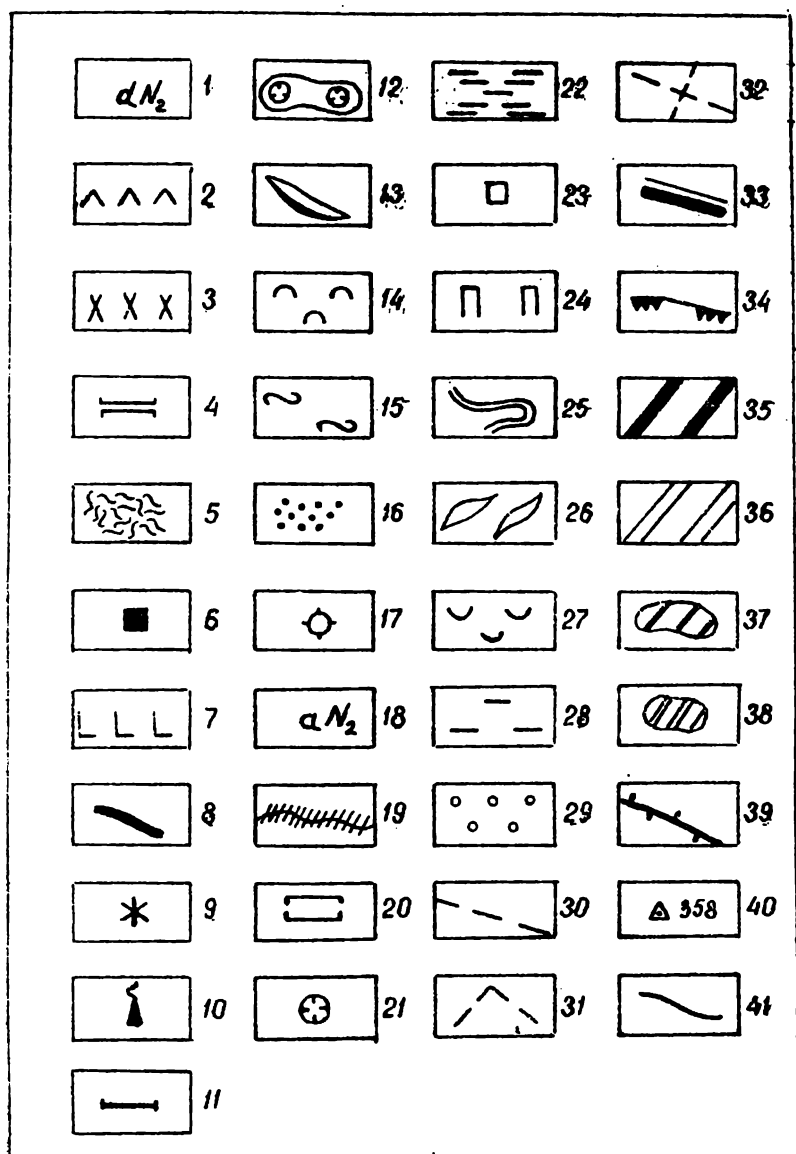


Рис. 5. Легенда структурно-геоморфологической карты (условные обозначения см. в тексте).

ные обозначения, которые, не мешая основной направленности карты, расширяют и углубляют ее содержание (рис. 5).

1. Геоморфологические признаки тектонических структур

А. Признаки тектонических поднятий: а) региональных: 1—преобладающее развитие денудационного рельефа; б) локальных: 2 — эрозионные террасы; 3 — цокольные террасы; 4 — резкое сужение долин; 5 — участки повышенной расчлененности рельефа; 6 — аномальное (тектоническое) повышение поверхности террас и других геоморфологических уровней; 7 — локальные террасы; 8 — врезанные меандры; 9 — эрозионные останцы в пределах аккумулятивных террас; 10 — висячие долины; 11 — аномальные (повышенные) уклоны продольного профиля долины; 12 — зоны активного карста; 13 — куэсты; 14 — участки преобладающего развития выпуклых склонов; 15 — то же грядово-холмистых пространств; 16 — локальное уменьшение мощностей неоген-четвертичных отложений или их отсутствие на данном участке; 17 — участки радиального рисунка долин в плане.

Б. Признаки тектонических опусканий: а) региональных: 18—участки преобладающего развития аккумулятивного рельефа; б) локальных: 19—аккумулятивные террасы; 20—резкие расширения долин; 21—гидрографические узлы; 22—заболоченные поверхности террас и водоразделов; 23 — аномальные (тектонические) понижения поверхностей террас и других геоморфологических уровней; 24 — погребенные террасы; 25 — блуждающие меандры; 26 — локальное увеличение количества стариц; 27 — участки преобладающего развития вогнутых склонов; 28 — то же, плоских водораздельных пространств; 29 — то же, локального увеличения мощности неоген-четвертичных отложений.

В. Признаки линейных нарушений: 30 — спрямленные участки долин; 31 — коленообразные изгибы долин; 32 — крестообразное расположение долины и ее притоков; 33 — резко выраженная асимметрия склонов; 34 — прямолинейные денудационные уступы.

II. Участки развития тектонических структур, выраженных в современном рельефе: 35 — региональных поднятий; 36 — региональных опусканий; 37 — локальных поднятий; 38 — локальных опусканий; 39 — линейных нарушений.

III. Дополнительные обозначения. 40 — абсолютные высоты крупных орографических элементов; 41 — границы главных генетических типов рельефа.

Следует иметь в виду, что ни один из перечисленных геоморфологических признаков, взятый в отдельности, не может служить показателем наличия какой-либо структуры. Только

комплекс этих признаков, набор которых в зависимости от конкретной геолого-геоморфологической обстановки, естественно, будет изменяться, можно рассматривать как показатель отражения соответствующих структурных форм в рельефе. Геоморфологические признаки тектонических структур устанавливаются прежде всего детальными полевыми исследованиями, во время маршрутов, проводимых как вдоль долин, так и по водораздельным пространствам и их склонам. Неоценимую помощь в рациональном выборе маршрутов оказывает тщательный анализ материалов аэрофотосъемки. Специальное дешифрирование аэрофотоматериалов дает также возможность установить некоторые геоморфологические признаки тектонических структур, плохо различимые при маршрутных исследованиях.

Нужно отметить, что большинство значков, применяемых в предложенном варианте легенды, внесмасштабны.

На структурно-геоморфологической карте по разнообразным геоморфологическим признакам отображаются новейшие и древние тектонические структуры.

Синтезируя большой и разнообразный геолого-геоморфологический материал, эта карта тем не менее сравнительно проста, наглядна и состоит из двух основных элементов. Специальными условными обозначениями на ней показаны геоморфологические признаки названных выше типов структур и по этим признакам выделены площади, где те или иные структуры могут быть обнаружены. При выработке условных обозначений геоморфологических признаков тектонических структур авторы стремились к тому, чтобы они были по возможности наглядны и легко читаемы. Этой цели служит не только форма знаков, но и их цвет. Все геоморфологические признаки тектонических поднятий обозначаются желтым и коричневым цветами, признаки опусканий — зеленым, а признаки линейных нарушений — красным цветом. Группируясь по цвету, они создают на карте очень четкую картину распределения площадей с теми или иными структурно-геоморфологическими особенностями. Структурно-геоморфологические карты, как и другие, строятся на топографической основе соответствующего масштаба.

Таким образом, на структурно-геоморфологической карте выделяются участки развития тех или иных структур, а не конкретные структуры, которые выявляются обычно геологическими методами, контуры их уточняются при бурении; а сами они изображаются с помощью структурных карт. Струк-

турно-геоморфологическая карта не отменяет и не заменяет последние, но, как прогнозная карта, существенно облегчает поиски полезных ископаемых и построение структурных карт по данным бурения.

3. ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Палеогеоморфологическая карта представляет собой геоморфологическую карту, составленную на определенный отрезок геологического времени. На ней показываются происхождение, возраст и формы рельефа выбранного времени вне зависимости от того, был ли этот рельеф уничтожен в последующее время, погребен или остался на поверхности в современную эпоху.

Современные методы структурно-фациального анализа позволяют реконструировать в общих чертах, а при достаточном фактическом материале и в деталях морфологию древнего рельефа, его происхождение и возраст.

Историко-генетический принцип является наиболее эффективным при составлении палеогеоморфологических карт. Морфологические черты древнего рельефа в большинстве случаев являются стертыми или полностью уничтоженными. Слагающие же их коррелятные этому древнему рельефу породы заключают в себе все черты палеогеографической среды того времени, на которое составляется палеогеоморфологическая карта. Таким образом, только геологические материалы могут дать наиболее исчерпывающие данные по палеогеографии той или иной территории и о процессах, формирующих ее рельеф. Известно, что происхождение рельефа неразрывно связано с движением тектонических структур, определяющим процесс сноса и осадконакопления и обуславливающим возникновение денудационных или аккумулятивных форм рельефа. В зависимости от того, какой из процессов воздействует на положительную структурную форму (эрозия, экзарация, абразия и т. д.), создается тот или иной денудационный рельеф, а при отрицательных движениях структур формируются аккумулятивные формы рельефа. Если в современном рельефе легко могут быть выделены отдельные микроформы, присущие каждому генетическому типу, то в погребенном, а тем более реконструированном рельефе, о их присутствии чаще всего могут быть высказаны лишь предположения.

Основной категорией, которая должна быть показана на

палеогеоморфологической карте, является генетический тип, выделяемый для погребенного или реконструированного древнего рельефа по отложениям определенного генезиса для аккумулятивного рельефа и по коррелятным образованиям для денудационного, с учетом площади распространения и условий залегания осадков.

Возраст денудационного рельефа на палеогеоморфологических картах может быть показан условно и в широком интервале на основе изучения стратиграфии отложений, коррелятных древнему рельефу, изучения геохимии фиксировавших этот рельеф кор выветривания. Показ его имеет большое прикладное значение. Это дает возможность судить о том, как долго та или иная структурная форма служила источником сноса или местом накопления осадков, а вместе с ними и полезных компонентов, и к какому времени (стратиграфическому интервалу) приурочены эти процессы. Естественно, что для определения возраста палеорельефа нужна достаточно обоснованная стратификация осадочных толщ, основанная на комплексе данных по биостратиграфии и абсолютному возрасту. При этом полностью применимы методы определения возраста рельефа, использующиеся при составлении общих геоморфологических карт.

Что касается малых форм древнего рельефа, то выяснение их происхождения и местонахождения также может быть сделано только по характеру слагающих или выполняющих их пород с тщательным изучением слоистости, минеральных включений, органических остатков, особенностей залегания и т. п. Чем полнее по структурно-фациальным данным будут исходные геологические материалы, тем детальнее может быть составлена палеогеоморфологическая карта. По своему содержанию и способам изображения она должна приближаться к геоморфологическим картам, составляемым на современный рельеф (рис. 6).

Для построения палеогеоморфологической карты используют данные бурения, описания обнажений, все геофизические материалы. Полезно также составление структурно-фациальной карты на выбранный отрезок времени, если для этого имеется фактический материал.

Палеогеоморфологические карты обычно составляются в масштабе не крупнее 1:200000—1:500000. Для построения карт более крупного масштаба исследователь, как правило, не располагает достаточным материалом. В некоторых случаях удается составить подобные карты в более крупном мас-

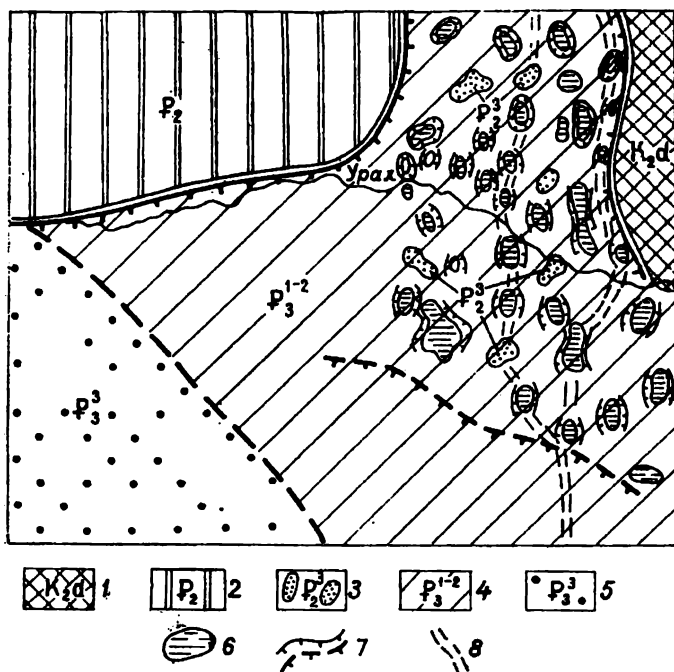


Рис. 6. Палеогеоморфологическая карта Южного Предуралья на конец позднеолигоценового времени (по А. В. Вострякову, В. Н. Зайонцу, А. Д. Наумову, 1967):

1 — денудационная равнина датского возраста; 2 — денудационная равнина эоценового возраста; 3 — эоловая аккумулятивная равнина позднеэоценового возраста; 4 — денудационная равнина широкосреднеолигоценового возраста; 5 — морская подводная аккумулятивная равнина позднеолигоценового возраста; 6 — озерные впадины; 7 — уступы, совпадающие с тектоническими нарушениями; 8 — речные долины.

штабе, однако вопросы генезиса и возраста палеорельефа необходимо и в этом случае решать на обширном региональном материале.

Для крупных территорий прибегают к составлению палеогеоморфологической карты обзорного масштаба. Она строится с использованием принципов генерализации карт более крупных масштабов и обобщения всех имеющихся геологических материалов по палеорельефу той или иной территории.

На мелкомасштабных картах отражаются лишь генезис и возраст палеорельефа, с весьма ограниченным показом наиболее крупных (а также наиболее важных с точки зрения поисков полезных ископаемых) макро- и мезоформ палеорельефа. Чем крупнее масштаб составляемой карты, тем большее внимание уделяется показу его морфологии, вплоть до микроформ, если имеется необходимый для этого фактический материал.

Палсогеоморфологическая карта составляется на разреженной топографической основе соответствующего масштаба, куда наносятся контуры основных рек района работ и наиболее крупные населенные пункты. На топооснову переносятся геологические, а на участках «откопанного», экспонированного древнего рельефа — и геоморфологические точки наблюдения, помогающие оконтурить площадь распространения того или иного генетического типа рельефа для выбранного отрезка времени. Области аккумуляции осадков того или иного времени будут соответствовать аккумулятивным равнинам, области сноса — денудационным.

Очень важным вопросом, который приходится решать при составлении палеогеоморфологических карт, является проведение границ между древними генетическими типами рельефа.

Известно, что крупные дизъюнктивные нарушения (глубинные, региональные разломы, крупные сбросы, надвиги) в современном рельефе являются границами различных типов рельефа. Они и в прошлом также ограничивали площади с различными условиями седиментации и сноса. Так, Токаревский сброс на юго-востоке Русской платформы длительное время отделял зону морского кайнозойского осадконакопления с соответствующими генетическими типами рельефа от денудационных равнин, существовавших в пределах Общего Сырта. Аналогичным образом Волгоградский сброс длительное время являлся границей областей денудации и аккумуляции.

Для территорий, перекрытых сплошным чехлом молодых отложений, в уточнении границ между генетическими типами рельефа большое подспорье может оказать тектоническая интерпретация геофизических карт. Гравитационные ступени, резкая смена сейсмических показателей и т. д. указывают не только на тектонические границы, но и на геоморфологические различия в строении разделяемых участков.

Например, гравитационные ступени вдоль рр. Сакмары,

Урала и Илека в Предуральском прогибе отражают существовавшие в отдельные отрезки палеоценового времени границы морских аккумулятивных, абразионных и денудационных равнин.

Таким образом, на карте различными цветами (розовыми тонами — для денудационных типов рельефа и голубыми — для аккумулятивных) выделяются денудационные и аккумулятивные равнины, существовавшие в пределах района исследований в выбранный отрезок геологической истории, а оттенками основного цвета показывается их возраст. Черными знаками обозначаются формы рельефа, реконструированные по комплексу признаков, запечатленных в отложениях, слагающих данный рельеф, коррелятных ему и перекрывающих его. При этом необходимо разграничить показ форм рельефа, присутствие которых выяснено достоверно, от форм, наличие которых предполагается. Последние могут показываться знаками серого цвета.

Чаще всего древний рельеф оказывается погребенным под толщей более молодых отложений. Для реконструкции погребенного рельефа и построения палеогеоморфологических карт используются данные бурения скважин. Скважины глубиной до 100—150 м бурят обычно в большом количестве (до 50—60, а иногда и больше на площади одного листа карты масштаба 1:200000) при производстве геологической съемки для получения геологических точек наблюдения, но они могут быть также широко использованы и при палеогеоморфологическом анализе картируемого района. Проходя пласты горных пород, скважины вскрывают и геоморфологические поверхности (древний рельеф), перекрытые этими пластами. При реконструкции этих поверхностей применяются и другие методы, особенно геофизические, но все они позволяют получить лишь самые общие представления о соответствующих уровнях, в связи с чем последние изучены значительно хуже, чем тот погребенный рельеф, который открывается в процессе картировочного бурения.

Весьма важное значение при построении карт имеет правильное распределение скважин. При их размещении учитываются не только геологические особенности района, но и строение современного рельефа, поскольку во многих случаях погребенные формы находят известное отражение в характере современной поверхности. Располагая большую часть скважин в виде поперечных (или близких к ним по направлению) профилей по отношению к главным элементам релье-

ефа, мы получаем возможность одновременно с геологическими и геоморфологическими выделить и основные палеогеоморфологические границы, то есть наметить контуры погребенных долин и разделяющих их водоразделов, а также изучить геологическое строение этих форм и тем самым получить необходимый материал для суждения о генезисе и возрасте палеорельефа.

Исходный буровой материал, служащий для целей реконструкций древнего рельефа, по своей полноте и достоверности, естественно, уступает тем данным, которые используются при геоморфологическом анализе современного рельефа, но все же качество его таково, что позволяет выделить на палеогеоморфологической карте не только основные элементы погребенных поверхностей, но и отразить их генезис и возраст.

Следует отметить, что построенная таким образом палеогеоморфологическая карта, строго говоря, не является таковой, ибо отражает современную гипсометрию той или иной поверхности. Для того, чтобы восстановить палеогипсометрию, необходимо использовать обычные приемы, применяющиеся при палеоструктурных построениях.

Обязательным дополнением к палеогеоморфологической карте должны являться палеогеоморфологические профили. Как один из допустимых вариантов такого построения предлагается составлять профиль, на который наносится современная поверхность и по материалам бурения — интересующая нас погребенная поверхность с расчленением ее на элементы, которые показаны на палеогеоморфологической карте. На профиле, как и на карте, часто хорошо видна унаследованность в развитии современного рельефа, а также и связь палеорельефа с геологическим строением местности.

При составлении палеогеоморфологических карт принимается независимая система условных обозначений. Легенда состоит из следующих четырех разделов.

I. Происхождение и возраст рельефа. Генезис показывается сплошной цветной раскраской площадей распространения генетических типов рельефа (розовые тона для денудационных равнин, зеленые и голубые для аккумулятивных). Возраст показывается оттенком соответствующей раскраски генетических типов равнин и цветным геологическим индексом в поле распространения генетического типа определенного возраста.

II. Формы рельефа. Формы рельефа, присутствие которых

выяснено достоверно, показываются условными знаками черного цвета. Формы, наличие которых предполагается, показываются знаками серого цвета в наиболее вероятных местах их распространения в пределах генетического типа. Возраст форм показывается геологическим индексом черного цвета.

III. Связь палеорельефа с тектоникой. Этот раздел условных обозначений включает систему знаков, показывающих формы, предопределенные тектоникой (например, уступы, совпадающие с дизъюнктивными нарушениями, куэстовые гряды на крыльях структур и т. п.). Показываются красным цветом.

IV. Прочие обозначения. Включают знаки, нанесенные на карту, по своему характеру не отвечающие предыдущим разделам легенды.

Из рассмотрения легенды видно, что самое выразительное средство — цвет — отведено для изображения генетического типа рельефа как категории, наиболее достоверно выясняемой по генезису отложений и характеру перерывов. Формы рельефа показываются черными знаками. Для возраста рельефа, категории более условной, приняты оттенок цвета и геологический индекс. Густоту оттенка увеличивают при переходе к более древним типам рельефа.

Выделяя на палеогеоморфологической карте генетические типы рельефа определенного возраста, а при наличии соответствующих материалов — различные формы рельефа в их пределах, мы тем самым оконтуриваем площади возможного накопления связанных с ними полезных компонентов.

Так, в Предуральском прогибе с денудационной равниной позднего олигоцена связаны месторождения стекольных песков, огнеупорных глин, бурых углей. Все они накапливались в озерных ваннах того времени, обязанных своим происхождением просадкам в породах галогенного кунгура.

Выявление местоположения древних долин в Заволжье позволяет давать обоснованные прогнозы на пресные воды. В то же время сочетание определенных генетических типов рельефа и установление миграции их границ во времени (например, границ денудационных равнин с подводными морскими аккумулятивными равнинами шельфа эпиконтинентального моря) в сочетании с другими геологическими методами позволяют прогнозировать зоны возможного сосредоточения полезных компонентов (прибрежные россыпи, железные руды, марганец, фосфориты и т. д.).

Палеогеоморфологический анализ как один из методов

познания геологического строения и геологической истории той или иной территории необходимо широко внедрять в практику геологических исследований. Значительно повышая эффективность этих исследований, он, как показывает опыт, не потребует при своем применении серьезных дополнительных затрат средств и времени. Во всяком случае, то и другое вполне окупается результатами.

4. КАРТА СОВРЕМЕННЫХ ЭКЗОГЕННЫХ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

Рельеф земной поверхности формируется в результате взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов, что находит графическое отображение на общей геоморфологической карте. Характер проявления эндогенных процессов — тектонических движений и вулканизма и обусловленное ими формирование геологических структур отображают геологические карты, в частности, карты неотектоники, которые иллюстрируют тектонические движения и структуры, непосредственно участвующие в современном рельефообразовании. Очевидно, соответствующее графическое изображение должны получить и экзогенные процессы, роль которых в формировании современного рельефа является весьма важной.

Назначение специальной карты современных экзогенных рельефообразующих процессов — показать условия формирования малых форм рельефа равнин.

При определении методики построения такой карты и разработке легенды к ней следует исходить из необходимости выделить три основных типа экзогенных рельефообразующих процессов: аккумулятивные, денудационные и гравитационные (рис. 7).

На карте могут быть показаны участки преобладающей аккумуляции, денудации и гравитационных процессов. Выделение таких участков с их подразделением на более мелкие является основным содержанием составляемой карты. Эти участки показываются на ней с помощью цветных условных обозначений. Для территорий преобладающей аккумуляции рекомендуется применять сине-зеленые, денудации — оранжево-желтые, районов преобладания гравитационных процессов — розово-красные тона. Выделенные внутри них более мелкие подразделения закрашиваются цветами в пределах основных тонов, присвоенных той или иной области.

К современным экзогенным рельефообразующим процес-

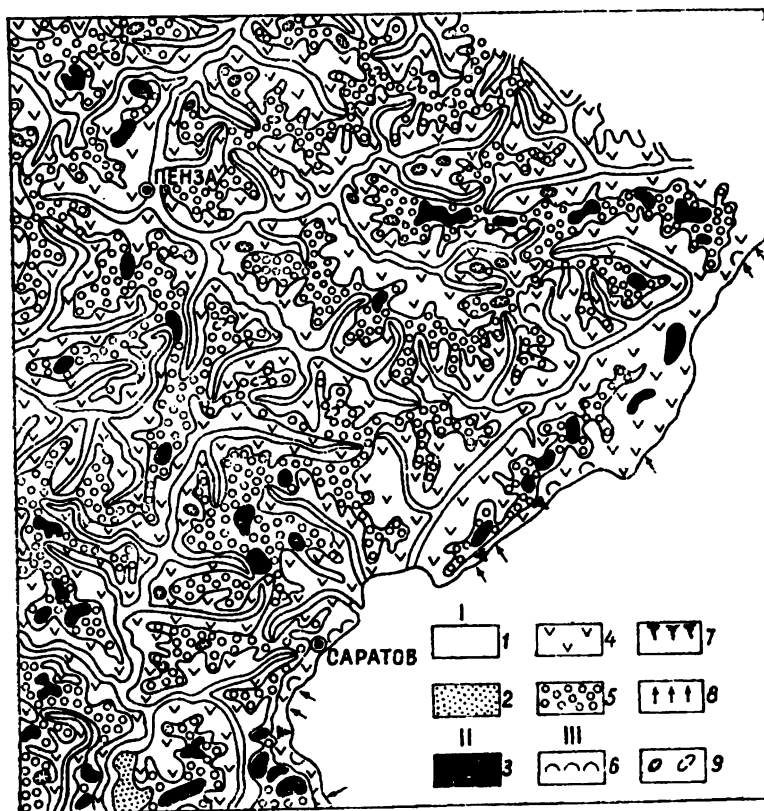


Рис. 7. Карта современных рельефообразующих процессов (по В. П. Лаврентьевой, Г. И. Лотоцкому, А. А. Романову, 1969):

I. Области преобладающей аккумуляции

1 — аллювиальная аккумулятивная в речных долинах, балках и оврагах (поймы, острова, днища и террасы балок и оврагов); 2 — золовая аккумуляция (песчаные бугры, гривы, гряды и др.).

II. Области преобладающей денудации

3 — процессы выветривания (образование элювия); 4 — эрозия (промоины, овраги, балки и др.); 5 — плоскостной срыв.

III. Гравитационные процессы

6 — оползни, оплывины и др.; 7 — осыпи; 8 — абразия (переработка берегов водохранилищ); 9 — карстовые и суффозионные процессы (карстовые и суффозионные понижения, блюдца, западины и т. д.).

сам следует отнести также разнообразную деятельность человека, в той или иной степени преобразующую поверхность земли. В результате появляются антропогенные формы

(карьеры, различные выемки, котлованы, насыпи, плотины и др.), роль которых в общей морфологии местности с каждым годом возрастает.

Карты современных экзогенных рельефообразующих процессов могут составляться в любых масштабах. На топографическую или географическую (для мелкомасштабных и обзорных карт) основу переносятся данные полевых наблюдений и проработки литературного материала и по ним оконтуриваются площади преобладающего проявления тех или иных экзогенных рельефообразующих процессов, которые затем закрашиваются соответствующими цветами.

На мелкомасштабных и обзорных картах чаще всего приходится ограничиваться выделением лишь самых крупных категорий экзогенных процессов (области преобладающей аккумуляции, денудации, гравитационных процессов). На среднемасштабных и крупномасштабных картах можно показать уже отдельные виды тех или иных процессов (например, зоны аллювиальной аккумуляции, эрозии, оползневых процессов и т. д.), имеющих развитие в пределах картируемого района.

Имея на одну и ту же территорию карты геоморфологическую, неотектоническую и современных экзогенных рельефообразующих процессов, составленных в одинаковых масштабах, мы можем наглядно представить не только строение, генезис и историю развития современного рельефа, но и характер тех процессов, которые обусловили формирование отдельных его элементов.

Рассматриваемая карта имеет и большое практическое значение. Изучение современных экзогенных рельефообразующих процессов в комплексе с общим геоморфологическим анализом местности может оказать существенную помощь, например, в борьбе с эрозией почв, ростом оврагов, оползнями, разрушением берегов водохранилищ и при проведении многих других мероприятий, связанных с разнообразной хозяйственной деятельностью человека.

Использование общей геоморфологической карты в практических целях

Геоморфологические карты находят применение в народном хозяйстве и прежде всего при поисках месторождений полезных ископаемых, особенно осадочного генезиса. Прикладное поисковое значение геоморфологической карты базируется на том, что в приповерхностной зоне формирования экзогенных месторождений и развитием рельефа управляют общие законы. Многие месторождения и рельеф создаются в результате разрушения, переноса и аккумуляции горных пород. Рельеф определяет динамику и направление стока поверхностных вод, а стало быть движение полезных компонентов в растворе, во взвеси и механически.

Интерпретация общей геоморфологической карты в геолого-поисковых целях строится на той информации, которую она содержит. Некоторые элементы ее нагрузки играют прямую роль в прогнозе, другие — косвенную. Так, например, показ площадей террас, склонов, водораздельных поверхностей прямо указывает на то, с каким генетическим типом россыпей в каждом отдельном участке будет иметь дело исследователь. Морфология рельефа, аномалии, выявленные в строении склонов, водоразделов и речных долин, дают косвенные указания на возможность обнаружения погребенных положительных структурных форм, перспективных с точки зрения поисков нефти и газа.

Каждый из разделов легенды общей геоморфологической карты может помочь в прогнозе тех или иных полезных ископаемых. Анализ распределения по площади генетических типов рельефа разного возраста отражает всю динамику сноса продуктов разрушения горных пород.

Допустим, на карте выделены: денудационная равнина олигоценового, денудационная равнина плиоценового и аккумулятивная равнина раннечетвертичного возраста. Что полезного можно извлечь из показа этих равнин? Во-первых,

можно сделать вывод о том, что размыв и перенос пород по площади распространения олигоценовой равнины начался только с олигоцена; во-вторых, что размываемые породы откладывались на территории вдоль границы с плиоценовой денудационной равниной, так как эта территория до плиоцена была областью аккумуляции и размыв начался только в плиоцене. Если осадки, коррелятивные олигоцен-плиоценовому размыву, представляют поисковый интерес и сохранились в пределах плиоценовой денудационной равнины, то вся полоса вдоль границ денудационных равнин олигоценового и плиоценового возраста будет потенциально перспективной на соответствующее полезное ископаемое.

Особенный интерес в этом плане представляют участки равнин, прилегающие к древним пенепленам. Здесь в пограничной зоне в пределах равнин могут быть сосредоточены многочисленные виды минерального сырья. Так, вдоль восточного склона Южного Урала, по окраинам Северного Казахстана, Енисейского кряжа, Томь-Колыванской складчатой области, на территориях Западно-Сибирской равнины, на Арало-Тургайских равнинах распространены озерные и прибрежно-морские ценные россыпи, месторождения богатых железных руд, бокситов, каолиновых глин и т. д.

Представляют большой интерес для геолога-поисковика зоны сочленения равнин разного генезиса и возраста.

Если распространение и возраст генетических типов равнин дает возможность выделять перспективные площади значительного размера, то изучение элементов рельефа: водораздельных поверхностей, склонов и поверхностей террас сужает рамки поисков. Аллювиальные аккумулятивные террасы, морские аккумулятивные террасы, склоны различного генезиса и формы, водораздельные поверхности, как уже отмечалось, прямо показывают на генетический тип россыпей, на сохранность тех или иных древних гипергенных месторождений, на перераспределение полезных компонентов в связи с их положением по отношению к элементам рельефа. Так, лучшая сохранность месторождений более древнего образования наблюдается в пределах водораздельных пространств или в верхних частях водораздельных склонов, здесь же сохраняются древние аллювиальные россыпи. В то же время мелкие эрозионные формы на склонах дают наилучшую информацию о конфигурации ореолов рассеяния определенного полезного ископаемого и т. д.

Формы рельефа различного генезиса также зачастую яв-

ляются прямыми признаками для поисков полезных ископаемых. Карстовые формы рельефа являютсяместищем бокситов, россыпей, стройматериалов. Прибрежные формы: пляжи, пересыпи — нередко содержат россыпи золота, касситерита, титановых и других минералов, устойчивых к разрушению в зоне гипергенеза. С озерными ваннами равнин также бывают связаны полезные ископаемые: торф, соли, сода и т. п. То, что изложено выше в отношении форм рельефа, ныне находящихся на дневной поверхности, применимо и к древним погребенным формам рельефа. Так, древние формы рельефа имеют большое поисковое значение для многих видов минерального сырья: углей, бокситов, золота, огнеупорного сырья, железных руд, марганца и др.

Отражение на карте связи рельефа с тектоникой имеет значение при поисках положительных локальных структурных форм, перспективных на нефть и газ. В настоящее время выявлено, что наиболее перспективными погребенными структурными формами являются те, которые поднимались в новейшее время, поэтому при прочих равных условиях предпочтение должно отдаваться тем, которые проявляются в современном рельефе.

Геоморфологическая карта имеет определенное значение при гидрогеологических исследованиях, она входит как обязательная в комплекс карт при гидрогеологической съемке. Генетические типы равнин — денудационные и аккумулятивные — дают возможность выделять области питания и разгрузки вод, а водораздельные пространства, склоны и долины показывают участки распространения грунтовых вод. Распределение по площади участков денудации и аккумуляции помогает разобраться в динамике подземных вод и объяснить гидрохимические особенности верхних водоносных горизонтов.

Широко применяется геоморфологическая карта при инженерно-геологических исследованиях. Некоторые данные берутся инженерами-строителями и инженерами-дорожниками непосредственно с геоморфологических карт.

Геоморфологическая карта является основой для проектирования гражданских и промышленных сооружений. Ее используют строители-дорожники, так как профиль трассы определяется формами и элементами рельефа. Инженерно-геоморфологическая карта, необходимая для проектирования железнодорожной трассы, оросительного канала, высотных линий электропередач, создается на основе дан-

морфологии и морфометрии элементарных поверхностей или их простейших сочетаний. Она указывает на современные геоморфологические процессы, учет которых необходим при любых видах строительства и определении пригодности территорий: на оползни, карст, термокарст, озерную и морскую абразию, солифлюкцию и др. Эти же факты учитываются и при строительстве гидротехнических сооружений (плотин, прудов, водохранилищ, мелиоративных систем).

Не меньшее значение геоморфологическая карта имеет в сельскохозяйственном производстве. Размещение полей, приемы агротехники, борьба с эрозией почв и другие вопросы решаются с учетом изучения рельефа.

Приведенные примеры использования общей геоморфологической карты в практических целях далеко не исчерпывают возможности ее применения в других областях знаний и хозяйственной деятельности человека.

Литература

Аристархова Л. Б. Геоморфологическая карта юго-востока Европейской части СССР. — Матер. 2-го геоморф. совещ. ОГГН АН СССР, М., 1959.

Аэрометоды при геологической съемке и при поисках полезных ископаемых. Т. 1 и 2. «Недра», М., 1964.

Боч С. Г., Краснов И. И. Классификация объектов геоморфологического картирования и содержание общих геоморфологических карт разных масштабов. — «Советская геология», 1958, № 2.

Барков А. С. Словарь-справочник по физической географии. Изд. 3-е переработанное и дополненное. Учпедгиз, М., 1954.

Бондарчук В. Г. Основы геоморфологии. Учпедгиз, М., 1949.

Борисевич Д. В. Единый метод геоморфологического картирования в средних масштабах. — Матер. 2-го геоморф. совещ. ОГГН АН СССР, М., 1959.

Востряков А. В., Дедков А. П., Зайонц В. Н., Рождественский А. П., Романов А. А., Филосовов В. П., Шилкин А. Н. Легенды к картам геоморфологическим и новейшей тектоники. — Изд-во Саратов. ун-та, 1963.

Ганешин Г. С. Принципы и методы геоморфологического картирования в СССР. — В сб.: Современные проблемы географии, «Наука», М., 1964.

Ганешин Г. С., Эпштейн С. В. Современное состояние вопросов геоморфологического картирования в средних масштабах и основные пути их решения. — Матер. 2-го геоморф. совещ. ОГГН АН СССР, М., 1959.

Ганешин Г. С., Соловьев В. В., Чемяков Ю. Ф. Проблемы возраста рельефа. — «Геоморфология», 1970, № 3.

Геологический словарь. Т. 1 и 2. Госгеолтехиздат, М., 1955.

Геоморфологическое картирование. Изд-во АН СССР, М., 1963.

Горелов С. К. Геоморфологическое картирование нефтегазоносных областей в связи с поисками тектонических структур. — В сб.: Методы геоморфологических исследований. Новосибирск, 1967.

Ермолов В. В. Генетически однородные поверхности в геологическом картировании в масштабе 1:200000. Новосибирск, 1964.

Жванция Д. Г. Таблицы цветных обозначений для геологических карт разных масштабов (геологическая легенда). Госгеолтехиздат, М., 1960.

Зайонц В. Н., Романов А. А. К методике составления структурно-геоморфологической карты (на примере Оренбургского Приуралья и Нижнего Поволжья). — «Геоморфология», 1972, № 2.

Корженевский А. А. Историко-генетический принцип геоморфо-

логического картирования и его развитие в Саратовском университете. Изд-во Саратов. ун-та, 1965.

Краткая географическая энциклопедия в 5-ти томах. «Советская энциклопедия», М., 1960, 1964.

Крашенинников Г. Ф. Учение о фациях. «Высшая школа», М., 1971.

Леонтьев О. К. Основы геоморфологии морских берегов. Изд-во МГУ, 1961.

Марков К. К. О геоморфологической карте. — Геологический вестник, т. 7, вып. 1—3, 1929.

Марков К. К. Методика составления геоморфологических карт. — Тр. Института геологии АН СССР, вып. 39, 1947.

Марков К. К. Основные проблемы геоморфологии. Географиздат, 1948.

Методика геоморфологического картирования. «Наука», М., 1965.

Методическое руководство по геоморфологическим исследованиям. «Недра», Л., 1972.

Методы геоморфологических исследований. Т. 1. «Наука», Новосибирск, 1967.

Мещеряков Ю. А. Структурная геоморфология равнинных стран. «Наука», М., 1965.

Наумов А. Д. О генетическом содержании понятий «морфоструктура» и «тип» рельефа. — Изд. АН СССР, сер. геол., № 2, 1965.

Наумов А. Д., Востряков А. В., Зайонц В. Н. Основные принципы и методы составления палеогеоморфологических карт. — В сб.: Проблемы палеогеоморфологии. «Наука», М., 1970.

Николаев Н. И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР. Госгеолтехиздат, М., 1962.

Павлов А. П. Статьи по геоморфологии и прикладной геологии. Изд. Моск. общ-ва испыт. природы, М., 1951.

Пенк В. Морфологический анализ. ИЛ, М., 1961.

Применение геоморфологических методов в структурно-геологических исследованиях. «Недра», М., 1970.

Проблемы палеогеоморфологии. «Наука», М., 1970.

Проблемы поверхностей выравнивания. «Наука», М., 1964.

Романов А. А. О методике картирования поверхностей выравнивания. — В кн.: Проблемы поверхностей выравнивания. «Наука», М., 1964.

Рухин Л. Б. Основы общей палеогеографии. Изд. 2-е. Госгеолтехиздат, М., 1962.

Ссарицкая З. А. Легенда для геоморфологической карты крупного масштаба. ГЭНИИ ЛГУ., 1937.

Сидоренко А. В. Геоморфология и народное хозяйство (вопросы практической геоморфологии). — «Геоморфология», 1970, № 1.

Спирidonov А. И. Геоморфологическое картографирование. Географиздат, М., 1952.

Спирidonov А. И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. — «Высшая школа», М., 1970.

Страхов Н. М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. Госгеолтехиздат, М., 1963.

Чемеров Ю. Ф. Проблема возраста рельефа и методы его определения. — Изв. ВГО, т. 100, № 4, Л., 1968.

Чемеров Ю. Ф., Ганешин Г. С., Соловьев В. В. и др. Методическое руководство по геоморфологическим исследованиям. — Л., «Недра», 1972.

Щукин И. С. Общая геоморфология. — Изд-во МГУ, т. 1, 1960, т. 2, 1964.

Щукин И. С. Опыт генетической классификации типов рельефа. — «Вопросы географии», сб. 1. Географиз, М., 1946.

Философов В. П. Формы междуречных пространств равнинных стран. — Ученые записки т. XVI, вып. геол. Саратовский ун-т. Изд-во Харьков. ун-та, Харьков, 1955.

Философов В. П. Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур. Изд-во Саратов. ун-та, 1960.

Философов В. П. Содержание геоморфологической карты равнинных областей. — «Материалы по геоморфологии и новейшей тектонике Урала и Поволжья», сб. 1, Уфа, 1962.

Эдельштейн Я. С. Основы геоморфологии. Госгеолиздат, М.—Л., 1947.

Энциклопедический словарь географических терминов. «Советская энциклопедия», М., 1968.

Якушова А. Ф., Сягаев Н. А., Чистякова А. А., Ибрагимов Д. М. Принципы составления легенды структурно-геоморфологической карты Прикаспия. — В сб.: Структурно-геоморфологические исследования в Прикаспии (Материалы КЮГЭ; вып. 7). Госгеолиздат, Л., 1962.

яснение их генезиса	78
Изучение кайнозойских отложений	85
Фотографирование и зарисовки изучаемых объектов	91
Построение геоморфологических профилей	92
Полное дешифрование аэрофотоматериалов	94
Изучение связи рельефа с тектоникой	95
Изучение современных экзогенных рельефообразующих процессов	97
Предварительная обработка полевого материала	101
3. Камеральный этап	103
Составление общей геоморфологической карты	104
Объяснительная записка (отчет) к общей геоморфологической карте	109
Глава VI. Составление специальных геоморфологических карт	112
1. Карта поверхностей выравнивания	112
2. Структурно-геоморфологическая карта	116
3. Палеогеоморфологическая карта	121
4. Карта современных экзогенных рельефообразующих процессов	128
Глава VII. Использование общей геоморфологической карты в практических целях	131
Литература	135
ПРИЛОЖЕНИЯ	139
1. Условные обозначения к геоморфологическим картам	141
2. Геологическая карта	
3. Геоморфологическая карта	

**А. В. Востряков, В. Н. Зайонц,
А. Д. Наумов, А. А. Романов, В. П. Философов**

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ РАВНИН

(Методика и опыт применения)

Под редакцией профессора А. В. Вострякова

**Редактор В. В. Токарева
Обложка художника В. К. Бутенко
Технический редактор Л. В. Агальцова
Корректор Р. Д. Калягина**

НГ05103. Сдано в набор 17.XII.73 г. Подп. к печ. 19.IV.74 г.
Формат 60×84¹/₁₆. Бум. тип. № 1. Усл. печ. л. 9,53 (10,25). +
+ 2 карты-вклейки. Уч.-изд. л. 8,1.
Тираж 2000 экз. Заказ 1301. Цена 1 руб.

Издательство Саратовского университета, Университетская, 42.
Типография издательства «Коммунист», пр. Ленина, 94.