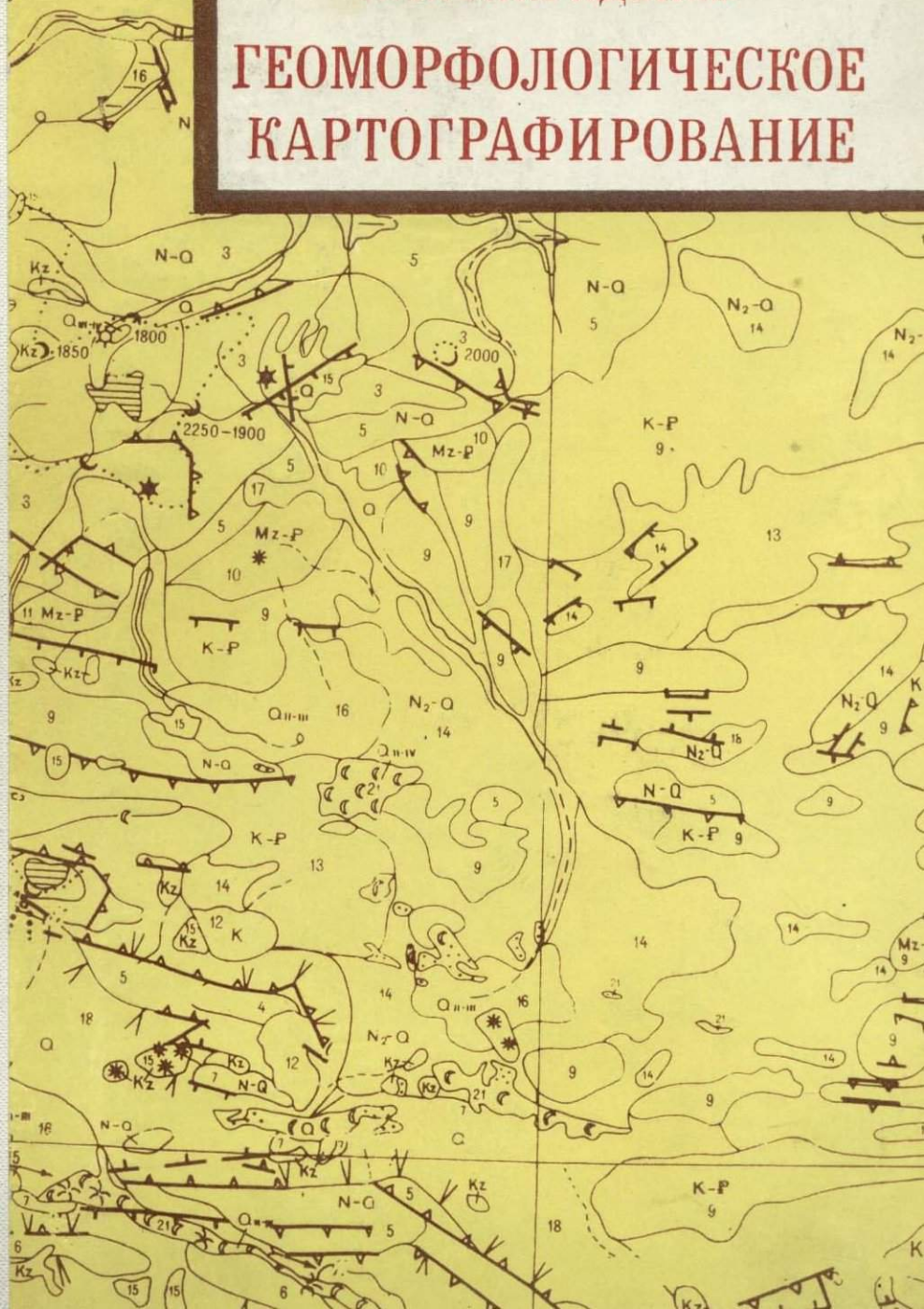


А. И. СПИРИДОНОВ

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ



А. И. СПИРИДОНОВ

551.4.912
1084

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

1264



МОСКВА «НЕДРА» 1975



Спиридонов А. И. Геоморфологическое картографирование. М., «Недра», 1974, с. 184.

В книге рассматриваются вопросы методики построения геоморфологических карт различного содержания и назначения. Особое внимание уделяется методике создания общих и прикладных карт, которые в настоящее время широко используются для решения задач теоретического и народнохозяйственного значения (поиски полезных ископаемых, инженерно-геологические исследования, сельскохозяйственная организация территории и пр.). В книге рассматриваются также вопросы геоморфологического картографирования ложа Мирового океана. Обзор карт широкого общего содержания дополняется обзором частных геоморфологических карт (морфоструктуры, морфоскульптуры, морфометрии рельефа), карт геоморфологического районирования. Применительно к картам всех типов особо рассматривается проблема классификации рельефа и принципы построения легенд карт разных масштабов, излагаются принципы генерализации геоморфологических карт с переходом от крупных масштабов к более мелким.

Предлагаемая книга может быть полезна для геологов, геоморфологов и других специалистов, интересующихся геоморфологическим картографированием в связи с решением разнообразных научных и практических задач. Она может быть также использована при прохождении соответствующего курса в геологических, географических и картографических учебных заведениях.

Таблиц 6, иллюстраций 25, список литературы — 106 назв.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В нашей стране и за рубежом в последнее время появилась многочисленная литература о геоморфологических картах, что связано с получившим всеобщее признание значением геоморфологических исследований для решения не только теоретических, но и самых разнообразных практических задач; были изданы специальные труды, пособия и руководства по методике построения геоморфологических карт. Особое внимание привлекают вопросы полевого геоморфологического картографирования. Большой интерес представляют также принципы составления геоморфологических карт мелкого масштаба, принципы генерализации геоморфологических карт, способы построения специальных (прикладных) карт, карт геоморфологического районирования, вопросы картографирования дна Мирового океана и пр.

Автор попытался в кратком изложении рассмотреть все эти вопросы, вполне сознавая сколь трудна такая задача ввиду множества изданных и постоянно появляющихся новых работ о геоморфологических картах и большого разнообразия высказываемых положений. Поэтому предлагаемая книга не ставит своей целью дать исчерпывающий обзор всех существующих взглядов о геоморфологических картах. В ней рассматриваются лишь самые основные вопросы их построения. При этом развивается основная идея о возможности единого аналитического (комплексного аналитического) принципа создания геоморфологических карт различного назначения и масштаба, который не исключает, а наоборот предполагает синтетический показ рельефа на особых картах.

Автор будет крайне признателен за пожелания и критические замечания, которые могли бы помочь в дальнейшей разработке вопросов геоморфологического картографирования.

ВВЕДЕНИЕ

Карта имеет большое значение для научного познания территории. Она наглядно отражает картину размещения, пространственных связей и группировок многообразных явлений на земной поверхности. В этом отношении с нею не может сравниться никакое литературное описание. Поэтому карта является не только дополнением к тексту, но и самостоятельным средством исследования, незаменимым орудием познания и практической деятельности на каждом этапе изучения, освоения и видоизменения человеком земной поверхности.

Карта по самому своему существу требует возможно более конкретных, точных и полных данных, касающихся пространственного заполнения изображаемой территории. Для ее успешного составления необходимо обстоятельное изучение местности, строгая систематизация и отбор полученных сведений с точки зрения определенных, четко сформулированных научных принципов, заранее разработанная система условных обозначений, которыми карта заполняется с надлежащей точностью и полнотой.

Следует, однако, отметить, что на одном листе карты трудно изобразить все многообразные и сложные географические комплексы — ее содержание приходится ограничивать одним или несколькими элементами, или явлениями. Вследствие этого становится затруднительным изучение их взаимосвязей и взаимообусловленности. Для того, чтобы облегчить задачу, можно создавать ряд взаимно дополняющих карт, а также особые комплексные карты с показом нескольких категорий явлений, органически связанных друг с другом и обуславливающих друг друга. Для отображения динамики явлений рекомендуется также составлять несколько карт с изображением одних и тех же явлений, но для разных отрезков времени. При помощи особых картографических приемов эти изображения частично могут быть даны и на одной карте.

Указанные общие особенности картографического изображения свойственны и геоморфологической карте, для которой объектом изображения служит рельеф земной поверхности. В самых общих чертах содержание геоморфологической карты вытекает из содержания геоморфологии как науки. Геоморфология изучает формы земной поверхности в отношении их внешних черт, происхождения, развития, генетических соотношений, взаимных группировок и распространения (Шукин, 1960). Это означает, что на геоморфо-

логической карте должны непосредственно отображаться следующие существенные признаки рельефа: его морфология (морфография и морфометрия), генезис, возраст и современная динамика. Названные признаки вместе или порознь могут быть положены в основу построения различных геоморфологических карт. Существенно важным для всех этих карт будет генетический подход к рельефу. Из сказанного следует, что термин «геоморфологическая карта» — собирательный. Он объединяет несколько типов карт, отличающихся друг от друга по содержанию, а также по способам изображения картографируемых объектов. По существу, такое же собирательное значение имеет и термин «геологическая карта», который объединяет несколько типов карт, характеризующих геологическое строение территории по разным признакам и разными способами.

Потребность в геоморфологических картах очень велика. С их помощью можно получить представление об основных особенностях геоморфологии района, ставить вопросы для дальнейшего изучения рельефа, планировать и осуществлять те или иные хозяйственные мероприятия. Геоморфологические карты в настоящее время находят применение для решения таких народнохозяйственных задач, как сельскохозяйственная организация территории, разработка мероприятий по борьбе с почвенно-овражной эрозией, исследования для промышленного, гражданского, гидротехнического, дорожного строительства. Геоморфологическое картографирование играет особенно большую роль в геологических исследованиях, способствуя осуществлению комплексной геологической съемки, поискам и разведке полезных ископаемых.

Рассмотрение круга вопросов, связанных с созданием и использованием геоморфологических карт, входит в задачу геоморфологической картографии. Эта дисциплина изучает:

1. Историю развития принципов и приемов построения геоморфологических карт.
 2. Классификации объектов геоморфологического картографирования применительно к требованиям картографии.
 3. Способы изображения на картах различных геоморфологических объектов.
 4. Классификации геоморфологических карт.
 5. Содержание, принципы построения и способы оформления различных типов геоморфологических карт.
 6. Принципы генерализации геоморфологических карт.
 7. Способы создания геоморфологических карт (полевые и камеральные).
 8. Применение геоморфологических карт в народном хозяйстве.
- Геоморфологическое картографирование прежде всего рассматривает процесс создания карт, что составляет важную, но далеко не исчерпывающую часть той дисциплины, которую можно назвать «геоморфологической картографией»¹.

Овладение геоморфологическим картографированием необходимо любому исследователю в области геоморфологии, так как созданием карт приходится заниматься на всех этапах полевой и камеральной работы. Ясно, что при этом невозможно обойтись без знания методов топогеодезической съемки и построения географической основы, общих методов изображения различных явлений на картах, принципов их генерализации, способов оформления карт и пр. Другими словами, необходимо знание основ геодезии и картографии, в частности, того раздела картографии, который рассматривает вопросы создания тематических карт.

При тематическом картографировании в первую очередь нужно овладеть логикой соответствующей науки, знать и понимать систематику изучаемых ею явлений, уметь правильно их классифицировать. Это особенно важно при генерализации специальной нагрузки карт. Помня, что генерализация, по словам Н. Н. Баранского, имманентно присуща карте и что построение карт даже крупного масштаба неизбежно сопровождается обобщением их содержания сравнительно с действительностью, во всех разделах геоморфологического картографирования приходится значительное место уделять систематике рельефа. Без правильного и исчерпывающего решения этой проблемы невозможно разработать приемлемые легенды и на их основе создать карты разных масштабов. Необходимо также знакомство с геологией и с методикой геологического картографирования, так как построение геоморфологических карт в значительной степени базируется на геологических данных.

Разработка основных разделов геоморфологического картографирования должна опираться на практику исследовательских работ как наших, так и зарубежных ученых. Запросы народного хозяйства, исключительное геоморфологическое разнообразие нашей страны способствуют широкой и разносторонней постановке вопросов геоморфологического картографирования.

В настоящее время, однако, не весь круг вопросов может быть освещен достаточно подробно. В наибольшей степени еще требуют дальнейшей разработки такие вопросы, как классификация элементов и форм рельефа и морфологических комплексов применительно к содержанию геоморфологических карт разного масштаба, сочетание морфологического, генетического и возрастного показа рельефа на одной карте, принципы картографирования и типовые легенды геоморфологических карт разных районов и масштабов, генерализация элементов специальной нагрузки.

¹ Вместо слова «картографирование» нередко употребляют слово «картирование», что одно и то же, однако по правилам словообразования на русском языке следует говорить «картографирование».

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ И СПОСОБЫ ИХ ИЗОБРАЖЕНИЯ, ТИПЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ, ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОСНОВА

ОБЪЕКТЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

Объект геоморфологического картографирования — рельеф земной поверхности. Однако понятие рельефа — собирательное, включающее неровности, или формы, земной поверхности разной величины и сложности. Формы рельефа, в свою очередь, состоят из элементов, или граней. Таким образом, рельеф включает следующие составные части (в порядке усложнения):

1) элементы рельефа, т. е. элементарные поверхности, или грани (склоны, плакоры, площадки) и линейные элементы (талвеги, гребни, бровки, тыловые швы, линии подножия);

2) формы рельефа, т. е. неровности в виде объемных тел — простые и сложные самой разной величины от малых до очень крупных (планетарного размера);

3) группировки форм, образующие естественные морфологические комплексы или ассоциации.

На геоморфологических картах объектами картографирования могут быть разные составные части рельефа, в связи с чем становится весьма актуальной проблема их классификации и выбора наиболее подходящих классификационных схем в качестве основы для построения легенд.

Любые природные объекты классифицируют по их существенным признакам. К существенным признакам рельефа относятся его морфография, морфометрия, генезис и возраст. В генетическом плане рельеф рассматривают как результат взаимодействия эндогенных экзогенных процессов. Важнейшее генетическое значение имеют тектоника и сложившиеся структурно-петрографические условия, участвующие в образовании морфоструктуры Земли, вулканизм, экзогенные процессы, под воздействием которых развивается морфоскульптура. По названным признакам можно построить частные классификации рельефа: морфографические, морфометрические, морфоструктурные, морфоскульптурные, морфохронологические. Наряду с ними возможна общая комплексная классификация, основанная на сочетании (чередовании) ряда существенных признаков рельефа.

Согласно Н. Ф. Леонтьеву (1964), необходимо различать классификацию рельефа и легенду геоморфологических карт — классификация еще не сама легенда. Главное отличие последней — полное соответствие требованиям картографического изображения. Возражая Н. Ф. Леонтьеву, Д. В. Борисевич (1966) справедливо указал, что нельзя резко противопоставлять классификацию рельефа и создаваемую на ее основе легенду геоморфологических карт. Любая классификация имеет, прежде всего, общее теоретическое значение как систематизированный итог научных представлений, характеризующий самые существенные черты объекта изучения данной науки. Но эта же классификация одновременно представляет и большой практический интерес. Она может быть использована для решения различных прикладных задач. В частности, классификация рельефа может быть положена в основу построения легенд геоморфологических карт. При этом, по И. С. Щукину (1962), не классификация форм земной поверхности должна приспособляться к карте, а картография должна найти приемы, лучше всего отображающие графически принятую классификацию форм.

Общие классификации рельефа применительно или безотносительно к задачам геоморфологического картографирования разрабатывались И. С. Щукиным, И. П. Герасимовым, К. К. Марковым, Ю. А. Мещеряковым, Д. В. Борисевичем, Ю. К. Ефремовым, В. А. Апродовым и др.

Безусловно, не всегда легенда карт может и должна быть точным повторением классификации. Есть генетические классификации (например, почв, рыхлых отложений), которые очень полно отвечают содержанию карт. Однако есть и такие карты, легенды которых отображают лишь некоторые выборочные признаки изучаемых объектов (например, возраст на геологических картах). По-видимому, точно также возможны разные соотношения между классификацией рельефа и тем, что показывается на геоморфологических картах. Очень многое зависит от их содержания, назначения и масштаба, от способов изображения специальной нагрузки. Поэтому вопросы систематики рельефа рассматриваются в дальнейшем лишь применительно к построению различных типов геоморфологических карт.

Здесь необходимо обратить внимание на то, чтобы классификация рельефа была логически выдержана. Категории рельефа разного таксономического ранга должны выделяться в ней по логическому принципу деления понятий, подчиняясь друг другу как видовое понятие родовому, или как особенное всеобщему. Между тем это важное правило не всегда соблюдается.

Наиболее распространенные ошибки — неправильный выбор классификационных признаков, приводящий к перекрытию или разрыву геоморфологических понятий одного и того же таксономического ранга, переход к выделению в роли соподчиненных друг другу классификационных категорий группировок форм, отдельных

форм рельефа и их элементов, т. е. целого и частей, наконец, гделение также в качестве классификационно подчиненных друг другу форм рельефа разного размера.

СПОСОБЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Для изображения различных объектов или явлений на специальных картах применяют способы качественного фона, значковый, изолиний, ареалов, линий движения, точечный, локализованных диаграмм, картодиаграмм, картограмм (Салищев, 1971).

Качественный фон используют для сплошной качественной характеристики изображаемых явлений, для выделения классификационных категорий рельефа, различаемых по его генезису, возрасту, по интенсивности современного развития и по другим признакам, например по морфографическим и морфометрическим.

Этот способ применяется как в многоцветном, так и в черно-белом оформлении. Каждый цветной тон допускает варьирование множества оттенков, отличающихся друг от друга качественно (по составу спектра) и количественно (по интенсивности, или насыщенности). Кроме того, цветные тона могут быть даны заливкой или же с помощью фигурной литографской сетки. Получаемые оттенки обычно используют для отображения независимых друг от друга показателей.

В случае черно-белого оформления цветной фон заменяют различными штриховками, отличающимися друг от друга рисунком, интенсивностью и ориентировкой. Сочетание цветного фона со штриховкой позволяет значительно обогатить карту—дать на ней несколько дополняющих качественных характеристик. На геоморфологических картах подобным способом совмещают изображение генезиса и возраста рельефа, генезиса, возраста и морфометрии, морфоструктуры и морфоскульптуры.

Значки могут быть немасштабные, линейные и площадные.

Немасштабные значки употребляются для изображения геоморфологических объектов, локализованных на местности и не выражающихся в масштабе карты (форм микро- и мезорельефа: карстовых воронок, суффозионных блюдц, бугров пучения, термокарстовых западин и др.). Каждый значок наносится по местонахождению данного объекта. Его рисунок в сильно стилизованном виде наглядно передает внешний облик изображаемых форм; цвет значка характеризует генезис, а величина—размер форм рельефа в поперечнике, по относительной высоте (или по глубине).

Линейные знаки применяют для обозначения, во-первых, линий в их геометрическом понимании, например водораздельных, береговых линий, тальвегов, бровок; во-вторых, линейных геоморфологических объектов, не выражающихся по ширине в масштабе карты, например морских береговых форм, склонов долин, уступов террас. Рисунок, ширина (толщина) и цвет линейных знаков могут выражать, соответственно, морфографические, морфометри-

ческие и генетические особенности форм и элементов рельефа.

Площадные знаки применяют для изображения локализованных геоморфологических объектов, площадь которых вырисовывается в масштабе карты, например отдельных вулканических гор, форм препарировки массивных интрузий, конусов выноса. Каждый объект оконтуривается по внешней границе и внутри ее заполняется штриховыми знаками, которые отличаются друг от друга цветом, рисунком и интенсивностью в зависимости от происхождения и внешних признаков изображаемых форм.

Изолинии применяют для изображения объектов или явлений, которые могут быть представлены в виде непрерывных статистических поверхностей. Другими словами, этот способ особенно пригоден для характеристики величины или интенсивности непрерывных и постепенно изменяющихся в пространстве явлений. Примером изолиний являются горизонтали (изогипсы), применяемые для изображения рельефа на топографических и обзорных картах. Изолинии весьма пригодны для составления морфометрических карт, структурных и неотектонических карт (с использованием стратозогипс, морфоизогипс, изобаз), литогенетических карт с характеристикой обломочных отложений по некоторым количественным показателям (средней величине зерен и др.). Для большей наглядности промежутки между изолиниями покрывают цветным фоном или штриховкой, так чтобы общая интенсивность тона возрастала с увеличением количественного показателя.

Ареалы отмечают на карте площади распространения того или иного явления. В отличие от качественного фона (дающего сплошную характеристику определенного круга явлений на всей картографируемой территории), этим способом могут быть показаны районы распространения форм рельефа (карстовых, овражных и др.), границы древних ледниковых покровов или водоемов, сферы действия определенных геоморфологических процессов и т. п. Каждый ареал выделяется разными приемами: ограничивающей линией, равномерным распределением значков или подписью, реже фоновой окраской или штриховкой.

Линии движения применяются для показа перемещения различных явлений при помощи стрелок. Длина, толщина, цвет, форма стрелок отражают качественные и количественные стороны явлений. На общегеографических картах линиями движений показывают морские течения, а на геоморфологических (палеогеоморфологических) — направление движения древних ледниковых покровов (вееры рассеивания валунов), направление древних водных потоков, береговых потоков наносов на побережьях, направление воздушных течений для пустынных районов с песчаными формами.

Точечный способ применяют для картографирования массовых рассеянных объектов при помощи точек (кружков) одинакового размера. Каждая точка выражает не один, а несколько объектов, т. е. имеет определенный «вес». Группировка точек на карте дает наглядную картину размещения явления, а количество точек поз-

воляет определить его размеры (количество объектов). К точечному способу полезно прибегать при изображении массового пространства форм микрорельефа (карстовых воронок, степных блюдца и др.), когда масштаб карты не позволяет изобразить каждую из этих форм в отдельности. На геоморфологических картах вместо точек (кружков) обычно используют принятые для данной формы внесмаштабные значки, а их «вес» устанавливают чисто визуально, сгущая значки там, где форм больше, и наоборот.

Локализованные диаграммы используют для характеристики структуры объекта или явления в строго определенных пунктах, точках. Это могут быть столбиковые, кружковые диаграммы, диаграммы-розы повторяемости направлений и величин явлений. Таковы например спорово-пыльцевые диаграммы, диаграммы петрографического, минералогического состава образцов рыхлых отложений, розы ориентировки трещин, длинных осей обломков горных пород (валунов, галек). Серия размещенных на карте локализованных диаграмм наглядно показывает закономерности изменения структуры изображаемых явлений на местности.

Картодиаграммы, в отличие от локализованных диаграмм, характеризуют величину и структуру явлений суммарно в определенных территориальных единицах (чаще всего в административных или природных районах). Картодиаграммы широко применяют для картографического выражения статистических данных. В геоморфологии этот способ может быть использован для характеристики закономерностей изменения внутренней структуры геоморфологических районов по некоторым признакам, например по соотношению высотных ступеней, по густоте овражной, балочной сети и пр.

Способ картограмм применяют для изображения средней интенсивности явлений в пределах определенных территориальных единиц. Отличительной особенностью способа является искусственность проведения границ, которые могут иметь вид прямых линий, пересекающихся под прямыми углами, или совпадать с контурами районов, выделяемых по совершенно не свойственному данному явлению признаку (например, административному). Отражаемые на картограммах показатели обычно представляют собой относительные величины — разность высот, густота эрозионной сети, количество тех или иных форм рельефа на единицу площади.

Обычный прием составления геоморфологических картограмм связан с построением сетки равновеликих квадратов и определением в каждом из них интенсивности явления путем отнесения его к площади в 1 км². Для наглядности картограмма заштриховывается или раскрашивается одним цветом тем интенсивнее, чем интенсивнее распространение данного явления.

Из разнообразных способов изображения для геоморфологического картографирования наиболее пригодны качественный фон, значки и изолинии. Они обеспечивают достаточно полную и точную передачу на карте геоморфологических явлений и могут применяться не только порознь, но и совместно.

ТИПЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

В общей картографической классификации геоморфологические карты рассматриваются как специальные, или тематические. В свою очередь они различаются прежде всего по содержанию, назначению и масштабу.

По содержанию карты классифицируют прежде всего с учетом степени охвата различных геоморфологических показателей. С этой точки зрения геоморфологические карты разделяются на частные и общие.

Частные геоморфологические карты составляются на основе частных показателей (характеристик), относящихся только к морфографии, морфометрии, происхождению, возрасту рельефа, его современной динамике. В соответствии с этим могут быть частные карты: морфографические, морфометрические, структурно-геоморфологические, морфоскульптурные, морфохронологические, морфодинамические. Каждая из названных категорий частных карт в свою очередь может делиться на более дробные разновидности. Например, морфометрические карты: углов наклона земной поверхности, глубины, густоты расчленения рельефа; морфоскульптурные карты: флювиального, ледникового, карстового рельефа и т. п.

Общие геоморфологические карты дают характеристику рельефа по совокупности показателей, из которых важнейшими являются: морфология (морфография и морфометрия), генезис и возраст рельефа (Марков, 1948; Борисевич, 1950; Спиридонов, 1952; Боч, 1955).

По степени обобщения показателей, выбранных для картографирования, различают карты аналитические, синтетические и комплексные.

Аналитические, или элементарные, карты составляются на основе необобщенных или мало обобщенных частных показателей, таких как угол наклона земной поверхности, глубина расчленения рельефа, его обусловленность отдельными экзогенными или эндогенными факторами и пр. Аналитическими же следует называть геоморфологические карты, на которых показываются лишь некоторые генетические категории форм (овраги, карстовые воронки, выраженные в рельефе разломы и др.), а также такие карты, на которых рельеф изображается как совокупность его элементов (склонов, поверхностей).

Синтетические карты характеризуют данное явление в обобщенных показателях, синтезирующих ряд его частных особенностей. Особого внимания заслуживают синтетические генетические показатели, которые наиболее полно охватывают данное явление и позволяют передать его более экономными средствами. Объектами изображения на синтетических геоморфологических картах

служат естественные морфологические комплексы, группировки форм, геоморфологические районы¹.

На комплексных картах изображается несколько разнородных объектов, каждый в своих показателях. При этом отбирают объекты, которые находятся во взаимной связи, обуславливая друг друга. К комплексным относятся и такие карты, на которых изображаемые объекты (формы рельефа, морфологические группировки) характеризуются по комплексу взаимосвязанных частных показателей.

В зависимости от степени обобщения показателей, участвующих в комплексе, можно различать комплексные аналитические, комплексные синтетические и комплексные аналитико-синтетические карты (Родоман, 1959). Все эти способы комплексирования весьма широко применяются при создании общих геоморфологических карт.

Карты, на которых выделяются территории с закономерно повторяющимися типами явлений, называются типологическими. Карты, на которых выделены территории по индивидуальным (региональным) признакам, присущим только отдельным районам и отличающим их друг от друга, называются районными (карты геоморфологического районирования).

В зависимости от того, для какого отрезка времени характеризуется рельеф, можно различать: а) карты современных, т. е. сложившихся к настоящему времени, геоморфологических условий, б) карты палеогеоморфологические с отображением пройденных этапов развития рельефа и в) геоморфологические карты прогноза, на которых дается прогноз развития рельефа в будущем. Карты существующих геоморфологических условий целесообразно дополнять картами интенсивности современного развития рельефа.

По назначению геоморфологические карты могут быть подразделены на карты широкого и узкого назначения.

Карты широкого назначения рассчитаны на удовлетворение общих потребностей, предъявляемых к ним со стороны различных отраслей науки и народного хозяйства. На их основе могут проводиться любые геоморфологические работы, а также составление карт узкого назначения, путем нанесения дополнительных показателей, выделения или исключения некоторых элементов нагрузки.

Карты узкого назначения могут преследовать научно-исследовательские, узко практические, учебные и др. цели. Сюда относятся различные специальные (прикладные) геоморфологические карты, которые отличаются целенаправленным содержанием, т. е. показом тех сторон явлений, которые необходимы для решения конкретных хозяйственных задач (поиски полезных ископаемых, сельскохозяй-

¹ Следует иметь в виду, что точного разграничения понятий аналитических и синтетических карт нет. Возможны различные степени анализа и синтеза материала. В содержании любой аналитической карты есть элементы синтеза, и наоборот.

ственная организация территории, проектирование инженерных сооружений и пр.).

По масштабу в современной картографии принято различать карты: крупного масштаба — 1:200 000 и крупнее, среднего масштаба — мельче 1:200 000 включительно до 1:1 000 000 и мелкого масштаба — мельче 1:1 000 000. Особо выделяются обзорные карты масштаба 1:5 000 000 и мельче. Масштаб определяет охват изображаемой территории, детальность карты, области ее применения, а также методы создания (составление или съемка).

Мелкомасштабные карты — обзорные, охватывающие большую территорию. Строение рельефа передается на них обобщенно с выделением основных геоморфологических комплексов (ландшафтов), крупных геоморфологических регионов. Такие карты являются результатом широких научных обобщений и представляют большой теоретический интерес. В сочетании с другими специальными картами они могут быть полезны при решении народнохозяйственных проблем, связанных с планированием и осуществлением мероприятий по использованию природных ресурсов страны в целом. Карты мелкого масштаба часто используют как учебные пособия.

Карты среднего и крупного масштаба отвечают мелкому, среднему и крупному масштабам полевой геоморфологической съемки.

Мелкомасштабные съемочные карты (1:1 000 000—1:500 000) создаются в совершенно или почти неизученных местах с целью выяснения общих черт их геоморфологического строения и развития с выделением крупных геоморфологических регионов. Они необходимы для предварительной оценки условий осуществления тех или иных хозяйственных мероприятий, выделения площадей, наиболее перспективных в отношении поисков полезных ископаемых, для постановки более детальных исследований. В мелких масштабах выполняются сводные геоморфолого-составительские работы на основании материалов съемок более крупных масштабов.

Среднемасштабные съемочные карты (1:200 000—1:100 000) создаются с целью изучения элементов, форм рельефа и их комплексов с дробным геоморфологическим районированием территории, выяснением истории развития рельефа и рыхлых отложений. Карты используют для оценки условий хозяйственной организации территории, того или иного вида строительства, перспектив поисков полезных ископаемых, связанных с формированием рельефа.

Крупномасштабные съемочные карты (1:50 000—1:25 000) — детальные с изображением всех форм и элементов мезо- и микро-рельефа, рыхлого покрова, современных рельефообразующих процессов, с наиболее дробным геоморфологическим районированием (микрорайонированием). Они носят, как правило, специализированный характер, например, для проведения поисков определенных видов полезных ископаемых.

Еще более специальный уклон имеют карты масштабов 1:10 000 и 1:5 000, создаваемые для весьма ограниченных площадей с

целью решения строго конкретных вопросов народнохозяйственного значения (поисково-разведочные работы, оценки строительных площадок, створов плотин и пр.) с соответствующим весьма детальным изображением элементов рельефа, современных геоморфологических процессов, с прогнозом развития рельефа.

На основе съемочных карт путем составления могут быть созданы геоморфологические карты более мелкого масштаба.

Таким образом, существуют и должны создаваться различные типы геоморфологических карт. Но среди них должна быть выделена как основная — общая геоморфологическая карта широкого назначения — государственная геоморфологическая карта, которую необходимо создавать на территорию всей страны. Эта карта должна занять такое же место в геоморфологии, какое занимают геологическая карта в геологии или почвенная — в почвоведении.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОСНОВА ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Кроме специальной нагрузки геоморфологические карты, как и другие виды специальных карт, включают еще основные элементы общегеографического содержания: рельеф, гидрографическую сеть, населенные пункты, дороги и географические названия. В совокупности они образуют географическую основу специальных карт.

Назначение географической основы состоит в том, чтобы: 1) служить основой для нанесения и ориентировки специальной нагрузки и 2) показывать размещение специальной нагрузки на фоне и в связи с другими географическими элементами.

Каждая специальная карта требует особого подхода при отборе элементов общегеографического содержания. В отношении геоморфологических карт это прежде всего касается изображения рельефа при помощи горизонталей. Такое изображение, безусловно, должно быть на рабочей основе, так как иначе невозможно правильно провести границы геоморфологических объектов. При полевой геоморфологической съемке в качестве рабочей основы используются топографические карты, а при составлении — карты с изображением рельефа горизонталями.

В настоящее время признано, что рисунок горизонталей должен рассматриваться не только как элемент основы, но и как важный компонент специального содержания геоморфологической карты — лучшее средство изображения внешних — морфографических и морфометрических — черт рельефа. Такое мнение наиболее справедливо в отношении общих геоморфологических карт съемочных масштабов.

В некоторых случаях, с целью разгрузки геоморфологических карт мелкого масштаба, при создании их окончательного оригинала и при издании горизонтали могут быть исключены. На таких картах морфографические и морфометрические особенности передают другими средствами — штриховкой, значками, но чаще всего

путем отбора специальных показателей, дополняющих в красочной легенде карты характеристику генетических категорий рельефа.

К элементам рабочей основы геоморфологических карт относятся контуры растительного покрова, смытых почв и грунтов. Они облегчают проведение геоморфологических границ и не входят в окончательное содержание карт.

На геоморфологических картах любого типа тщательно прорабатывается изображение береговой линии. Изобатами, отметками глубин изображается рельеф морского дна в зоне побережья, а на обзорных картах в пределах всей акватории.

Гидрографическая сеть наносится детально, поскольку она составляет одно из характерных элементов геоморфологического ландшафта. Правильно передается относительная густота и геометрический рисунок гидрографической сети.

Железные и автогужевые дороги, населенные пункты в местах сгущения наносятся с разрядкой, а дорожная сеть может даже полностью исключаться. В случае ее изображения отдается предпочтение тем дорогам, а также населенным пунктам, которые необходимы для ориентировки или положение которых обусловлено рельефом. Таковы дороги через перевалы, тоннели, в продольных долинах (в горах), вдоль плоских гребней хребтов и пр.

ОБЩИЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

В отличие от частных карт, на общих геоморфологических картах рельеф характеризуется полностью с использованием нескольких его существенных признаков. Последние отбираются так, чтобы дать наглядное представление об основных особенностях строения и развития рельефа, имеющих большое теоретическое и практическое значение. Таким образом, общие геоморфологические карты являются важнейшим картографическим документом, создание которого представляет итог больших полевых съемочных и камеральных составительских работ.

При разработке принципов построения общих геоморфологических карт нужно исходить из следующих основных положений.

1. Наряду с общими картами возможно составление частных карт и карт геоморфологических районов. Поэтому не следует стремиться на одной общей карте дать всю геоморфологическую нагрузку, прибегая, в случае необходимости, к созданию серии карт, в том числе карт-врезок более мелкого масштаба.

2. Общие карты должны быть генетическими, т. е. должны основываться на генетической классификации рельефа. Такие карты будут иметь наиболее широкое теоретическое и практическое значение. В случае необходимости по ним могут быть составлены специальные (прикладные) карты с детализацией элементов их нагрузки, нанесением дополнительных показателей в соответствии с назначением карт (для поисковых целей, для строительства и т. п.).

3. Легенда карт должна представлять возможность точной диагностики рельефа и проведения границ геоморфологических объектов с такой точностью, которая бы полностью удовлетворяла масштабу карты, в том числе масштабу полевых съемочных карт, и делала бы целесообразным применение методов инструментальной съемки.

4. Общие геоморфологические карты должны возможно полнее и точнее отражать строение рельефа, давая материал для геоморфологического анализа, для широких обобщений и выводов как теоретического, так и практического значения. Следует иметь в виду, что содержание любой карты состоит не только в том, что непосредственно входит в ее нагрузку, но и в том, что вытекает из ее анализа.

В настоящее время большинство геоморфологов согласны, что на общих геоморфологических картах должны быть отображены следующие основные признаки рельефа: морфология, генезис и возраст («геоморфологическая триада», по И. П. Герасимову, 1965). Однако остаются расхождения относительно того, какие конкретные объекты — элементы, формы рельефа или их естественные группировки — необходимо выделять на картах и как следует использовать методы картографического изображения объектов специальной нагрузки. В этом отношении существенное значение приобретает разделение общих геоморфологических карт на два типа: аналитические и синтетические (Спиридонов, 1952; Стрелков, 1960; Борисевич и Любимцева, 1971).

На аналитических картах выделяют генетически однородные элементы рельефа, которые характеризуют по названным выше главным признакам, причем каждый из признаков отображают в своей особой системе условных обозначений.

На синтетических картах выделяют комплексы форм рельефа, и в основной метод картографического изображения — качественный фон — вкладывают обычно не один, а несколько геоморфологических показателей, добиваясь синтетического показа рельефа.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ КАРТЫ

На аналитических картах объектами непосредственного изображения служат элементы рельефа, или поверхности, различаемые по внешнему виду, происхождению и возрасту. При этом комплексная характеристика рельефа по названным показателям дается путем наложения нескольких независимых друг от друга систем условных обозначений: цветного фона, штриховки, значков, изолиний, ареалов, индексов. Подобный способ позволяет сравнительно ограниченным набором условных знаков передать большое количество сочетаний и тем самым сделать карту богатой по содержанию. Но этот способ комплексирования имеет и свой существенный недостаток — карта может получиться перегруженной, мало-

наглядной. Чтобы избежать этого, необходим строгий отбор специальной нагрузки.

Родоначальником геоморфологических карт аналитического типа можно, по-видимому, считать Гене (1912 г.), который на карте масштаба 1:50 000 изобразил рельеф комбинацией значков склонов и горизонтальных поверхностей различного происхождения и возраста. Первые образцы подобных карт у нас можно найти в работах З. Н. Барановской и Н. Е. Дика (1934 г.), А. И. Спиридонова (1937—1938 гг.). Так, на схематической геоморфологической карте прибрежной полосы северо-западной части Апшеронского полуострова А. И. Спиридоновым выделено пять разновозрастных генетически взаимосвязанных денудационно-аккумулятивных поверхностей, которые, по терминологии Ю. А. Мещерякова, можно было бы назвать полигенетическими.

Начиная с 1938 г. карты аналитического типа составлялись большой группой исследователей при проведении детальной геоморфологической съемки Урала (Д. В. Борисевич, Н. В. Введенская, Н. В. Кинд и др.), коллективом саратовских геоморфологов под руководством А. И. Олли для Среднего Поволжья и Якутии. При этом какой-либо общей легенды не существовало. В большинстве случаев цвет использовался для показа возраста, а штриховые знаки — генезиса и морфологических особенностей рельефа (Борисевич, 1971).

Аналогичный принцип построения геоморфологических карт защищал еще Ю. А. Скворцов (1934 г.). Геоморфологическая карта, по его мнению, должна изображать ярусы разновозрастных долинных поверхностей — террас и связанных с ними склонов. Каждая поверхность закрашивается своим цветом, а штриховкой выделяются составляющие ее поверхности аллювия, делювия и смыва. По такой карте можно определить количество террасовых долин, проследить, как оно изменяется от места к месту, как террасовые долины главной реки сопрягаются с долинами притоков, и т. д. Все это дает материал для суждения об истории развития рельефа и о новейших тектонических движениях.

Необходимость изображения на геоморфологических картах разновозрастных поверхностей денудации и аккумуляции отмечал также А. И. Спиридонов (1936 г.). Однако впервые аналитический принцип построения общих геоморфологических карт был последовательно осуществлен Д. В. Борисевичем (1950). Он признал целесообразным изображать формы рельефа комбинациями знаков элементов рельефа (субгоризонтальных поверхностей, склонов и уступов различного происхождения и возраста), ограничивающих формы разного порядка. На этом принципе им была создана легенда, названная универсальной, пригодная, по мысли автора, для составления геоморфологических карт любого масштаба и любых районов.

Элементы рельефа (поверхности, склоны) разделены в легенде на три основных категории: 1) экзогенного, 2) тектонического

(первичнотектонического и вулканического) и 3) структурного и литоскульптурного происхождения. Экзогенные поверхности подразделяются на горизонтальные и субгоризонтальные: деструктивные — показываются различными штриховками черного цвета в зависимости от действующих агентов, аккумулятивные — изображаются значками черного цвета, напоминающими литологические обозначения; склоны: деструктивные — передаются значками черного цвета разного рисунка в зависимости от происхождения и аккумулятивные — показываются контурными знаками.

Поверхности, непосредственно созданные тектоническими (сбросы) и вулканическими процессами, передаются знаками уступов соответствующего происхождения и знаками поверхностей лавовой и пепловой аккумуляции, выполненными красным цветом. Для изображения интенсивности и характера тектонических деформаций, затронувших поверхности первичного экзогенного происхождения, применяются изобазы, контурные и линейные знаки красного цвета.

Структурные поверхности изображаются штриховыми знаками разного рисунка в зависимости от состава бронирующих пород. Кроме того, показываются контуры отпрепарированных структур, знаки литоморфных элементов и форм рельефа.

Легенда насчитывает всего 62 условных знака поверхностей и склонов. Их комбинации позволяют изобразить генезис и морфологию любой формы рельефа. Для показа возраста ограничивающих экзогенных поверхностей Д. В. Борисевич рекомендовал использовать цветной фон.

Исходный принцип легенды Д. В. Борисевича — выделение поверхностей и склонов — был поддержан Н. А. Лебедевой (1952). Однако сама система условных обозначений, по ее мнению, обладает существенным недостатком — среди большого количества разнообразных по генезису элементов в легенде не выделены основные. Из-за этого единство крупных форм, отражающих наиболее важные этапы развития рельефа, на карте окажется нарушенным изображением множества частных поверхностей.

Н. А. Лебедева предложила выделять на геоморфологической карте прежде всего яруса поверхностей врезания и поверхностей выравнивания, образование которых связано с изменениями во времени соотношения интенсивности эндогенных и экзогенных процессов: 1) преобладанием поднятий земной коры, вызывающих расчленение рельефа, и 2) преобладанием нивелирующей деятельности экзогенных процессов в условиях слабо проявляющихся тектонических движений.

Поверхности выравнивания должны быть обозначены цветным фоном, а поверхности врезания — цветной штриховкой, так чтобы поверхности одного возраста (уровня) независимо от их происхождения имели бы один и тот же условный знак. На картах крупного масштаба по цветному фону штриховкой и значками передается генезис поверхностей, который у каждой из них в разных местах

может быть различным. Так, единая поверхность выравнивания может объединять участки речной аккумулятивной террасы, озерной равнины и предгорной денудационной равнины. Все эти генетические различия («фациальные поверхности») Н. А. Лебедева считает второстепенными и предлагает опускать их в случае генерализации.

На наш взгляд, едва ли возможно принять исходное положение построения легенды геоморфологической карты, о котором пишет Н. А. Лебедева. Разделение элементов рельефа на поверхности выравнивания и поверхности врезания весьма условно и не всегда может быть осуществлено. В частности, остается неясным, какими критериями следует руководствоваться, чтобы установить переход поверхности врезания в процессе развития под воздействием денудационных агентов в поверхность выравнивания, и где на карте должна проходить граница между ними. Стремясь выделять эти поверхности, исследователи принуждены будут фиксировать яруса рельефа даже там, где они не существуют или же весьма сомнительны.

А. И. Спиридонов (1952) охарактеризовал принцип построения геоморфологических карт, разработанный Д. В. Борисевичем, как в общем правильный и перспективный. По поводу самой легенды были сделаны лишь частные замечания. А именно: не оправдано противопоставление друг другу склонов и поверхностей, поверхностей экзогенного происхождения и структурных (бронированных) поверхностей, нерационально использование цветного фона для показа возраста рельефа. Более целесообразно цветными тонами показывать генезис элементов рельефа (поверхностей), а оттенками (интенсивностью тонов) — их возраст. Руководствуясь этими соображениями, А. И. Спиридонов составил проект генетической классификации элементарных поверхностей и предложил закрепить за основными классификационными единицами определенные цветные тона. Наличие в этой классификации особой склоновой группы позволяет выделять на карте различные генетические типы склонов с использованием как цветного фона, так и значков. Тем самым удовлетворялось требование Д. В. Борисевича о показе склонов как особой важной морфологической и генетической разновидности элементов рельефа.

Для изображения структурных поверхностей было предложено использование штриховых знаков разного рисунка, накладываемых на цветной фон, но не противопоставляемых ему. Наконец, для изображения внешнего облика рельефа было рекомендовано использовать горизонтали топографической основы.

Аналитический принцип построения общих геоморфологических карт продолжали разрабатывать Д. В. Борисевич, Г. С. Ганешин, С. К. Горелов, В. В. Ермолов, А. И. Спиридонов, С. А. Стрелков, С. В. Эпштейн и др. Уточнялась и детализировалась классификация элементов рельефа, отрабатывались способы их показа на картах.

В связи с тем что элементы рельефа выделяются прежде всего по генетическим признакам, А. И. Спиридонов (1958) высказал положение о том, что объектами геоморфологического картографирования являются генетически однородные поверхности. Это положение было в дальнейшем поддержано и подробно обосновано В. В. Ермоловым (1964).

Под генетически однородными поверхностями следует понимать не только небольшие участки сравнительно простого генезиса (например, площади речных и морских террас, обвальные, осыпные склоны, склоны плоскостного смыва), но также участки более сложного происхождения, обусловленные одновременным воздействием комплекса разнообразных факторов. В природе генетически однородные поверхности занимают самые различные площади и морфологически представляют собой как элементы рельефа, ограничивающие формы разного порядка, так и формы в целом, включая их группировки. Например, элементы рельефа флювиального или морского происхождения местами слагают вершинные поверхности эрозионных холмов, местами — днища понижений (долины, депрессии), местами же простираются в виде обширных равнин. Поверхности денудационного выравнивания иногда наблюдаются в виде небольших площадок на вершинах гор, но нередко простираются на значительной территории в виде сглаженных низких гор. Поэтому едва ли можно согласиться с Д. В. Борисевичем и Е. А. Любимцевой, которые полагают, что на аналитических картах показываються формы рельефа. В действительности непосредственно выделяются элементы рельефа, а через них и все более сложные геоморфологические образования.

В последующих работах Д. В. Борисевич (1966, 1969, в соавторстве с Е. А. Любимцевой, 1971) разработал новые варианты легенды, названной им морфохроногенетической. В отличие от первоначального варианта (Борисевич, 1950), цветным качественным фоном предлагается отображать происхождение рельефа. Горизонтальные и субгоризонтальные поверхности выделяются штриховками, цвет которых означает генезис поверхности, а рисунок и интенсивность — их возраст. При этом интенсивность штриховки закономерно возрастает от молодых поверхностей к более древним. Аккумулятивные поверхности выделяются либо крапом, либо серыми значками, которые наносятся на цветной штриховой фон и характеризуют состав рыхлых отложений, слагающих формы рельефа.

Склоны и уступы деструктивного и аккумулятивного происхождения показываються штриховыми знаками черного цвета, что позволяет, по мнению Д. В. Борисевича, отобразить на карте как морфологические черты экзогенного рельефа, так и цикличность его формирования.

Современные (актуальные) формы рельефа, в отличие от всех более древних, показываються цветной заливкой разной интенсивности в зависимости от интенсивности современных рельефообразующих процессов.

Формы рельефа, созданные новейшими тектоническими движениями (первично-тектонические морфоструктуры), показываются изобазами красного цвета, а при недостатке данных — контурными и осевыми линиями. Отпрепарированные морфоструктуры выделяются черными значками бронированных пластов стойких пород разного петрографического состава.

Черно-белый вариант легенды принципиально сходен с цветным вариантом. Экзогенезис рельефа передается рисунком и направлением штриховки, а возраст — ее интенсивностью. Субгоризонтальные и горизонтальные аккумулятивные поверхности выделяются точечными знаками (кружки, овалы, треугольники и др.), размеры и расположение которых (по одному, парами, тройками) позволяют передать возрастные отличия. Легенда содержит также знаки для изображения тектонических деформаций земной поверхности, отпрепарированных морфоструктурных элементов, литологического состава отложений, слагающих аккумулятивные формы рельефа.

Признавая необходимым при построении общих геоморфологических карт придерживаться охарактеризованного выше аналитического принципа, некоторые авторы считают целесообразным использовать цветной фон для показа возраста рельефа, а штриховку — для показа его генезиса, т. е. так, как первоначально предлагал Д. В. Борисевич (1950). Это обосновывается стремлением более четко выделить историко-геоморфологические особенности территории, что представляет широкий общий интерес и особенно важно при поисках гипергенных месторождений полезных ископаемых, при структурно-геоморфологическом анализе с целью поисков нефтегазоносных структур. Ю. П. Селиверстов (1963) рекомендует подобное построение геоморфологических карт масштаба 1 : 500 000—1 : 1 500 000, С. К. Горелов (1968) — карты масштаба 1 : 1 000 000 и обзорной карты масштаба 1 : 2 500 000, а А. П. Сигов, М. В. Проничева, А. П. Кусков и др. (1968—1971 г.) — при средне- и крупномасштабной геоморфологической съемке. Таких же взглядов придерживаются и Корженевский, Философов и др. (1966—1967 гг.).

Для обозначения возрастных генераций рельефа цветные тона выбирают по-разному. С. К. Горелов использовал вариант оформления, позволяющий наглядно выделить основные орографические единицы территории: возвышенности и низменности. Коричнево-желтыми тонами показаны третичные поверхности выравнивания, развитые на возвышенностях, синими тонами — плейстоценовые террасы и равнины, приуроченные главным образом к низменностям. Штриховкой и значками разного цвета и рисунка обозначены генетические и морфологические признаки рельефа. Так, черной штриховкой выделены различные по морфологии денудационные формы, коричневой — формы континентальной аккумуляции, синей — аккумулятивные и абразионные формы морского происхождения.

Более последовательно поступает Ю. П. Селиверстов (1963), рекомендуя показывать возраст рельефа в цветной шкале геологических карт: палеозойский — розовым цветом, мезозойский — оливково-зеленым, триасовый — сиреневым, юрский — голубым, меловой — зеленым, палеогеновый — оранжевым, неогенский — желтым. Рельеф четвертичного возраста предлагается изображать оттенками коричневого цвета. Штриховкой по цветному фону выделяется денудационный рельеф (горизонтальной — элементы и формы равнинного рельефа, наклонной — холмистого, вертикальной и перекрестной — горного рельефа), а крапом (точечным пунктиром) — аккумулятивный рельеф в зависимости от факторов образования.

Изображение возраста рельефа в красках геологических карт предлагал также и В. А. Апродов (1961). Чтобы показать рельеф как результат взаимодействия эндогенных и экзогенных факторов, в легенде предусматриваются две независимых, накладывающихся одна на другую системы условных обозначений: штриховых — для изображения эндогенных факторов (красного цвета при активной роли тектоники в рельефообразовании и черного цвета в случае пассивного проявления сложившихся структур в пластике земной поверхности) и значковых — для показа экзогенных процессов с заливкой знаков при выделении аккумулятивных форм.

Зарубежные ученые также разрабатывают различные варианты построения геоморфологических карт (Demek, 1959; Gellert, 1968; Klimaszewski, 1963; Tricart, 1970 и др.). Подробный обзор и библиография трудов иностранных ученых приведены в работах А. И. Спиридонова (1956, 1960), Н. С. Благоволина и Д. А. Тимофеева (1964), Д. А. Тимофеева (1965), Н. В. Башениной и др. (1966), Д. В. Борисевича и Е. А. Любимцевой (1971), Геоморфологическое картоведение (1973).

Как правило, все варианты легенды предусматривают отображение морфологии, генезиса и возраста рельефа, но выбор изобразительных средств, систематика форм, конкретные геоморфологические показатели и то, каким из них отдастся предпочтение, существенно различны. Различны также мнения о пригодности аналитического принципа для построения карт разных масштабов.

Это обстоятельство побудило организовать при Международном географическом союзе специальную комиссию Геоморфологического картографирования. Комиссия разработала унифицированную легенду для геоморфологических карт масштаба 1:25 000—1:50 000, выдержанную в аналитическом плане (The unified key..., 1968).

Эта легенда включает элементы морфографии, морфометрии, морфогенезиса и морфохронологии. Специальная нагрузка наносится на детальную топографическую карту. Генезис рельефа обозначается цветным фоном. Формы, созданные эндогенной деструкцией и аккумуляцией (неотектонической и вулканической), а также структурно обусловленные обозначаются красным цветом;

деструктивные формы: денудационные, флювиальные, флювиоденудационные, карстовые и суффозионные — коричневым, аккумулятивные формы: денудационные, флювиальные, флювиоденудационные и карстовые — зеленым, деструктивные формы: ледниковые, нивальные и криогенные — фиолетовым, деструктивные флювиогляциальные формы — фиолетовым и коричневым, аккумулятивные ледниковые, нивальные и криогенные — розовым, аккумулятивные флювиогляциальные формы — розовым и зеленым, деструктивные и аккумулятивные формы озерного и морского происхождения — ультрамариновым, золотым формам — желтым, биогенные и антропогенные формы — черным; современная береговая линия, формы поверхности ледников, фирна и снега, поверхность озер и морей — бледно-голубым цветом. Особенно выделяются на карте склоны, которые подразделяются на те же генетические группы и обозначаются теми же цветными тонами, что и формы рельефа. Дополнительно склоны выделяются серой сеткой, плотность которой усиливается по определенной шкале с увеличением крутизны.

Возраст рельефа выделяется интенсивностью цветного фона, усиливающейся для более молодых форм. Кроме того, возраст обозначается индексами. Черной штриховкой разного рисунка выделяются петрографические типы горных пород, которые бронируют деструктивные формы (песчаник, кварцит, известняк и др.) и слабают аккумулятивные формы (гравий, песок, глина и пр.).

Легенда содержит 353 площадных, линейных и внесштабных условных знака отдельных форм и элементов рельефа, которые разделены на те же генетические категории и на карту наносятся в том же цвете, что и формы рельефа, изображаемые цветным фоном.

В руководстве по детальному геоморфологическому картографированию, разработанном международной комиссией под редакцией Я. Демека (*Manual of detailed geomorphological mapping*, 1972), приложены два образца цветных геоморфологических карт масштаба 1:50 000, оформленных с некоторыми отклонениями от унифицированной легенды 1968 г. Наиболее существенные из них заключаются в отказе от изображения крутизны склонов серой сеткой по цветному фону и в использовании для этих целей интенсивности цветных тонов, принятых ранее для изображения генезиса. Возраст рельефа изображается только индексами и притом выборочно, в основном только аккумулятивных элементов рельефа и реликтовых денудационных поверхностей.

Предложенный способ построения детальных геоморфологических карт обладает рядом несомненных достоинств. К ним относятся: 1) отображение основных геоморфологических показателей (внешнего облика, генезиса и возраста рельефа) с использованием элементов топографической основы, цветного фона, штриховых и значковых обозначений, индексов; 2) весьма детально разработанная система площадных, внесштабных и линейных условных знаков, которая позволяет изображать все богатство форм релье-

фа, не выражающихся в масштабе карты, и многие специальные элементы ее нагрузки, как например, неотектонические формы, лавовые плато и др. Вместе с тем легенда и особенно образцы геоморфологических карт вызывают некоторые критические замечания. Наиболее существенны из них следующие.

1. Группировка форм в генетические категории, для изображения которых предусмотрены особые цветные тона, слишком обща. Таблица условных знаков включает всего 9 цветных тонов, что сильно ограничивает использование самого наглядного способа картографического изображения — цветного качественного фона. Это особенно видно на примере деструктивных форм денудационного, флювиального, флювиоденудационного, карстового и суффозионного происхождения, для изображения которых предусмотрен один коричневый тон, и также на примере аккумулятивных форм денудационного, флювиального, флювиоденудационного и карстового происхождения, изображаемых одним зеленым цветом. Едва ли целесообразно денудационные формы (т. е. формы, обусловленные плоскостной, или склоновой, денудацией и аккумуляцией) объединять в одну группу с флювиальными и карстовыми формами.

2. Использование разных цветных тонов для показа деструктивных и аккумулятивных форм, созданных под воздействием одних и тех же факторов (денудационных, флювиальных, гляциальных и др.), приводит к зрительному расчленению единых форм и элементов рельефа и сочленению форм, совершенно различных по внешнему виду и по происхождению. Например, эрозионная терраса в такой системе условных знаков показывается коричневым цветом, а аккумулятивная терраса того же уровня и возраста — зеленым; стенка срыва гравитационного склона — коричневым цветом, а обвально-осыпной шлейф — зеленым. На такой карте сливаются в один зеленый тон аккумулятивные террасы и опирающиеся на них обвально-осыпные шлейфы.

Надо еще учитывать, что по недостатку фактического материала или же из-за самого существа рельефообразующего процесса не всегда формы рельефа могут быть строго разделены на деструктивные и аккумулятивные. В ряде случаев приходится различать деструктивно-аккумулятивные (равновесные) формы, например, эрозионно-аккумулятивные террасы, которые служат связующим звеном между формами деструктивными и аккумулятивными. Отмеченный недостаток тем более заметен, что аккумулятивные формы на картах и без того выделяются штриховыми знаками, характеризующими литологические типы рыхлых отложений.

3. Генетические типы склонов полностью совпадают с генетическими категориями форм рельефа. Таким образом склоны не различаются по собственно склоновым процессам, что значительно обедняет содержание крупномасштабных геоморфологических карт. Использование интенсивности цветных тонов для показа крутизны склонов нерационально, так как наклоны земной поверхности достаточно наглядно передаются горизонталями.

4. Отказ от изображения возраста рельефа интенсивностью цветного фона лишает приложенные к руководству образцы геоморфологических карт одного из важнейших показателей. Этот недостаток не восполняется возрастными индексами, которые не могут дать наглядное представление о разновозрастности элементов и форм рельефа.

5. По сравнению с таблицами цветных фоновых обозначений система внесмаштабных, линейных и штриховых условных знаков разработана очень детально и представляется даже несколько громоздкой. При детальной топографической основе использование некоторых знаков (например, для обширных дельтовых равнин и других форм) будет излишним. Многие штриховые знаки (различных генетических типов склонов, поверхностей выравнивания, ряда других дробных генетических категорий рельефа) целесообразно перевести в систему цветных фоновых обозначений.

6. Образец геоморфологической карты Алтая излишне схематичен, явно недогружен и потому не может служить эталоном для построения детальной геоморфологической карты.

К Методическому руководству по геоморфологическим исследованиям (1972 г.), составленному коллективом сотрудников Всесоюзного научно-исследовательского геологического института (ВСЕГЕИ) под общей редакцией Ю. Ф. Чемякова, приложены типовая легенда и два образца цветных геоморфологических карт масштаба 1:200 000. Легенда включает генетические категории элементов рельефа (субгоризонтальных поверхностей и склонов, разделяемых на крутые, средней крутизны и пологие).

1. Тектонический рельеф, созданный разрывными дислокациями, растущими складчатыми структурами.

2. Вулканогенный рельеф, созданный излияниями лавы, эксплозивными процессами, экструзивными процессами, комплексом различных вулканогенных процессов.

3. Выработанный рельеф: структурно-денудационный рельеф, созданный в результате препарировки складчатых структур, субгоризонтальных пластов осадочных пород, пластовых интрузий, элементов складчатой структуры, древних тектонических контактов, интрузивных тел и приконтактных зон, древних вулканических покровов, вулканических аппаратов; денудационный рельеф, созданный глубинной и боковой эрозией рек, существенно переработанный склоновыми процессами, комплексной денудацией (поверхности выравнивания, срезающие древнее складчатое основание, срезающие платформенные субгоризонтальные структуры), преимущественно плоскостным смывом и другими экзогенными агентами.

4. Аккумулятивный рельеф, созданный в результате деятельности различных экзогенных агентов.

За каждой из генетических категорий рельефа в легенде закреплён свой цветной тон и оттенок или штриховой знак (в случае черно-белого оформления карты), при этом аккумулятивные

поверхности выделяются среди денудационных черным точечным крапом по цветному фону.

Возраст элементов рельефа на черно-белых вариантах геоморфологических карт показывается геологическими индексами, на многоцветных картах, не предназначенных для издания, — штриховыми знаками, которые накладываются на генетические цвета и даются более густыми оттенками соответствующих генетических тонов. На многоцветных картах, предназначенных для издания, возраст обозначается геологическими индексами, а для аккумулятивных элементов рельефа — дополнительными оттенками тонов, принятых для изображения генезиса, с усилением интенсивности от молодых форм к более древним.

К достоинству типовой легенды относится последовательно проведенный принцип аналитического картографирования — изображение генетически однородных поверхностей, использование для каждого геоморфологического показателя своей особой системы условных обозначений. Можно полностью согласиться с предложенным перечнем генетических категорий рельефа, выделенных с учетом экзогенных, вулканических, тектонических факторов, структурных условий, однако некоторые рекомендации в отношении использования изобразительных средств вызывают серьезные замечания.

Как указывалось, в легенде предусмотрены особые цветные тона для изображения элементов рельефа, предопределенных различными типами структур. С таким способом изображения структурно-денудационного рельефа трудно согласиться, тем более, что в легенде предлагается особая гамма красочных обозначений для денудационного рельефа, представленного эрозионно-денудационными и денудационными склонами, поверхностями выравнивания. Остается все же не вполне ясным, в каких случаях при изображении, например, горного рельефа, нужно использовать одну красочную гамму и в каких — другую. На наш взгляд, проявление структурно-петрографических условий в рельефе следует показывать на карте таким образом, чтобы не нарушалась принятая система использования цветного фона для изображения элементов и форм рельефа по их обусловленности экзогенными факторами и вулканизмом.

Легенда предусматривает на издаваемых цветных картах дополнительно к индексам обозначение возраста аккумулятивных элементов рельефа оттенками цветных тонов, принятых для изображения генезиса. На приложенных образцах оттенками цветных тонов выделены также разновозрастные денудационные элементы рельефа — поверхности выравнивания, склоны и днища каров и трогов. В результате создается невыдержанность использования оттенков цветных тонов по интенсивности, которые применяются для обозначения и крутизны склонов, и их возраста. Так, на одном образце выделены средней крутизны и крутые склоны трогов и каров сартанского оледенения и крутые склоны

каров и трогов зырянского оледенения. Трудно определить, какие оттенки характеризуют возраст и какие — крутизну элементов рельефа.

Рассмотренные две типовые легенды предусматривают показ цветным фоном не только экзогенных, но также эндогенных (тектонических и вулканических) элементов рельефа. С этим можно согласиться лишь отчасти, а именно в отношении изображения только вулканических форм. Действие вулканических сил, так же как и экзогенных, сводится к перемещению вещества на земной поверхности, что позволяет создаваемые ими формы рельефа объединять с элементами морфоскульптуры и предусматривать общий для них способ изображения на геоморфологической карте.

Совершенно иначе обстоит дело с вулкано-тектоническими и тем более с собственно тектоническими процессами. Последние повсеместно деформируют земную поверхность, которая непосредственно бывает создана деструктивной или аккумулятивной деятельностью экзогенных (и вулканических) факторов. Следовательно, формы рельефа тектонического происхождения должны быть показаны на карте независимыми накладывающимися на цветной фон знаками. Отклонение от этого принципа приводит к большим противоречиям. Так, в международном руководстве на геоморфологической карте Алтая рельеф одних площадей выделен цветным фоном (красным цветом) как неотектонический, а других коричневым цветом — как денудационный. На самом деле рельеф Алтая, как и любых других территорий, в той или иной степени обусловлен неотектоникой, и показывать его как неотектонический в каких-то узких границах неправильно. Подобная же нелогичность допущена в легенде ВСЕГЕИ, предусматривающей специальные цветные фоновые знаки для изображения рельефа, созданного не только экзогенными факторами, но также и растущими складчатыми структурами.

Все сказанное свидетельствует о том, что в рамках общепризнанного аналитического принципа картографирования предлагаются различные варианты построения геоморфологических карт. В одних случаях они сводятся лишь к замене изобразительных средств (например, изображение генезиса рельефа не цветными тонами, а штриховкой, изображение возраста не интенсивностью цветного фона, а качественно отличными цветными тонами и оттенками), в других случаях предложения касаются более существенных сторон содержания и оформления карт, затрагивающих их логические основы (например, изображение цветными тонами экзогенезиса и эндогенезиса рельефа).

На наш взгляд, построение общих геоморфологических карт аналитического типа должно предусматривать использование независимых друг от друга систем условных обозначений для отображения морфологии, генезиса и возраста рельефа, причем особыми условными знаками отдельно показываются генетиче-

ские показатели: роль в формировании рельефа экзогенных факторов, тектоники и сложившихся структурно-петрографических условий. Кроме того, должны быть предусмотрены знаки для выделения аккумулятивных форм и элементов рельефа.

Морфология рельефа. Лучшее средство изображения морфологических (морфографических, морфометрических) особенностей рельефа на картах разного масштаба — горизонтали, изогипсы. Как известно, в инструкциях и наставлениях для топографов и картографов указываются приемы геоморфологически правильного изображения рельефа с выявлением характерных черт, обусловленных его генезисом. Сюда относятся указания по выбору шкалы сечения рельефа, по рисовке отдельных горизонталей и их систем, нанесению в необходимых местах дополнительных условных горизонталей, по расстановке абсолютных высотных отметок. Умело используя названные приемы, можно достаточно выразительно передать характерные физиономические черты рельефа на картах не только крупного, но и мелкого (обзорного) масштаба.

Эта задача облегчается тем, что для форм рельефа, не выражаемых горизонталями, предусмотрена детально разработанная система внескалярных, линейных и площадных условных знаков. На топографических картах особыми условными знаками изображаются: обрывы, овраги, промоины, уступы и бровки, песчаные и земляные, каменные, щебеночные и галечниковые осыпи, скалы и скалистые обрывы, дайки, скалы-останцы, карстовые воронки, сухие русла, береговые гряды и валы, кратеры вулканов, лавовые потоки, входы в пещеры и гроты, оползни, фирновые поля, ледники и ледниковые трещины, ледяные обрывы и барьеры, выходы ископаемых льдов на дневную поверхность, наледи, антропогенные формы рельефа — ямы, курганы, уступы, и пр. (Подобедов, 1970).

Таким образом, горизонтали, высотные отметки, значковые изображения следует рассматривать как существенную часть специальной нагрузки общих геоморфологических карт, а не только как элемент их основы. Подобное утверждение считается вполне оправданным в отношении геоморфологических карт съемочных масштабов, т. е. до масштаба 1:1 000 000 включительно.

Существует опасение, что на картах более мелкого масштаба горизонтали создадут перегрузку и что поэтому их необходимо разредить или даже убрать совсем. На наш взгляд, это опасение не вполне основательно и нуждается в экспериментальной проверке. Но и независимо от того, будут горизонтали нанесены или нет, морфологические черты рельефа на общих геоморфологических картах аналитического типа можно достаточно полно передать другими способами.

К ним прежде всего относятся значковые обозначения, которые на геоморфологических картах используют гораздо шире, чем на топографических и обзорных гипсометрических картах. Знач-

ки охватывают все генетические категории рельефа и их морфологические разности, отличаясь друг от друга цветом, рисунком и размерами. Цвет значков указывает происхождение форм и элементов рельефа, а рисунок и размер, соответственно,— внешний облик (в схематизированном виде) и размеры этих форм (с разделением на три—четыре категории размерности).

В любом случае морфологические (морфографические и морфометрические) черты рельефа обязательно отмечают в легенде карты в виде очень сжатых дополнительных характеристик генетических и возрастных категорий рельефа. Включение таких характеристик в легенду оказывается возможным потому, что генетически однородные элементы и формы рельефа определенного возраста вместе с тем обладают и специфическими, только им присущими морфологическими признаками.

Генезис рельефа. Формы земной поверхности образуются под воздействием сочетаний различных факторов: сложившихся структурно-петрографических условий, тектоники, вулканизма и экзогенных процессов. Эти факторы обязательно учитывают при определении генезиса рельефа и полностью отображают на частных геоморфологических картах. На общих картах роль каждого из них в формировании рельефа приходится показывать с некоторыми ограничениями, руководствуясь тем, что карта должна быть наглядна, легко читаема и что перегрузка ее недопустима. Предпочтение должно быть отдано тем факторам, которые активно формируют рельеф, непосредственно участвуют в его развитии. К ним относятся тектонические движения, вулканизм и комплекс экзогенных процессов.

Цветным качественным фоном обозначают элементы и формы земной поверхности, созданные экзогенными и вулканическими процессами. Именно эти процессы обуславливают дробную расчлененность рельефа на отдельные морфогенетические разновидности и поэтому выбор цветного фона для их изображения вполне оправдан, особенно на картах съемочных масштабов. Задача состоит в том, чтобы геоморфологам окончательно договориться о перечне хотя бы основных генетических категорий рельефа и о распределении между этими категориями тонов фоновой окраски, подобно тому как это сделано в отношении изображения систем и отделов на геологических картах. Следует помнить, что только при условии стандартного оформления может выработаться привычка легкого чтения общих геоморфологических карт и свободного обращения с ними в работе.

В табл. 1 приведен перечень основных генетических категорий рельефа и указаны способы их изображения на карте в цветном оформлении. Таблица составлена с учетом практики геоморфологического картографирования в нашей стране и за рубежом. Она во многом сходна с таблицей условных знаков Д. В. Борисевича (1969), несколько отличаясь от нее главным образом в отношении показа склоновых элементов.

Основные генетические категории рельефа и их обозначение на общей геоморфологической карте

Генетические категории рельефа	Индекс	Обозначение на карте, цвет качественного фона и значков
Эндогенный		
Тектонический: созданный плавными движениями земной коры		Красный цвет Изобазы, страто-, морфоизогипсы, ареалы форм поднятий и опусканий
созданный разрывными движениями		Линейные знаки
Вулканический	<i>V</i>	Карминный
Псевдовулканический	<i>pV</i>	Серовато-карминный
Структурно-денудационный		
Бронированный прочными породами осадочного происхождения		Серый цвет
Горизонтальные и субгоризонтальные поверхности		Горизонтальная штриховка
Наклонные поверхности		Наклонная штриховка
Бронированные магматическими телами		Карминный цвет
Горизонтальные и субгоризонтальные поверхности, бронированные траппами		Горизонтальная штриховка
Наклонные поверхности, бронированные траппами		Наклонная штриховка
Формы препарировки секущих интрузий		Линейные и внесматбные знаки
Формы препарировки массивных интрузий		Штриховка
Экзогенный		
Гравитационный:		
созданный быстрыми движениями несвязного обломочного материала (обваль-ый, осыпной, лавинный)	<i>gr</i> <i>dr, ds</i>	Коричневый Красно-коричневый
созданный смещениями блоков горных пород (отседанием, оползанием)	<i>dp</i>	Каштановый
созданный массовыми медленными движениями грубообломочного материала	<i>dr</i>	Оранжево-коричневый
созданный течением глинистого материала (солифлюкционный)	<i>sf</i>	Серовато-коричневый (сепия)
Делювиальный, созданный нерусловым (склоновым) стоком	<i>d</i> <i>dn</i>	Оранжевый
Комплексно-денудационный		
Флювиальный:		
созданный грязекаменными потоками (селевый)	<i>f</i> <i>sl</i>	Зеленый Оливковый
созданный временными водотоками	<i>tj</i>	Травяно-зеленый
созданный постоянными водотоками	<i>f</i>	Малахитовый

Генетические категории рельефа	Индекс	Обозначение на карте, цвет качественного фона и значков
Карстовый и суффозионный	<i>k+s</i>	Коричневый
Мерзлотный	<i>kr</i>	Фиолетово-серый
Ледниковый и снежниковый	<i>gl+n</i>	Фиолетовый
Водноледниковый ледниково-речной (флювиогляциаль- ный)	<i>jgl</i>	Серо-зеленый
ледниково-озерный (лимногляциаль- ный)	<i>lgl</i>	Серовато-бирюзовый
Эоловый	<i>e</i>	Желтый
Биогенный	<i>bg</i>	Изумрудный
Озерного происхождения	<i>l</i>	Бирюзовый
Морского происхождения: созданный волновыми процессами созданный неволновыми процес- сами	<i>m</i>	Голубой Синий
Антропогенный	<i>ant</i>	Черный цвет (линейные и вне- масштабные знаки)

В легенде карт названные генетические категории рельефа должны быть развернуты в более детальную геоморфологическую классификацию, а отвечающие им цветные тона — в гамму цветных оттенков так, чтобы каждой генетической субкатегории рельефа отвечал свой достаточно различный оттенок основного цветного тона. В этом случае на картах разных масштабов будет соблюден принцип выделения генетически однородных элементов и форм рельефа на основе единой классификации. Однако степень генетической однородности разных таксонов неодинакова. Рельеф, который на высших ступенях классификации выделяется как генетически однородный, при более детальном рассмотрении представляет собой сочетание все более и более просто устроенных элементов, подчиненных друг другу как видовое понятие родовому. Эта особенность классификации используется при разработке легенд геоморфологических карт разного масштаба и при их генерализации.

Важно отметить, что типология основных генетических категорий рельефа совпадает с классификацией экзогенных и вулканических рельефообразующих процессов и таким образом роль последних в развитии рельефа получает прямое отображение на общих геоморфологических картах. Вместе с тем эта классификация совпадает с генетической классификацией отложений, благодаря чему геоморфологическое картографирование ставится в прямую связь с изучением и картографированием коррелятных толщ.

Если происхождение рельефа обязано действию не одного, а двух равноценных факторов, то выделяют сложные генетические категории рельефа (делювиально-флювиальный, озерно-ал-

лювиальный, аллювиально-морской и др.), обозначая их специальными цветными оттенками.

Для изображения рельефа, который образовался под влиянием двух факторов, действовавших один за другим, прибегают к наложению друг на друга двух цветных тонов, причем один — ведущий фактор обозначается сплошной заливкой, а другой, т. е. предшествующий или последующий, — штриховкой, соответственно прерывистой или сплошной. Подобным же образом, т. е. прерывистой штриховкой надлежащего цвета и также контурными линиями, обозначают погребенный рельеф, где его необходимо выделить (погребенные террасы, доледниковые эрозионно-денудационные возвышенности, образующие цоколь моренных гряд и холмов и пр.).

Каждая генетическая категория рельефа, определяемая рельефообразующим фактором, подразделяется на субкатегории деструктивного (денудационного) и аккумулятивного рельефа. Аккумулятивный рельеф, независимо от действующих факторов, выделяют единообразно одноцветной (серой) штриховкой, которая наносится на цветной фон и своим рисунком характеризует петрографический тип отложений, слагающих аккумулятивные формы и элементы рельефа. На мелкомасштабных картах с целью облегчения их нагрузки все аккумулятивные формы можно выделить только точечным крапом, как предусмотрено легендой ВСЕГЕИ.

Некоторые авторы (Васильев, Костенко и др., 1960; Klimeszewski, 1963; The unified key..., 1968) предлагают изображать аккумулятивный рельеф особой гаммой цветных тонов, например, сине-зеленых и желтых, противопоставляемых красно-коричневым тонам денудационного рельефа. Подобное оформление геоморфологической карты ведет к утрате единства форм, обязанного воздействию одного и того же рельефообразующего фактора. Для того чтобы аккумулятивные формы наглядно выделялись на карте, вполне достаточны способы штриховки и крапа, о которых говорилось выше.

Формы рельефа, созданные тектоникой, выделяют при помощи изолиний красного цвета (изобаз, стратоизогипс, морфоизогипс), наглядно изображающих генетические и морфологические особенности соответствующих первично-тектонических (неотектонических) морфоструктур. Если данных для проведения изолиний недостаточно, то морфоструктуры, характеризующиеся суммарно по интенсивности и знаку движений (если возможно, также по общей амплитуде движений за определенный этап), выделяют способами контурных и осевых линий. Линейными знаками красного цвета изображают выраженные в рельефе разломы. В разрывах изолиний, контурных и линейных знаков помещают возрастные индексы соответствующих тектонических образований.

На общих геоморфологических картах роль тектоники в формировании рельефа отображается еще косвенным путем — по-

средством изображения разновозрастных речных и морских террас, поверхностей выравнивания и других элементов рельефа, расположенных на разных высотных уровнях. Таким образом, карта дает богатый материал для анализа и применения геоморфологических методов выявления новейшей тектоники. Это обстоятельство позволяет отвести возражения некоторых геоморфологов, считающих, что тектонические, а не экзогенные формы должны изображаться на общей карте цветным фоном. Использовать подобным образом основное средство картографического изображения — цветной качественный фон — это значит сильно обеднить карту. Так можно поступать лишь в виде исключения при построении обзорных карт мелкого масштаба, имеющих достаточно разнообразную морфотектоническую нагрузку.

Элементы и формы рельефа структурно-денудационного происхождения на общих геоморфологических картах показываются выборочно. Штриховыми знаками разного рисунка выделяются структурные поверхности, подразделяемые по характеру бронирующих геологических тел: пластов осадочных горных пород разного состава (знаки серого цвета), пластовых, секущих интрузий и массивных магматических тел (знаки красного цвета). Линейными знаками изображаются уступы, гребни, обусловленные выходами прочных пород.

Сочетание этих обозначений дает достаточное общее представление о структурно-петрографической обусловленности рельефа в целом и отдельных его элементов. Кроме того, роль сложившихся структур в формировании рельефа отображается косвенным путем — рисунком горизонталей, передающим морфологические черты земной поверхности, системой цветных фоновых и значковых обозначений, характеризующих особую морфогенетическую обстановку в различных структурно-петрографических условиях¹.

При издании геоморфологических карт в черно-белом оформлении используют разнообразные по рисунку, ориентировке и интенсивности штриховые, а также линейные и внесмасштабные знаки (Борисевич, 1950, 1966; Спиридонов, 1952, 1958; Методическое руководство..., 1972).

Возраст рельефа — совершенно обязательный элемент содержания общей геоморфологической карты, так как без него невозможно дать законченную геоморфологическую характеристику изображаемой территории, судить о времени образования, истории развития земной поверхности. Наглядное обозначение воз-

¹ Г. С. Ганешин и С. В. Эпштейн первоначально также соглашались с раздельным показом на карте экзогенных, тектонических и структурно-петрографических факторов (Ганешин и Эпштейн, 1959). Впоследствии они предложили использовать цветные тона для изображения рельефа, созданного не только экзогенными процессами, но также тектоникой и структурно-петрографическими факторами. Как отмечалось выше, это нашло отражение и в типовой легенде ВСЕГЕИ, потерявшей отчасти свою логическую выдержанность.

раста рельефа придает геоморфологической карте структурность, выделяет формы молодые на фоне более древних, давая материал для суждения об истории развития рельефа, о характере новейших тектонических движений, запечатленных в разновозрастных речных и морских террасах, поверхностях выравнивания и других элементах рельефа.

Возраст экзогенных и вулканических элементов и форм рельефа лучше всего передавать интенсивностью закрепленных за ними цветных тонов. Д. В. Борисевич (1969) и некоторые другие геоморфологи считают, что тон нужно усиливать от молодых форм к более древним, т. е. так, как это принято в отношении стратиграфических подразделений на геологических картах. На наш взгляд, правильнее поступать наоборот. Это позволит, во-первых, выделить наиболее интенсивным цветом фона и значков самые динамичные молодые (современные) формы и элементы рельефа, что очень важно при использовании карты для решения многих практических задач.

Во-вторых, усиление тона от древних форм к геологически более молодым позволит сделать изображение рельефа более пластичным и наглядным. Как известно, усиление интенсивности холодных цветных тонов (зеленого, голубого, синего) создает впечатление глубины, а ослабление (осветление) теплых тонов (красного, коричневого и т. д.) — приподнятости земной поверхности. Кроме того, усиление интенсивности теплых тонов создаст дополнительный пластический эффект увеличения крутизны склонов с переходом от древних форм к более молодым. Это обстоятельство делает излишним предложение Д. В. Борисевича о дополнительном подчеркивании деструктивных склонов черными штрихами гашюрами) и аккумулятивных склонов — серой отмывкой (подцветкой). Склоны и без того будут выделяться интенсивными цветными тонами и знаками, а на крупномасштабных картах также сгущением горизонталей.

В зависимости от масштаба карты и геоморфологической изученности территории возраст рельефа придется обозначать с различной степенью расчленения. Однако совершенно ясно, что даже в обобщенной возрастной шкале получить сплошной заливкой надлежащее количество хорошо различимых оттенков одного тона, конечно, невозможно. Поэтому на авторских оригиналах только первые несколько оттенков (для современных, голоценовых и четвертичных форм) получают сплошной заливкой краски, остальные оттенки (для более древних форм) получают путем наложения все более и более разреженной цветной штриховки, так чтобы создавалась единая гамма оттенков от наиболее интенсивного для самых молодых форм и все более и более слабого для форм, соответственно более древних. Следует иметь в виду, что при издании большинство оттенков, даваемых заливкой, также будет получаться с помощью растров или фигурных литографских сеток. Сетки для возрастных генераций рельефа, приведен-

ные в работе Н. В. Башениной, О. К. Леонтьева и др. (1960), нельзя признать удачными, так как они сложны по рисунку и не создают последовательного усиления интенсивности общего тона в заданном направлении.

В системе штриховок, разработанных Д. В. Борисевичем (1969), предусматривается изображение 36 возрастных категорий рельефа. В соответствии с установкой автора плотность и толщина штриховки усиливаются для более древних форм, с чем резко не согласуется сплошная заливка тона, принятая для выделения ныне формирующихся элементов рельефа. Штриховка проста для выполнения, наглядна, однако на изданных образцах карты выглядит несколько резко.

Применяя достаточно различимые по рисунку и интенсивности тона штриховки (сетки), можно добиться того, чтобы на карте ясно выделялись элементы и формы рельефа разного генезиса, но одного возраста, и разного возраста, но одинакового происхождения. Тем не менее в связи со сложностью и разнообразием нагрузки общей геоморфологической карты при определении генезиса и возраста рельефа возможны затруднения. Их легко преодолеть путем нанесения генетических и возрастных индексов, как принято на геологических картах.

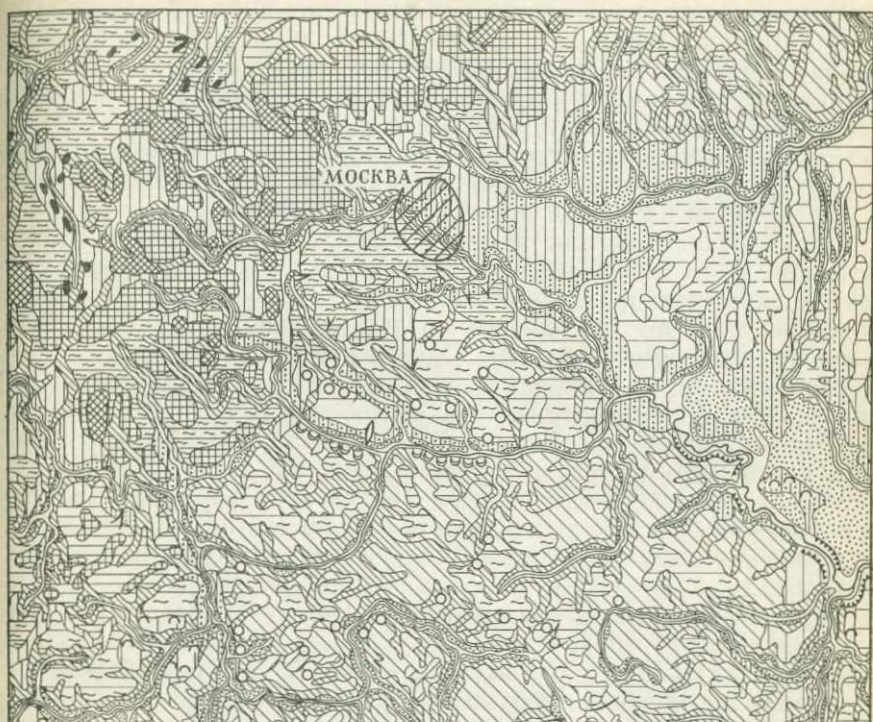
В легенде карты против каждого фонового условного знака дополнительно приводят основные морфографические и морфометрические показатели выделенных элементов и форм рельефа, добиваясь, таким образом, их комплексной (генетической, возрастной и физиономической) характеристики. Аналогичным путем в возрастной легенде геологических карт дают перечень основных петрографических разностей.

Изложенные принципы пригодны в первую очередь для построения общих геоморфологических карт крупного масштаба. Их можно использовать и при составлении мелкомасштабных обзорных карт, если при этом генерализацию осуществлять по правилам, принятым в картографии, без отступления от единой легенды.

Образец геоморфологической карты аналитического типа в черно-белом оформлении представлен на рис. 1. Другие примеры аналитических карт в черно-белом и многокрасочном издании есть в атласах Рязанской области и Таджикской ССР, в уже упоминавшихся работах Д. В. Борисевича, А. И. Спиридонова, в руководствах по геоморфологической съемке — международной и ВСЕГЕИ, в работах И. Э. Введенской, П. Н. Сафронова и др.

СИНТЕТИЧЕСКИЕ КАРТЫ

На синтетических картах выделяют морфологические комплексы, которые представляют собой естественные группировки (сочетания) форм, объединенных общностью внешнего облика, геологического строения, происхождения и развития. Такие морфо-



0 20 40 60 80 100 км

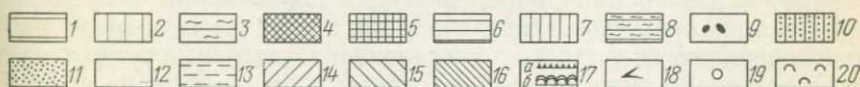


Рис. 1. Аналитическая геоморфологическая карта (центр Европейской части СССР)

Ледниковый и водноледниковый рельеф: времени днепровского оледенения, сильно переработанный эрозионно-денудационными процессами: 1 — моренный плоскоравнинный и плоскохолмистый, 2 — зандровый плосковолнистый и плоскохолмистый, ложбинный стока талых вод, 3 — моренно-водноледниковый плоскоравнинный и плосковолнистый с покровом полигенетических (водноледниковых и др.) безвалунных суглинков, алевролитов, тонкозернистых песков, времени московского оледенения, более слабо переработанный эрозионно-денудационными процессами: 4 — моренно-камовый крупный холмисто-грядовый, 5 — моренно-камовый холмистый, 6 — моренный плоскоравнинный и плоскохолмистый, 7 — зандровый плосковолнистый и плоскохолмистый, ложбинный стока талых вод, 8 — моренно-водноледниковый плоскоравнинный и плоскохолмистый с покровом полигенетических (водноледниковых и др.) безвалунных суглинков, 9 — озы, камы. Флювиальный рельеф: 10 — нижняя среднечетвертичная терраса и долинные зандры московского оледенения; 11 — нерасчлененные верхняя и нижняя позднечетвертичные террасы и долинные зандры валдайского оледенения; 12 — пойма. Рельеф озерного происхождения: 13 — днища спущенных и заросших озер позднечетвертично-голоценовые. Эрозионно-денудационный рельеф: 14 — плосковыпуклые поверхности денудационного выравнивания, неогеновые, преобразованные последующими эрозионно-денудационными процессами; 15 — склоны криосолифлюкции и плоскостного смыва, средние — позднечетвертичные, преобразованные последующим плоскостным смывом; 16 — склоны гравитации и плоскостного смыва и долинно-балочные врезы, позднечетвертичные и голоценовые; 17 — крупные обвальнo-осыпные (а) и оползневые (б) склоны голоценовые и современные; 18 — овраги. Карстовые формы рельефа: 19 — карстовые воронки. Эоловые формы: 20 — песчаные бугры и гряды.

логические комплексы часто называют типами рельефа. Так, И. С. Шукин (1960) под генетическим типом рельефа подразумевает комплекс различных положительных и отрицательных генетически связанных форм, развившихся на участке с определенной геологической структурой под воздействием одного и того же комплекса рельефообразующих сил, при одинаково проявившемся во времени соотношении эндогенных и экзогенных факторов и находящихся на определенной стадии развития.

Это определение, как и определения других авторов (Боч и Краснов, 1958; Эпштейн, 1959; Башенина и др., 1962), не содержит конкретных признаков (показателей), по которым каждый исследователь мог бы однозначно устанавливать тип изучаемого и картографируемого рельефа. Оно может быть принято только как определение группировки форм с характерными (типичными) признаками. Такому пониманию способствует употребление слова «тип» в смысле «характерный, типический», тогда как с большим основанием это слово может быть использовано в классификационном смысле — как таксон определенного ранга в ряду «класс — род — вид и т. д.». Поэтому слова «тип рельефа» правильнее заменить словами «комплекс (сочетание, или ассоциация) форм».

Кроме того, нельзя связывать понятие «тип рельефа» только с морфологическими комплексами, так как типологический (систематический) подход возможен не только к группировкам форм, но также к отдельным формам и элементам рельефа. Поэтому наряду с типами морфологических комплексов вполне допустимо различать типы форм и элементов рельефа, типы геоморфологических районов (Спиридонов, 1959). В дальнейшем изложении термин «тип рельефа» употребляется в широком смысле без закрепления за ним строго определенного таксономического ранга. Он означает лишь, что данная категория рельефа рассматривается в типологическом (систематическом) плане.

Для целей картографирования необходима классификация морфологических комплексов («типов рельефа»), которая может быть основана на отдельных частных признаках (морфографических, морфометрических, морфоструктурных, морфотектонических, морфоскульптурных) или же на комплексе ряда взаимосвязанных признаков с чередованием показателей при переходе от одной таксономической ступени к другой. Именно такого рода комплексные классификации разные авторы используют или предлагают использовать для построения общих геоморфологических карт синтетического типа¹. К сожалению, они нередко ог-

¹ Такие карты нередко называют морфогенетическими, что неправильно. Термины морфография, морфометрия, морфогения, морфохронология означают лишь, что рельеф рассматривается, соответственно, в отношении внешнего вида, размерности, генезиса, возраста. Морфогенетические карты по смыслу термина — это карты генезиса рельефа. Предложенный Д. В. Борисевичем термин «морфохроногенетические карты» означает, что рельеф характеризуется по комплексу

раничиваются общими принципиальными соображениями о путях построения подобной классификации и выделением лишь наиболее крупных таксономических единиц рельефа.

К. К. Марков (1948) предложил выделять на геоморфологических картах четыре основных (исходных) типа рельефа: скульптурно-тектонический, структурный, скульптурный и аккумулятивный, подразделяемые затем на более дробные морфогенетические категории. На основе этой классификации была построена геоморфологическая карта СССР масштаба 1:10 000 000 (1947 г.), а позднее многие другие карты разных частей нашей страны.

Следует, однако, отметить, что принцип классификации не выдержан, что лишает легенды подобного рода карт необходимой логической стройности. Первый тип (скульптурно-тектонические формы) выделен по тектоническому признаку, второй (структурные формы) — по структурному и последние два, а также отчасти первый тип — по характеру деятельности экзогенных рельефообразующих процессов.

В действительности многие формы рельефа можно рассматривать как тектонические, структурные и скульптурные одновременно. Поэтому противопоставлять названные типы рельефа друг другу — неправильно. Неправильно также связывать скульптурно-тектонический тип с горно-складчатыми областями, а структурный и скульптурный — только с платформенными равнинами, как это нередко делается.

Широко трактуя понятие тектоники, можем называть тектоническим, или скульптурно-тектоническим, рельеф не только складчатых горных сооружений, но и холмистый рельеф платформенных областей, например, Русской платформы. Известно, что Русская платформа представляет собой сложное тектоническое сооружение, в котором можно выделить разнообразные геологические структуры, оказавшие большое влияние на формирование рельефа.

Высотное положение любого элемента земной поверхности всегда несет на себе отпечаток прямого воздействия активной тектоники. В частности, новейшие тектонические движения, поднятия и опускания различной интенсивности в значительной степени определили морфологические особенности Русской равнины.

А. П. Павлов писал, что «для полного и научного определения типа какой-либо местности необходимо обозначить этот тип по крайней мере двумя терминами: одним, определяющим ее основной тектонический рельеф, и другим, указывающим на тот преобладающий процесс, который превратил этот тектонический рельеф в действительный»¹.

генетических и возрастных признаков. Поэтому едва ли правомерно употреблять его только применительно к комплексным аналитическим картам. Так можно называть и общие карты морфологических комплексов, или типов рельефа, если на них отображены все основные показатели рельефа.

¹ Павлов А. П. О рельефе равнин и его изменениях под влиянием работы подземных и поверхностных вод. «Землеведение», вып. 4, 1898 г.

Эти замечания приходится делать потому, что до сих пор продолжают наблюдаться аналогичные погрешности в принципах построения геоморфологических карт, например, в некоторых научно-справочных атласах отдельных союзных республик и областей СССР. Так, на геоморфологической карте Азербайджана противопоставлены горы с пассивным и горы с активным проявлением тектоники в рельефе. К первой категории отнесены горы мегантиклинория Большого Кавказа, которые, как известно, образовались в результате самого непосредственного воздействия новейшей тектоники. В действительности активное и пассивное проявление тектоники в рельефе наблюдается всюду, и задача заключается в том, чтобы показать это проявление в правильном сочетании.

Недостаточно четко выделяются такие генетические категории рельефа, как денудационно-структурные и структурно-эрозионные горы на карте Азербайджана, структурно-денудационные и эрозионно-денудационные горы на геоморфологической карте Армении (1961), эрозионно-денудационные и денудационно-эрозионные горы на карте Грузии (1964). Судя по конкретным горным формам, в каждой из названных категорий рельефа важную роль играют структуры земной коры, эрозия и денудация. Остаются не вполне ясными причины, по которым отбираются только два из этих трех факторов формирования рельефа и последовательности их использования в терминах (эрозионно-денудационные, денудационно-эрозионные горы).

Широко известна генетическая классификация рельефа И. С. Щукина (1946), которая предназначена для составления обзорных геоморфологических карт больших территорий, когда мелкий масштаб карты допускает изображение не отдельных форм рельефа, но только их естественных сочетаний («типов рельефа»).

Первоначально устанавливаются четыре основных группы типов рельефа: первично-тектонического, выработанного, аккумулятивного и денудационно-аккумулятивного.

Первично-тектоническими формами называются морфологически очень юные, еще очень слабо затронутые процессами денудации формы рельефа, возникшие в результате деформации эндогенными силами толщи земной коры в виде складок и сбросов. Соответственно различаются два типа первично-тектонического рельефа: тип складчатого и тип глыбового (сбросового) нагорья, которые в природе в более или менее чистом виде встречаются редко.

Выработанный рельеф обычно принято подразделять по преобладающему деструктивному фактору. Однако, как замечает И. С. Щукин, в природе нет форм, в образовании которых принимал участие один какой-либо фактор. Как правило, несколько факторов действуют одновременно или чередуются друг с дру-

гом, причем определяющую роль в формировании рельефа играет внутренняя структура.

И. С. Щукин принимает четыре основных структурных типа: столовую структуру, структуру слабо дислоцированных осадочных толщ, структуру интенсивной складчатости и сложную складчато-глыбовую структуру сильно метаморфизованного платформенного фундамента. Этим структурам соответствуют четыре основных генетических ряда форм выработанного рельефа.

На ранней (восходящей) стадии развития — рельефа каждого ряда наблюдается преобладание структурных форм, под которыми понимаются такие элементы рельефа, которые ограничены сплошь или отчасти отпрепарированными денудацией поверхностями твердых пластов или интрузивных тел. При дальнейшем протекании эрозийного цикла, когда темп поднятия замедляется и наступает нисходящее развитие, структурные формы рельефа начинают разрушаться и могут оказаться нацело уничтоженными. Рельеф переходит тогда в следующую стадию — стадию преобладания аструктурных денудационных форм, т. е. таких форм, поверхность которых срезает структурные грани и, таким образом, не зависит от геологической структуры.

С течением времени наряду с аструктурными формами все большее значение начинают приобретать аккумулятивные геоморфологические образования, и рельеф переходит в стадию преобладания аструктурных и аккумулятивных форм. Заключительной стадией цикла является выровненный рельеф, соответствующий понятию пенеплена по Дэвису.

Группа аккумулятивных типов рельефа разделяется на подгруппы форм экзогенно-аккумулятивных и эндогенно-аккумулятивных. В первую группу входят формы водноаккумулятивные, ледниковоаккумулятивные, золовоаккумулятивные и псевдовулканические. Вторая группа представлена вулканическими ландшафтами. Наконец, различаются два типа денудационно-аккумулятивного рельефа.

Четыре основных группы типов рельефа автор предлагает обозначать путем сплошной заливки занятых ими площадей тем или другим цветом. Для обозначения более дробных подразделений и типов рельефа должны применяться оттенки основного цвета и различная штриховка.

Одним из достоинств классификации И. С. Щукина является ее широкий охват — она охватывает все основные типы рельефа, которые распространены на поверхности Земли. В кратких характеристиках всех 57 выделенных типов рельефа подытожен и систематизирован большой фактический материал, ценный не только с картографической, но и с общегеоморфологической точки зрения. Вместе с тем в отношении этой классификации можно сделать некоторые замечания.

Различая типы * аккумулятивного рельефа по эндогенным и экзогенным факторам, И. С. Щукин делит выработанные формы

по их отношению к различным геологическим структурам. От этого классификация несколько теряет в своей стройности. Кроме того, при определении не только аккумулятивного, но и выработанного рельефа важно установить в первую очередь, какой агент его сформировал, и, если агентов было несколько то какой среди них был главным, определяющим.

Специфика строения земной поверхности, проявляющаяся в ее мезо- и микроформах, зависит прежде всего от деятельности этих агентов. Дэвис, на которого И. С. Шукин ссылается при изложении своей классификации, хотя и считал геологическую структуру одним из трех главных факторов рельефообразования, все же в основе, своих построений выделял циклы — нормальный (водный), гляциальный и др. В «Общей геоморфологии» И. С. Шукин выделяет основные морфологические комплексы также по преобладанию тех или иных рельефообразующих процессов.

Устанавливая стадии развития выработанного рельефа, И. С. Шукин исходит из того, что земная поверхность испытывает сначала быстрое поднятие, а затем происходит длительная денудация в условиях стабильности земной коры, которая заканчивается заключительной стадией пенеплена. Однако в действительности характер движения земной коры может быть самый различный. Интенсивному поднятию нередко предшествует поднятие очень медленное, в условиях которого может наблюдаться обратная последовательность чередования форм рельефа: сначала развиваются формы аструктурные, которые сменяются при более ускоренном поднятии и усиливающейся денудации формами структурными. Следует добавить, что последние образуются не всегда, а лишь при том условии, когда на дневную поверхность выведены геологические тела резко различной прочности.

Нельзя согласиться с автором, устанавливающим только два типа первично-тектонического рельефа, тогда как для выработанных форм им приняты четыре основных структурных типа. В связи с этим следует напомнить, что еще А. П. Павлов (1898 г.) установил четыре типа тектонического рельефа: 1) ненарушенный, или интактный, 2) складчатый, или пликативный, 3) сдвиговый, или дизъюнктивный, 4) складчато-сдвиговый, т. е. за исключением одного, те же типы тектонического рельефа, или структуры, что и И. С. Шукин, который вместо сдвигового типа ввел тип слабо дислоцированных слоев. Таким образом, согласно А. П. Павлову, можно устанавливать тектонический или первично-тектонический рельеф любой части земной поверхности. Так, участки нерасчлененного плато с сохранившейся поверхностью морской аккумуляции и с горизонтальным залеганием слоев должны рассматриваться как останцы первично-тектонического рельефа. Отсюда следует, кроме того, что расчлененный первично-тектонический рельеф может быть восстановлен по сохранившимся реликтам.

А. И. Спиридоновым в 1952 г. был предложен следующий принцип построения легенды общей геоморфологической карты синтетического типа (табл. 2).

Таблица 2

Классификационные признаки для построения легенды общей геоморфологической карты

Классификационные единицы	Критерии для выделения	Способ изображения на карте
Комплексы типов рельефа	Геологическая структура	Цветной фон (набор родственных тонов)
Группы типов рельефа	Ведущий рельефообразующий фактор	Цветной фон (тона и их оттенки)
Подгруппы типов рельефа	Характер деятельности рельефообразующего фактора (денудация или аккумуляция)	То же
Типы рельефа	Морфографические признаки	Оттенки тона или штриховка (разного рисунка)
Подтипы рельефа	Морфометрические показатели	Штриховка разной плотности

По указанным в таблице критериям предлагалось выделять: комплексы типов рельефа: на ненарушенном, на слабо нарушенном и моноклинальном, на складчатом, на глыбовом и на складчато-глыбовом основании;

группы типов рельефа: морского, озерного, флювиального, ледникового, водноледникового, эолового, а также вулканического происхождения. Кроме названных основных групп типов рельефа, предусматривалось изображение карстовых, суффозионных, мерзлотных и других форм, а также генетических типов склонов, участвующих в формировании различных категорий эрозионного рельефа в горах и на равнинах;

типы рельефа: плоскоравнинный, холмистый, увалистый, гривистый, грядовый, сопочный, горный, платообразный, западинный, котловинный, ложбинный, овражный, балочный, долинный; сочетания названных простых типов может дать множество дополнительных типов: холмисто-западинный, долинно-балочный и др.;

подтипы рельефа: мелкий, средний, крупный; слабо-, средне-, сильнорасчлененный; полого-, средне-, крутосклонный; низменный, возвышенный, нагорный; первые три морфометрических подтипа выделены по относительным высотам, каждые последующие три — по густоте расчленения, по величине наклона земной поверхности и последние три — по абсолютным высотам.

При таком построении легенды следует широко пользоваться сжатыми определениями, дающими синтетическую характеристику рельефа («крупнохолмистый мбранный рельеф», «слабо расчленен-

ная аллювиальная равнина», «крупноувалистый долинно-балочный рельеф» и т. д.). В этих определениях использованы генетические, морфографические и морфометрические признаки рельефа. В них также следует вводить геоструктурные признаки с целью подчеркнуть специфические морфоструктурные отличия рельефа. Например, «слабо расчлененное плато с бронирующим слоем прочных известняков», «крупнорядовый куэстовый рельеф», «сильно расчлененный эрозионно-денудационный пластово-ярусный рельеф» и т. п.

Как ясно из сказанного, в предложенной системе построения легенды не отражена тектоническая (неотектоническая) обусловленность рельефа. Этот существенный недостаток устранен в классификационной схеме А. К. Рюмина (1958), который принял те же основные таксономические единицы, но ввел некоторые дополнительные таксономические ступени и использовал классификационные признаки в несколько иной последовательности.

Названный автор выделил следующие три исходных морфогенетических категории высшего ранга: тектонический горный рельеф, денудационный рельеф равнин и аккумулятивный рельеф равнин. Последовательно вводя новые признаки, автор делит каждую из трех названных категорий на комплексы типов рельефа, на группы типов рельефа, типы рельефа и подтипы рельефа, которые, в свою очередь, распадаются на более дробные таксономические единицы, не имеющие специального наименования. Всего выделено от 8 до 10 таксономических рангов (таксонов). При этом на последовательно снижающихся ступенях классификации используются следующие признаки.

Тектонический горный рельеф. Комплексы типов рельефа: 1) абсолютная высота, 2) структура неотектонических движений; группы типов рельефа: 3) факторы морфоскульптуры 1-го порядка, 4) структурно-литологические особенности субстрата; типы рельефа: 5) основные черты морфологии, 6) факторы морфоскульптуры 2-го порядка; подтипы рельефа: 7) морфология элементов рельефа, 8) наличие и значение иных генетических типов форм.

Денудационные равнины. Комплексы типов рельефа: 1) связь с геологической структурой, 2) режим новейших тектонических движений (тип, интенсивность); группы типов рельефа: 3) преобладающий агент денудации, 4) абсолютная высота, 5) морфология поверхности; типы рельефа: 6) расчлененность, 7) денудационная устойчивость пород субстрата, 8) крупность форм мезорельефа 1-го порядка; подтипы рельефа: 9) морфология элементов рельефа 2-го порядка; 10) наличие и значение иных генетических типов форм.

Аккумулятивные равнины. Комплексы типов рельефа: 1) режим новейших тектонических движений (тип, интенсивность), 2) агент аккумуляции; группы типов рельефа: 3) морфология поверхности, 4) расчлененность; типы рельефа: 5) наложенные факторы дену-

дационного преобразования 1 порядка, 6) крупность форм мезорельефа 1-го порядка; подтипы рельефа: 7) наложенные факторы денудационного преобразования 2-го порядка, 8) наличие иных генетических типов форм.

Чем ниже таксономическая единица рельефа, тем полнее ее характеристика. Название одного из подтипов тектонического горного рельефа, согласно классификации А. К. Рюмина, будет, например, таково: «среднегорный острогребневой рельеф складчато-горстовых поднятий, резко расчлененных эрозией, на пологоскладчатых структурах терригенных пород со значительным развитием каров, висячих троговых долин, осыпей и мелких форм моренной аккумуляции».

Следует отметить, что в изложенной классификационной схеме признаки для выделения трех основных морфогенетических категорий отобраны логически невыдержанно. Тектонический горный рельеф нельзя ставить в один ранг с денудационными или аккумулятивными равнинами, так как он выделен по тектоническому признаку (который в равной степени применим и для равнин), а равнины выделены по характеру экзогенных процессов (что в равной степени применимо и для гор). Этот недостаток в дальнейшем устраняется, так как автор использует комплекс чередующихся тектонических, структурно-петрографических, экзогенных, морфографических и морфометрических признаков при выделении более дробных таксономических единиц как гор, так и равнин.

Изложенные схемы А. И. Спиридонова и А. К. Рюмина страдают еще и тем недостатком, что в них рассматриваются лишь классификационные схемы, а не сами классификации, которые можно было бы положить в основу легенд геоморфологических карт синтетического типа. Еще не совсем ясно, как будут выглядеть эти классификации, если их довести до конца. Существует опасность, что при множестве чередующихся разнообразных признаков они могут получиться крайне громоздкими. Чтобы избежать этого, приходится ограничивать использование каждого признака, что также нежелательно, так как классификация от этого может приобрести излишний схематизм.

Так, в классификации горного рельефа А. К. Рюмин различает по структуре новейших поднятий: складчато-горстовые, горстовые и складчатые горы; по структурно-петрографическим особенностям субстрата: горы на интенсивно складчатых структурах метаморфических толщ, на полого складчатых структурах терригенных толщ, на массивах гранитов. В действительности при выделении дробных классификационных категорий рельефа необходимо учитывать соответственно и более дробные признаки новейших поднятий и структур основания, отдельных структурных форм разного порядка и т. д. В такой же детализации нуждаются и все другие признаки, которые А. К. Рюминым намечены весьма схематично.

Основы систематики рельефа в совершенно ином плане были разработаны И. П. Герасимовым, выделившим элементы: а) гео-

тектур — крупнейшие неровности земной поверхности, формирующиеся под воздействием процессов общепланетарного характера; б) морфоструктуры — преимущественно крупные формы рельефа, развивающиеся во взаимодействии эндогенных и экзогенных процессов, но при ведущей роли тектонических движений земной коры; в) морфоскульптуры — преимущественно небольшие формы рельефа, создаваемые экзогенными факторами, осложняющие более крупные неровности первых двух порядков. Это деление рельефа на три категории по размерности и происхождению было воспринято многими авторами в качестве основы для построения более детальной таксономии рельефа применительно к потребностям геоморфологического картографирования.

Первый опыт сделали С. Г. Боч и И. И. Краснов (1958), выделившие 11 подчиненных друг другу таксономических категорий рельефа: 1) континенты и океанические впадины, 2) геозоны (платформы и др.), 3) геотектуры (горы, плато, низменности), 4) мегаморфоструктуры (крупные части платформ и складчатых поясов), 5) морфоструктуры (отдельные горные цепи, впадины и пр.), 6) комплексы типов рельефа (комплекс краевых ледниковых образований, материковых оледенений и пр.), 7) морфогенетические типы рельефа (камовый, овражный и др.), 8) группы форм (моренные холмы, барханы и пр.), 9) формы рельефа (карстовая воронка, бархан и пр.), 10) части форм (днище и склоны ледникового цирка и др.), 11) микроформы (эрозионные борозды и пр.).

Те же исходные принципы лежат в основе проекта классификации рельефа, предложенного Межведомственной геоморфологической комиссией (Эпштейн, 1959). Эта классификация была разработана специально для целей геоморфологического картографирования и потому представляет значительный интерес. Она включает категории рельефа подчиненных друг другу 9 порядков, из которых самые крупные — материковые выступы и океанические впадины.

В пределах материков выделяются категории 2-го порядка: 1) равнины материковых платформ (включая плато и плоскогорья) и 2) горы и впадины областей горообразования.

По преобладанию денудации или аккумуляции, определяемой направленностью тектонических движений и степенью подвижности, различаются категории 3-го порядка:

А. Равнины материковых платформ: 1) аккумулятивные и 2) денудационные.

Б. Горы и впадины областей горообразования: 1) горы и нагорья и 2) межгорные и предгорные впадины.

По типу геологического строения и высотному положению, определяемому направленностью и интенсивностью движений, различаются категории 4-го порядка:

А. Равнины аккумулятивные: 1) низкие с глубоким залеганием складчатого основания, не сказывавшегося в рельефе; 2) низкие

с близким залеганием складчатого основания, сказывающегося в рельефе, 3) возвышенные с близким залеганием складчатого основания, сказывающегося в рельефе.

Б. Равнины, плато и плоскогорья денудационные: 1) равнины на горизонтально залегающих пластах: а) низкие, б) возвышенные; 2) плато на горизонтально залегающих пластах; 3) равнины на моноклинально залегающих пластах: а) низкие, б) возвышенные; 4) равнины на складчатом основании: а) низкие, б) возвышенные; 5) плоскогорья на складчатом основании; 6) равнины на кристаллическом основании щитов: а) низкие, б) возвышенные; 7) плоскогорья на кристаллическом основании щитов.

В. Горы и нагорья областей горообразования: 1) горы на кристаллическом основании щитов: а) низкие, б) средние; 2) горы и нагорья на древнем складчатом основании: а) низкие, б) средние, в) высокие, г) высочайшие; 3) горы и нагорья областей альпийских геосинклиналей: а) низкие, б) средние, в) высокие, г) высочайшие.

Г. Межгорные и предгорные впадины областей горообразования: 1) с глубоким залеганием складчатого основания, 2) с близким залеганием складчатого основания.

По ведущему экзогенному фактору или вулканизму различаются категории 5-го порядка:

А. Равнины аккумулятивные: 1) морские, 2) аллювиальные, 3) озерные, 4) озерно-аллювиальные, 5) ледяные, 6) ледниковые, 7) водноледниковые, 8) пролювиальные, 9) эоловые.

Б. Равнины, плато и плоскогорья денудационные: 1) абразионные, 2) эрозионно-денудационные, 3) морозно-солифлюкционной денудации, 4) аридной денудации.

В. Горы и нагорья: 1) с эрозионным расчленением, 2) с ледниковой обработкой, 3) с нивально-солифлюкционной денудацией, 4) с аридно-денудационной обработкой.

Г. Межгорные и предгорные впадины: 1) с морской аккумуляцией, 2) с аллювиальной аккумуляцией, 3) с озерной аккумуляцией, 4) с ледниковой аккумуляцией, 5) с водноледниковой аккумуляцией, 6) с пролювиально-делювиальной аккумуляцией.

Д. Вулканические элементы рельефа: 1) равнины, 2) плато, 3) горы и нагорья.

По основным характерным чертам морфологии, являющимся результатом взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов и особенностей истории и стадии развития рельефа, внутри гор и равнин различаются категории рельефа 6-го порядка, названные типами рельефа. Далее следуют, также как у С. Г. Боча и И. И. Краснова, категории 7—9-го порядков — формы, элементы (части) форм и микроформы рельефа.

Необходимо отметить, что в классификации Геоморфологической комиссии нет исчерпывающего перечня типов рельефа, так как, по словам С. В. Эпштейна, типов рельефа может быть выделено такое множество, что все их заранее предусмотреть и пере-

числить просто невозможно. Это обстоятельство сильно ограничивает возможности использования классификации для нужд геоморфологического картографирования. Она содержит готовую основу лишь для построения обзорных геоморфологических карт с выделением категорий гор и равнин по наиболее общим морфологическим, структурным и генетическим признакам. Именно поэтому мы привели здесь полный список выделенных категорий гор и равнин с сохранением предложенного чередования признаков на разных ступенях классификационной лестницы.

В очень близкой легенде издана Геоморфологическая карта СССР масштаба 1:4 000 000 (1959 г.). Что касается карт более крупных масштабов, на которых должны изображаться соответственно более дробные морфологические комплексы (типы рельефа), то классификация Межведомственной геоморфологической комиссии указывает лишь на основные признаки, оставляя разработку легенды на полное усмотрение составителей карт. Точно так же в итоговой таблице Межведомственной комиссии отсутствует классификация форм, частей форм и микроформ рельефа, которые должны изображаться на детальных геоморфологических картах. Следует добавить, что эти заключительные категории рельефа 7—9-го порядков представляют собой совершенно самостоятельные геоморфологические объекты, классификационно совершенно не связанные ни между собой, ни с предшествующими категориями гор и равнин различного таксономического ранга.

Несколько иначе построена классификация гор и равнин, предложенная Н. В. Башениной (1967) и рассматриваемая ею как основа для легенд геоморфологических карт разных масштабов.

В рельефе Земли различаются элементы семи порядков. После элементов 1-го порядка (планетарных), т. е. материков с шельфом, переходной зоны и ложа океанов, следуют элементы 2-го порядка (также планетарные). В пределах материков к ним относятся равнины материковых платформ (подводные и надводные) и горы. Элементы 3-го порядка включают: равнины аккумулятивные и денудационные, горы платформ и подвижных поясов.

Элементы 4-го порядка — типы мегарельефа — разделены на: аккумулятивные равнины с глубоким и с близким залеганием коренного основания, аккумулятивные равнины внутренних впадин плато, плоскогорий и нагорий; денудационные равнины (включая плато и плоскогорья) на молодом рыхлом основании, на горизонтально залегающих пластах, на складчатом основании и другие, в зависимости, главным образом, от структуры коренного основания; горы платформ (щитов, послепротерозойских платформ и др.); горы подвижных поясов (активизированных щитов, возрожденных древних подвижных поясов, молодые новообразованные горы); нагорья, наследующие срединные массивы, и вулканические; равнины впадин и прогибов горных поясов — аккумулятивные и денудационные. Типы мегарельефа по высоте разделяются

на подтипы: низменные и возвышенные равнины, низкие, средне-высотные, высокие и высочайшие горы.

Элементы 5-го порядка — группы типов рельефа (макро- и мезорельефа) разделяются по разным признакам: аккумулятивные и денудационные равнины платформенные, межгорных и предгорных прогибов — по основным экзогенным рельефообразующим факторам, а горы — по структурным признакам.

Элементы 6-го порядка — подгруппы типов рельефа — выделяются по стадии тектонического развития и современному тектоническому режиму. Равнины в основном разделяются на прогибающиеся, относительно стабильные и поднимающиеся; горы — на интенсивно, слабо поднимающиеся и относительно стабильные.

Элементы 7-го порядка — типы рельефа — выделяются по сочетанию форм экзогенного и эндогенного происхождения и по стадии развития этих форм. Исчерпывающий список типов рельефа Н. В. Башениной не приводится. Указываются лишь некоторые их примеры.

Элементы порядка 7а — подтипы рельефа — выделяются по степени переработки, расчленению и морфологическим признакам. Учитываются густота и глубина эрозионных форм, основные морфологические различия, определяемые расчленением. Для равнин это холмистость, увалистость, для гор — характер вершин, крутизна и форма склонов.

В отношении классификации Н. В. Башениной можно сделать ряд замечаний. Никак нельзя согласиться с автором, что категории рельефа разного порядка, выделяемые ниже материков и океанических впадин, могут быть последовательно названы как группы типов мегарельефа, типы и подтипы мегарельефа, группы и подгруппы типов макро- и мезорельефа, типы и подтипы макро- и мезорельефа. Под этими категориями всюду фигурируют не формы разного размера, а равнины и горы, характеризующиеся по разным признакам (Спиридонов, 1961).

Не вполне оправдан выбор тех признаков, которые использованы для выделения равнин и гор разного таксономического ранга. Автору не удалось правильно сочетать в своей классификации признаки, характеризующие эндогенезис и экзогенезис рельефа. Так, равнины, начиная с третьей классификационной ступени, разделяются на денудационные и аккумулятивные, а с пятой ступени — на морские, озерно-аллювиальные и другие, в зависимости от экзогенезиса. Горы же включительно по шестую таксономическую ступень выделяются по структурно-тектоническим и гипсометрическим признакам, и только в характеристике типов рельефа предлагается учитывать экзогенезис горных форм.

На наш взгляд, Межведомственная геоморфологическая комиссия поступила более последовательно, разделив и равнины, и горы по факторам экзогенного рельефообразования (пятая таксономическая ступень). Если же придерживаться морфоструктурной основы, то равнины по аналогии с горами следовало бы

детальнее классифицировать в зависимости от их соотношения с платформенными структурами (синеклизами и антеклизами, прогибами и валами).

Пытаясь выделить важную роль тектоники в формировании рельефа, Н. В. Башенина прибегает к использованию чисто структурных признаков, которые с рельефом сопоставляются большей частью формально (равнины или горы щитов, равнины на складчатом основании и т. п.). Автор допускает серьезные неточности в понимании терминов «горы» и «равнины». На второй классификационной ступени платформенные равнины противопоставляются горам, а на третьей ступени равнины снова противопоставлены горам, на этот раз как типы их мегарельефа, приуроченные к межгорным и предгорным впадинам и прогибам. Здесь наблюдается явная непоследовательность в использовании классификационных признаков. Более логично равнины и горы отличать друг от друга по основным, чисто внешним особенностям, а затем классифицировать их по происхождению. В этом случае на одной и той же таксономической ступени следует различать равнины не только платформенные (т. е. щитов и плит), но также подвижных поясов (т. е. предгорных и межгорных прогибов и впадин), горы платформенные (остаточные и омоложенные) и горы подвижных поясов (эпиплатформенные и эпигеосинклинальные). Можно также поступить и несколько иначе: выделить сначала рельеф платформенных и рельеф подвижных областей, а затем внутри каждой из них — равнины и горы вышеназванных категорий.

В принципиальной схеме генетической систематики рельефа И. А. Патяева (1971) различает следующие пять соподчиненных таксономических ступеней:

1. Геолого-геоморфологические страны — горы и равнины, разделяемые по геологической структуре и интенсивности новейших тектонических движений.

2. Группы типов рельефа — высокие (более 2000 м), средневысотные (1000—2000 м) и низкие (500—1000 м) горы; возвышенные (200—500 м) и низкие (менее 200 м) равнины.

3. Морфогенетические типы рельефа — структурного, вулканического, скульптурного (эрозионного), денудационного и аккумулятивного.

4. Морфоскульптурные подтипы рельефа — с ледниковой, с криогенной, с флювиальной и с аридной морфоскульптурой.

5. Виды рельефа — на магматических, на метаморфических, на осадочных литофицированных и на осадочных рыхлых породах.

Нетрудно видеть, что эта схема очень общая логически и терминологически не вполне выдержанная. Она во многом сходна с ранее предложенными классификационными схемами, уступая им по детальности и полноте использованных признаков.

Итак, до сих пор еще не выработана общепринятая единая образная классификация рельефа, пригодная для построения син-

тетических геоморфологических карт. Попытки составить подобную классификацию с учетом комплекса разнообразных геоморфологических показателей далеки от завершения и, как правило, вызывают существенные замечания. Дополнительные осложнения возникают в связи с тем, что на синтетических картах выделяют не отдельные элементы и формы рельефа, а сочетания или группировки форм (морфологические комплексы, «типы рельефа»). В природе наблюдается такое большое разнообразие сочетаний форм рельефа, их морфологических и генетических показателей, что предусмотреть все эти сочетания и перечислить их в логически выдержанном систематическом порядке заранее просто невозможно. Поэтому обычно морфологические комплексы устанавливают применительно к конкретным территориям, и лишь после того как будут проведены полевые геоморфологические исследования.

Оформление синтетических геоморфологических карт отличается тем, что отображаемые на них показатели стремятся вложить в один цветной качественный фон. Однако для всех возможных комплексов рельефа подобрать достаточное количество различных цветных тонов и их оттенков очень трудно. В практике геоморфологического картографирования морфологические комплексы выделяют цветным фоном лишь по самым важным взаимно увязанным геоморфологическим показателям, позволяющим объединить эти комплексы в единой синтетической характеристике рельефа. Сюда относятся: морфология рельефа, охарактеризованная в общих морфографических и морфометрических признаках (абсолютная, относительная высота, степень горизонтального расчленения), его обусловленность новейшими тектоническими движениями, которые рассматриваются в сопоставлении с древним структурным планом (морфоструктура), экзогенезис рельефа (морфоскульптура).

Из-за отсутствия общепринятой систематики хотя бы основных морфологических комплексов еще нет договоренности о распределении между ними цветных тонов и оттенков фона. Чаще всего на картах крупных и средних масштабов цветными тонами и их оттенками изображают вулканические образования и экзогенезис форм рельефа в связи с их морфологией, а интенсивностью цветного фона — морфометрические показатели, главным образом абсолютные и относительные высоты. Для аккумулятивных низменных равнин принимают холодные — зеленые, голубые тона, для денудационных возвышенных равнин — желто-коричневые, а для гор — коричневые, красноватые тона. Интенсивность тона усиливают от низких равнин к возвышенным и от низких гор к высочайшим горным сооружениям, что позволяет приблизить оформление синтетических геоморфологических карт к красочному изображению рельефа на гипсометрических картах. Этим достигается наглядность отображения пластики рельефа и роли новейшей тектоники в его формировании.

Каждый оттенок цветного фона характеризует свой особый морфологический комплекс, для которого в легенде приводят краткое определение с перечнем всех его индивидуальных признаков. Признаки, общие для нескольких комплексов, выносят вперед — в заголовки (в «шапки»). Для отображения геоморфологических показателей, которые не удалось включить в систему цветных условных обозначений, применяют штриховку. В зависимости от содержания, масштаба и назначения карты распределение ее нагрузки, вкладываемой в цветной и в штриховой фон, может быть различно, но при этом основные показатели рельефа отображаются цветным фоном, а второстепенные — штриховкой. Например, красочными тонами передают морфоструктуру, а штриховкой — морфоскульптуру, или, соответственно, морфогенетические черты рельефа и структурно-петрографические условия его формирования. Кроме того, отдельные формы и элементы рельефа и районы их распространения обозначают значками.

При очень большом количестве показателей оказывается затруднительным построение легенды обычного типа в виде последовательно располагающихся условных обозначений, объединенных в соподчиненные друг другу группы соответствующими заголовками и подзаголовками. В этом случае прибегают к легендам, построенным в виде графиков или таблиц с горизонтальной и вертикальной разграфкой. Условные обозначения и пояснительные подписи к ним даются для делений низшего ранга. Подписи к группам обозначений, а также заголовки, объединяющие эти группы, располагаются в отведенных для них вертикальных полосах между разделительными линиями. Как отмечает И. П. Заруцкая (1966), подобный способ классификационной разграфки, помогая определить соподчинение категорий рельефа, при большой подробности соподчиненных групп затрудняет понимание легенды из-за неудобства чтения многочисленных вертикальных подписей. В итоге стремление авторов обогатить содержание карты дает обратный эффект — карта становится перегруженной, трудно читаемой.

Возраст морфологических комплексов на геоморфологических картах синтетического типа обычно не отображается в своей независимой системе фоновых условных обозначений. Он вносится в перечень признаков, характеризующих каждый морфологический комплекс в легенде. Кроме того, против соответствующих условных знаков в легенде и на самой карте наносятся возрастные индексы.

*

* * *

Общие геоморфологические карты аналитического и синтетического типов нельзя рассматривать как взаимно исключающие. Обладая своими достоинствами и недостатками, они хорошо дополняют друг друга, так же как геологические карты обычного типа и карты структурно-тектонические. Карты обоих типов могут

быть построены в самых разных масштабах по принятым в картографии правилам генерализации.

При сравнении аналитических и синтетических геоморфологических карт одного и того же района наглядно выявляются характерные их особенности, достоинства и недостатки (рис. 2).

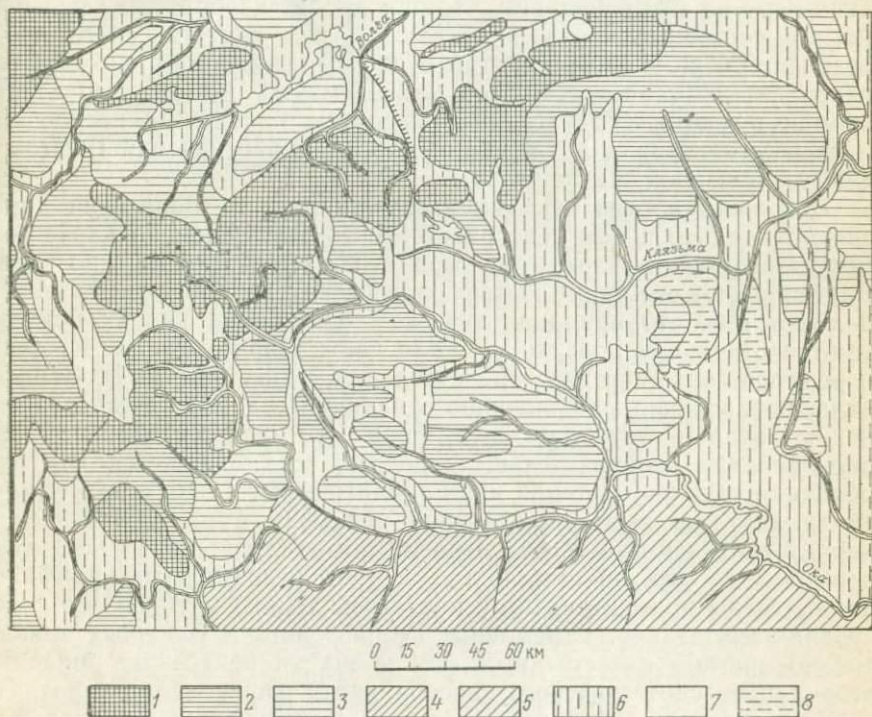


Рис. 2. Синтетическая геоморфологическая карта (центр Европейской части СССР)

Аккумулятивные ледниковые и водноледниковые равнины, значительно переработанные флювиальными и склоновыми процессами. 1 — краевые образования среднечетвертичных оледенений — моренно-камовые холмисто-грядовые с моренными западинами, котловинами спущенных и заросших озер, ложбинами стока талых вод, расчлененные эрозионной долинно-балочной сетью; 2 — возвышенные холмистые и плоские моренные равнины, сильно расчлененные долинно-балочной сетью; 3 — низкие преимущественно плоские и плоскохолмистые моренные равнины относительно слабо расчлененные долинно-балочной сетью. Эрозионные равнины на близко залегающем коренном пластово-моноклином основании; 4 — высокие равнины, интенсивно расчлененные долинно-балочной и овражной сетью; 5 — средневисотные и низкие равнины слабо расчлененные долинно-балочной сетью с реликтами плоских поверхностей на междуречьях; 6 — террасированные задрозово-аллювиальные плоские и плосковолнистые низкие равнины и нерасчлененные средне- и позднечетвертичные террасы; 7 — поймы; 8 — днища крупных озерных котловин

Карты аналитического типа более применимы при полевых исследованиях. Они полнее отвечают аналитическому характеру полевых работ с выявлением и оконтуриванием непосредственно на местности или на аэрофотоснимках всех деталей рельефа. Для таких карт уже разработаны основы генетической систематики

рельефа и методики его изображения, позволяющие сильно упростить легенду и сделать ее в значительной степени единообразной (стандартной). При наличии такой уже готовой легенды геоморфологическая съемка в любой местности может быть развернута немедленно по выезду на полевые работы.

Некоторые авторы возражают против построения аналитических карт на том основании, что они дробят изображение рельефа на его составные части и не дают о нем синтетического представления. Кроме того, при этом будто бы неэкономно расходуются изобразительные средства, так как элементы рельефа характеризуются по комплексу показателей путем наложения нескольких независимых друг от друга систем условных обозначений (цветного фона, штриховки, значков и др.).

Возражая против этих высказываний, Д. В. Борисевич доказал, что только путем непосредственного выделения на карте геоморфологических элементов можно показать рельеф во всем многообразии его форм и морфологических группировок. Утверждение о том, что при аналитическом способе на картах показываются отдельные поверхности, или части форм, которые не дают о рельефе синтетического представления, по словам Д. В. Борисевича, равносильно утверждению о наличии в книгах лишь разрозненных букв и отсутствии слов, фраз. Что касается неэкономного расходования изобразительных средств, то наблюдается как раз обратная картина. Легенда карт аналитического типа очень емкая, тогда как при выделении «типов рельефа» с их синтетической характеристикой по многочисленным признакам легенда становится громоздкой. Это обстоятельство делает невозможным унификацию легенды применительно к картам не только крупных, но даже средних масштабов. Стремление использовать в условных знаках только цветной качественный фон и значки неизбежно приводит сторонников синтетического способа картографирования к затруднениям, которые преодолеваются путем применения штриховок и других знаков, т. е. так, как это делается на комплексных аналитических картах.

Опыт показывает, что геоморфологические карты аналитического типа дают очень наглядную детальную историко-генетическую характеристику рельефа, позволяют делать выводы и обобщения относительно истории и стадии развития рельефа, выделять разного порядка геоморфологические комплексы и районы. С помощью подобной карты можно решать многие вопросы практического значения, такие, как оценка перспективности поисков и разведки полезных ископаемых, выяснение условий сельскохозяйственного освоения территории и условий разного рода строительства (промышленного, гражданского, дорожного, гидроэнергетического). Это объясняется тем, что на картах непосредственно отображаются генетические типы элементов рельефа, эндогенные и экзогенные рельефообразующие процессы, их современная динамика, от чего зависят условия проведения названных хозяйствен-

ных мероприятий, характер, пути миграции и места накопления россыпных месторождений.

Синтетический метод чаще используют для построения карт более мелкого масштаба, чем масштаб полевой съемки, для дополнительных карт-врезок, обзорных карт, составляемых преимущественно камеральным путем. При полевых исследованиях легенды подобных карт не могут быть заранее предусмотрены. Выделение морфологических комплексов («типов рельефа») с учетом комплекса разнообразных факторов и показателей возможно только после обстоятельного изучения всего района работ. Поэтому проведение планомерной съемки непосредственно в поле на основе такого метода оказывается затруднительным и просто нецелесообразным.

Выделяемые на карте морфологические комплексы, как бы полно и разносторонне они ни были описаны в легенде, лишены конкретного картографического заполнения и, следовательно, дают лишь суммарное представление о рельефе определенных участков. Это обстоятельство позволяет использовать общие геоморфологические карты синтетического типа при решении некоторых задач теоретического и прикладного значения, когда требуется геоморфологическая характеристика той или иной обширной территории на основе обобщенных синтетических построений.

Однако отмеченным свойством синтетических карт не следует злоупотреблять, так как при неправильном выборе масштаба изображение может получиться сильно схематизированным—выделенные крупные контуры дадут обедненную картину рельефа, лишенную наглядного показа элементов и форм рельефа. Стремясь избежать этого, на картах дополнительно изображают террасы, поверхности выравнивания и другие генетически однородные поверхности, что идет в разрез с исходным принципом построения синтетических карт и делает их эклектичными по содержанию и оформлению.

В будущем целесообразно аналитические и синтетические карты разрабатывать и создавать одновременно, первые в качестве основных, вторые — в качестве дополнительных, например, в виде карт-врезок (Спиридонов, 1970; Уткина, Чедия, 1971).

ЧАСТНЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

В связи со специальными задачами геоморфологических исследований нередко приходится обращать особое внимание на изучение и картографирование отдельных генетических категорий форм рельефа и их группировок. Этих категорий существует по меньшей мере столько, сколько различают основных рельефообразующих эндогенных и экзогенных факторов. Поэтому может быть несколько видов частных геоморфологических карт. Их можно объединить в две группы:

1) карты рельефа, сформировавшегося под воздействием новейшей и более древней тектоники, — структурно-геоморфологические и 2) карты рельефа, сформировавшегося под решающим воздействием вулканогенных и экзогенных факторов.

Особо следует выделять карты антропогенного рельефа.

Содержание и оформление подобных карт очень разнообразно. По охвату картографируемых объектов различаются карты: 1) всех элементов и форм рельефа данного генезиса (структурно-тектонического, склоново-денудационного, флювиально-эрозионного, карстового, ледниково-аккумулятивного и др.) и 2) отдельных разновидностей форм, обусловленных только разрывными движениями, оползней, оврагов, карстовых воронок, конечных морен и др.

По охвату основных геоморфологических показателей карты отдельных генетических категорий рельефа могут быть: 1) морфографические и морфометрические, 2) генетические, 3) возрастные, 4) комплексные.

По степени обобщения геоморфологических объектов и, соответственно, по методике их изображения различаются карты: 1) реального размещения отдельных элементов и форм рельефа, изображаемых внемасштабными, линейными и площадными знаками, и 2) совокупностей форм, изображаемых суммарно качественным фоном, картограммным или картодиаграммным способами. Сюда относятся, в частности, карты степени развития форм (овражности, закарстованности и др.).

Построение частных геоморфологических карт возможно на основе детальных классификаций элементов и форм рельефа. Те классификации, которые приводятся ниже, могут быть дополнены и исправлены на основе картографирования конкретных территорий. Здесь следует отметить, что при изображении элементов и форм морфоструктуры и морфоскульптуры должна быть широко использована классификация рельефа, принятая Международной федерацией документалистики (*Extensions and corrections...*, 1972), которая является пока единственной международно признанной классификацией, и, кроме того, в СССР обязательна при индексации форм рельефа, помещаемых во всех публикуемых работах.

СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

На структурно-геоморфологических картах изображают элементы и формы земной поверхности в их соотношениях со структурными элементами и формами земной коры (с геологическими структурами). Таким образом на структурно-геоморфологических картах отображается роль геологических структур в формировании рельефа, которая может быть активной и пассивной. Активная роль проявляется в процессе структурообразования, т. е. во время тектонических движений, деформирующих не только земную кору, но также и земную поверхность. Следовательно, в данном случае

речь идет о непосредственном выражении в рельефе тектонических движений и создаваемых ими геологических структур.

Пассивная роль принадлежит ранее возникшим структурам, сложенным породами различной физико-химической стойкости и выражающимся в рельефе вследствие избирательной денудации внешних агентов.

В любом районе разновозрастные геологические структуры оказывают на рельеф одновременно и активное, и пассивное воздействие, создавая формы рельефа как собственно тектонические, так и структурно-денудационные.

По отношению к этим формам может быть применен предложенный И. П. Герасимовым (1946 и др.) термин «морфоструктуры». Как известно, названный автор понимает под морфоструктурами преимущественно крупные формы рельефа, развившиеся во взаимодействии эндогенных и экзогенных процессов при ведущей роли тектонических движений. Однако, принимая во внимание разномасштабность геологических структур (от планетарных, региональных до локальных), следует признать разномасштабность и соответствующих им морфоструктурных единиц (Спиридонов, 1959; Мещеряков, 1965). Кроме того, ведущую активную роль в формировании морфоструктур могут играть и денудационные процессы. Поэтому при структурно-геоморфологическом анализе и картографировании необходимо различать морфоструктуры, созданные при активной роли тектоники, или активные морфоструктуры (по С. К. Горелову), тектоморфоструктуры (по Ю. Г. Симонову) и созданные при пассивной роли сложившихся структурно-петрографических условий, или пассивные морфоструктуры (по С. К. Горелову), литоморфоструктуры (по Ю. Г. Симонову). По существу, эти две основных категории морфоструктур то же, что и выделенные нами первично-тектонические и денудационные морфоструктуры (Спиридонов, 1959, 1970). Конечно, это деление условно, так как в открытом рельефе первично-тектонические формы обычно сохраняются лишь частично и даже совсем не сохраняются, а о пассивности структур земной коры можно говорить лишь в весьма относительном смысле. Все же это деление не лишено значения, так как в практике геоморфологических исследований постоянно приходится восстанавливать те исходные формы, которые послужили основой современного рельефа.

Сказанное имеет прямое отношение к проблеме построения структурно-геоморфологических карт, которые могут быть общие и частные. На общих картах изображают все морфоструктурные единицы разного порядка и происхождения, на частных картах — морфоструктуры только определенного ранга (региональные, локальные) или происхождения (складчатые, глыбовые и др.). Прежде всего следует различать частные карты восстановленных первично-тектонических морфоструктур (морфотектонические) с изображением рельефа, который сформировался при активном воздействии тектоники, и карты денудационных (пассивных) мор-

фоструктур, сложившихся главным образом при пассивной роли древних структурных форм земной коры.

Задача морфотектонической карты — отразить роль тектоники в формировании рельефа без тех изменений, которые произошли под воздействием экзогенных процессов, иными словами, показать эту роль в «чистом виде». Применяя различные методы геотектонического и геоморфологического анализа, можно восстановить тот первично-тектонический рельеф, который сформировался под воздействием только тектоники, выяснить его физиономические, генетические особенности, историю развития, и все полученные данные отразить на морфотектонической карте.

Для геоморфологов особенно интересны новейшие тектонические движения, так как именно они обусловили основные черты пластики земной поверхности. Наглядное представление об этих движениях, о типе и о распределении неотектонических структур дают карты новейшей тектоники. Вопросы их построения рассмотрены в работах Н. И. Николаева (1962, 1969) и других авторов. Эти карты органически включают большое геоморфологическое содержание, так что по ним можно судить о роли новейшей тектоники в формировании рельефа. Однако не отрицается необходимость построения особых морфотектонических карт с преимущественным выделением на них генетических категорий форм земной поверхности, возникших под действием тектоники. Между названными картами могут быть различия, если геотектонические структуры не выражены в рельефе (например, вследствие погребения под мощными толщами осадков в областях опусканий) или если сохранившиеся реликты тектонического рельефа относятся к более древнему этапу, чем неоген-четвертичный. Последнее обстоятельство особенно существенно, так как заложение крупных морфо-структурных элементов Земли доказано с мезозоя и более отдаленного геологического прошлого (Рельеф Земли, 1967).

Систематика объектов тектонического (неотектонического) и морфотектонического картографирования должна быть единой, потому что структуры и отвечающие им формы рельефа образуются в результате единого процесса геотектонического развития.

Исчерпывающие классификации тектонических движений и тектонических структур можно найти в руководствах по геотектонике, структурной геологии, по неотектонике. Мы приводим здесь обобщенную типологию тектонических форм рельефа, которая учитывает режим, интенсивность, направленность движений, морфологию структурных форм, т. е. такие признаки, которые непосредственно выражаются в пластике земной поверхности. По названным признакам различаются:

1. Рельеф подвижных областей (геосинклинальных, эпигеосинклинальных и эпиплатформенных)

1.1. Формы рельефа, обусловленные поднятиями: 1.1.1. Мегантиклинорные, антиклинорные, сводовые горные поднятия, крупные горные хребты; 1.1.2. Сводово-глыбовые горные

поднятия, крупные горные хребты; 1.1.3. Антиклинальные горные хребты; 1.1.4. Горстантиклинальные горные хребты; 1.1.5. Горстовые поднятия, горные хребты; 1.1.6. Всбросовые надвиговые уступы;

- 1.2. Формы рельефа, обусловленные опусканиями: 1.2.1. Впадины, равнины пред- и межгорных прогибов; 1.2.2. Синклинальные впадины, долины; 1.2.3. Грабен-синклинальные впадины, долины; 1.2.4. Грабеновые впадины, котловины, долины; 1.2.5. Флексурные уступы; 1.2.6. Сбросовые уступы.
2. Рельеф малоподвижных (платформенных) областей

- 2.1. Формы рельефа, обусловленные поднятиями: 2.1.1. Щитовые омоложенные горы; 2.1.2. Щитовые возвышенности; 2.1.3. Равнины, плато на плитах; 2.1.4. Возвышенности, плато на антеклизях, сводах, поднятиях; 2.1.5. Антиклинальные, брахиантиклинальные гряды; 2.1.6. Гряды, увалы на валах; 2.1.7. Купольные, солянокупольные холмы, сопки; 2.1.8. Горстовые гряды, массивы; 2.1.9. Взбросовые уступы;

- 2.2. Формы рельефа, обусловленные опусканиями: 2.2.1. Низменности, депрессии на синеклизях, впадинах; 2.2.2. Долины, низины на прогибах; 2.2.3. Синклинальные, брахисинклинальные понижения; 2.2.4. Мульдовые впадины, впадины на котловинах; 2.2.5. Грабеновые понижения, долины; 2.2.6. Флексурные уступы; 2.2.7. Сбросовые уступы.

При построении структурно-геоморфологических карт, кроме того, учитывают возраст тектонических движений, различаемый в отрезках геологической шкалы, соотношение тектонических форм со структурами предшествующих этапов неотектонического развития, с более древними структурными планами (степень и характер унаследованности тектонического рельефа). Подобная раздельная характеристика соотношений неотектонических форм рельефа и более древних структур особенно необходима в платформенных областях, где хорошо развит платформенный чехол (1-й структурный ярус), залегающий на складчатом фундаменте (2-ой структурный ярус).

Формы рельефа, созданные новейшей тектоникой, по соотношению со структурами верхнего яруса разделяют на прямые, т. е. тектонически унаследованные, и обращенные, т. е. тектонически инверсионные. По соотношению со структурами более древнего второго яруса и те, и другие, в свою очередь, могут быть прямыми и инверсионными, свидетельствуя о длительном тектонически унаследованном развитии рельефа или же о его тектонической перестройке на рубеже тектонических эпох. В типологии тектонических форм рельефа отмечают время (продолжительность) их унаследованного развития, время тектонической перестройки (инверсии), возраст возрожденных морфоструктур, испытавших сначала инверсию, а затем возрождение во время неотектонического этапа.

В тектонических классификациях большое значение придается размеру структурных форм, отражающему глубину их заложения и продолжительность развития. По этому признаку В. А. Апродов различает неотектонические структуры и соответствующие им формы рельефа семи масштабных рангов: планетарные, суперрегиональные, панрегиональные, полирегиональные, региональные, субрегиональные и локальные.

Подобные морфоструктуры разного порядка полнее всего изображаются на отдельных картах, масштаб которых отвечает размерам структурных форм. Если же составляется одна карта, то региональные морфоструктуры можно изобразить на ней цветным фоном, а локальные — площадными (контурными, штриховыми) знаками. В тех случаях, когда региональные морфоструктуры очень обширны и не создают заметного разнообразия на картографируемой территории, их можно показать контурными линиями, а локальные морфоструктуры — цветным фоном (штриховой при одноцветном оформлении). Накладываясь друг на друга, эти два способа изображения дают наглядное представление о разнообразных сочетаниях региональных и локальных морфоструктур и о приуроченности одних к другим.

Цветные тона и их оттенки подбирают так, чтобы они наглядно отображали классификационную соподчиненность и характер тектонических форм рельефа. С этой целью рекомендуется рельеф подвижных областей обозначать яркими контрастными тонами, а рельеф платформенных областей — более тусклыми, формы поднятий — теплыми тонами (красными, коричневыми), а формы опусканий — холодными (голубыми, зелеными).

Тектонические элементы рельефа, которые в масштабе карты не могут быть выделены качественным фоном, изображаются внесмаштабными и линейными условными знаками. Особенно тщательно отрабатывается показ разрывных форм (уступов), классифицируемых по глубине заложения разломов (глубинные и сверхглубинные, коровые и др.) и по выраженности их в рельефе.

При составлении детальных и обзорных карт новейшей тектоники широко применяют способ изолиний, который позволяет передать как морфологию, так и размеры деформаций. В качестве изолиний используют изопахиты и стратоизогипсы новейших отложений с послойной окраской областей восходящих и нисходящих движений по принципу оформления гипсометрических и батиметрических карт. Нанося изопахиты и стратоизогипсы различных горизонтов новейших отложений, получают серии палеотектонических карт, по которым судят о развитии структур и рельефа.

Метод изолиний можно применить также на морфотектонических картах. Наиболее подходят для этого морфоизогипсы, которые следует отличать от стратоизогипс (Спиридонов, 1959). Под морфоизогипсами понимается разновидность обобщенных горизонталей, которые проводят по реликтам разновозрастных элементов рельефа определенного генезиса. Чаще всего опорными уровнями

служат остатки тектонически деформированных и расчлененных поверхностей денудационного выравнивания и аккумулятивных равнин разного происхождения. В этом заключается существенное отличие морфоизогипс от обобщенных горизонталей, которые наносят исключительно по топографическим картам без учета результатов полевого геоморфологического анализа.

Рисунок морфоизогипс отражает морфологию и размеры форм восстановленного первично-тектонического рельефа, который можно представить, если бы не было последующего эрозионно-денудационного расчленения и сноса в областях поднятий и аккумуляции — в областях опусканий. Однако морфоизогипсы, также как изобаза и стратоизогипсы, нельзя полностью отождествлять с изобазами. Поэтому при геотектонической интерпретации карты морфоизогипс необходимо вводить поправки за колебания высот и уклоны земной поверхности, которые существовали до эпохи неотектонических движений. Относительный размер поправки будет тем меньше, чем совершеннее рельеф был выравнен и чем значительнее была амплитуда последующих движений. Точнее всего неотектонические структуры передаются морфоизогипсами, проведенными по реликтам древних береговых линий.

Практически страто- и морфоизогипсы применяют совместно, не делая больших различий между ними. Их проводят по нескольким стратиграфическим горизонтам и геоморфологическим уровням. Подобные карты, оформленные способом послышной окраски, дают особенно наглядное представление о развитии новейших структур и их выражении в рельефе.

Изолинии можно также совместить с качественным фоном, характеризующим морфологию, особенности развития и возраст новейших структурных форм. Пример такого рода карты представлен на рис. 3.

На картах денудационных (пассивных) морфоструктур отображается роль сложившихся древних структур в формировании рельефа. Если структуры пассивны, то их проявление в пластике земной поверхности с течением времени все более определяется активным воздействием экзогенных агентов, препарирующих относительно прочные геологические тела. При этом складываются вторичные соотношения форм рельефа и структур — денудационные прямые и денудационные инверсионные, которые отличаются от тектонически прямых и тектонически инверсионных форм, изображаемых на морфотектонических картах.

На картах денудационных морфоструктур выделяют следующие категории элементов и форм рельефа разного порядка.

Элементы рельефа

1. Структурные поверхности

- 1.1. Бронированные осадочными породами. 1.1.1. пластинами известняков, 1.1.2. пластинами песчаников, 1.1.3. пластинами других прочных пород; 1.2. Бронированные магматическими телами: 1.2.1. массивными интрузивными телами (батолиты)

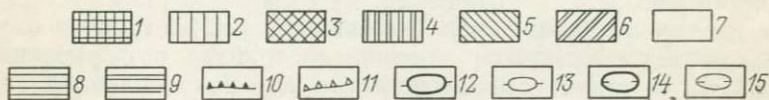
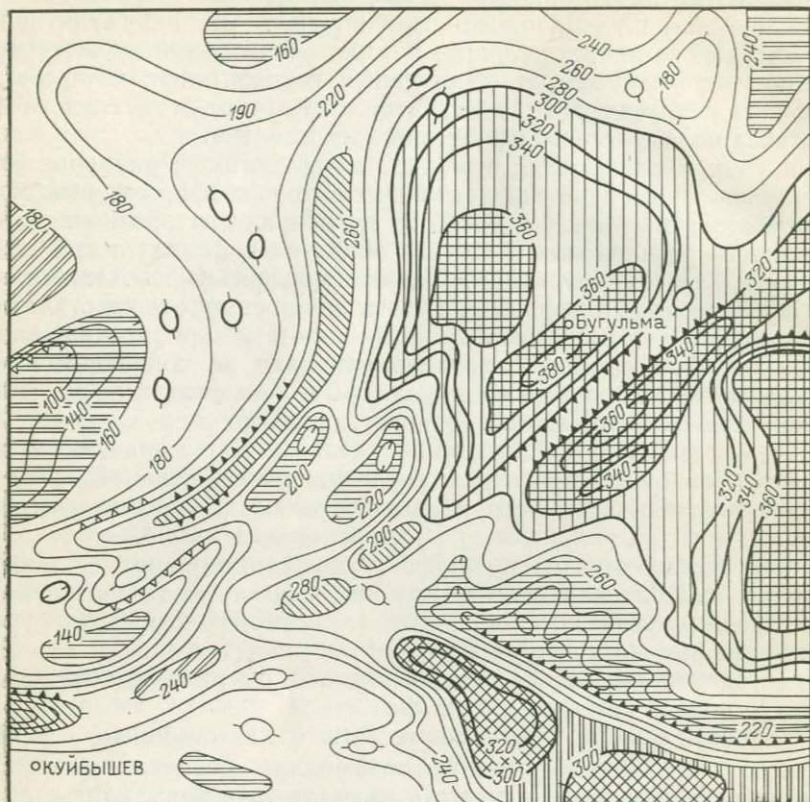


Рис. 3. Фрагмент карты морфоструктур Волго-Уральской нефтеносной области (по С. К. Горелову)

1 — положительные морфоструктуры типа сводовых поднятий, унаследованно развившиеся с верхнего палеозоя; 2 — то же, с мезозоя; 3 — положительные морфоструктуры типа валов и изометрических поднятий, унаследованно развивавшиеся с верхнего палеозоя; 4 — то же, с мезозоя; 5 — то же, с миоцена; 6 — то же, с верхнего плиоцена; 7 — отрицательные морфоструктуры типа межсводовых впадин и прогибов, унаследованно развивавшиеся с верхнего плиоцена; 8 — отрицательные морфоструктуры типа замкнутых впадин и протяженных прогибов, унаследованно развивавшиеся с миоцена; 9 — то же, с верхнего плиоцена; 10 — морфоструктуры типа флексур, унаследованно развивавшиеся с миоцена; 11 — то же, с плиоцена; 12 — антиклинальные структуры с геоморфологическими показателями активного формирования в плейстоцене; 13 — то же, предполагаемые по геоморфологическим данным; 14 — синклинальные структуры с геоморфологическими показателями активного формирования в плейстоцене; 15 — то же, предполагаемые по геоморфологическим данным

тами, штоками, лакколитами), 1.2.2. пластовыми интрузиями (пластовыми залежами, жилами), 1.2.3. секущими жилами (дайками), 1.2.4. цилиндрическими телами (некками).

2. Аструктурные поверхности (поверхности срезания)
 - 2.1. Уступы, обрывы, обусловленные выходами относительно прочных пород; 2.2. Другие поверхности (склоны).
3. Водораздельные линии
 - 3.1. Продольные: 3.1.1. Антиклинальные; 3.1.2. Синклинальные; 3.1.3. Моноклинальные; 3.2. Поперечные; 3.3. Нейтральные; 3.4. Взбросовые, надвиговые.
4. Тальвеги
 - 4.1. Продольные: 4.1.1. Антиклинальные; 4.1.2. Синклинальные; 4.1.3. Моноклинальные; 4.2. Поперечные: 4.2.1. Консеквентные, ресеквентные; 4.2.2. Обсеквентные; 4.2.3. Антиклинальные (долин прорыва); 4.2.4. Синклинальные; 4.3. Нейтральные; 4.4. Сбросовые.

Формы рельефа

1. На платформенных структурах

- 1.1. Прямые формы: 1.1.1. Положительные: 1.1.1.1. Возвышенности на антеклизах, на моноклиналях; 1.1.1.2. Гряды, увалы на валах, плакантиклиналях; 1.1.1.3. Холмы, сопки на куполах, солянокупольных структурах. 1.1.2. Отрицательные: 1.1.2.1. Низменности на синеклизах, на моноклиналях; 1.1.2.2. Впадины, долины на прогибах, мульдах, плакосинклиналях.

- 1.2. Обращенные формы: 1.2.1. Положительные: 1.2.1.1. Возвышенности на синеклизах, на моноклиналях; 1.2.1.2. Плато, увалы, гряды на прогибах, плакосинклиналях; 1.2.1.3. Холмы на брахисинклиналях, мульдах. 1.2.2. Отрицательные: 1.2.2.1. Низменности на антеклизах, на моноклиналях; 1.2.2.2. Впадины, долины на валах, плакантиклиналях; 1.2.2.3. Западины, котловины на брахиантиклиналях, куполах, солянокупольных структурах. 1.3. Переходные формы положительные и отрицательные на разных структурах. 1.4. Нейтральные формы положительные и отрицательные на горизонтальных структурах.

2. На структурах складчатых зон

- 2.1. Прямые формы: 2.1.1. Положительные: 2.1.1.1. Крупные горные поднятия на мегантиклинориях, антиклинориях, на сводовых структурах; 2.1.1.2. Антиклинальные горные хребты, кряжи; 2.1.1.3. Горст-антиклинальные горные хребты, кряжи; 2.1.1.4. Горстовые горные хребты, кряжи, массивы. 2.1.2. Отрицательные: 2.1.2.1. Котловины, депрессии на мегасинклинориях, на пред- и межгорных прогибах; 2.1.2.2. Синклинальные долины, понижения; 2.1.2.3. Грабен-синклинальные долины, впадины, котловины; 2.1.2.4. Грабеновые долины, впадины, котловины.
- 2.2. Обращенные формы: 2.2.1. Положительные: 2.2.1.1. Синклинальные горные хребты, кряжи; 2.2.1.2. Синклинально-глыбовые хребты, кряжи; 2.2.2. Отрицательные: 2.2.2.1. Антиклинальные долины, котловины; 2.2.2.2. Антиклинально-

глыбовые долины, котловины. 2.3. Переходные формы положительные и отрицательные на складчатых и складчато-глыбовых структурах.

Перечисленные категории элементов и форм рельефа легко изобразить на двух картах. Если же создается одна карта, то морфоструктурные категории региональных форм изображают цветным фоном, локальных форм — площадными (контурными, штриховыми) знаками, структурные поверхности показывают одноцветной (серой, черной) штриховкой разного рисунка в зависимости от характера бронирующих геологических тел, а линейные и малые формы рельефа — линейными и внemasштабными знаками. При этом можно рекомендовать следующее распределение цветов: платформенные морфоструктуры прямые — оранжевый, обращенные — зеленый, переходные — желтый, нейтральные — серый. Морфоструктуры складчатых зон: прямые — красный, обращенные — фиолетовый, переходные — коричневый. Положительные формы — темный тон, отрицательные — светлый тон. При одноцветном оформлении карт используют разнообразные виды штриховок.

При составлении охарактеризованных выше частных структурно-геоморфологических карт предполагают, что структуры земной коры только активны или только пассивны. В действительности, рельеф Земли формируется под одновременным воздействием ранее сложившихся структур и последующей тектонической активности.

Поэтому целесообразно итоги структурно-геоморфологического анализа территории отобразить на одной карте.

Один путь построения легенды подобной карты исходит из классификации равнин и гор. Выделяются следующие их основные морфоструктурные категории: равнины платформ (древних, молодых платформ, щитов, внутripлатформенных и краевых платформенных прогибов) и равнины подвижных поясов (предгорных и межгорных прогибов), остаточные и омоложенные горы платформ (кристаллических щитов, более молодых внутripлатформенных складчатых структур и приподнятых краевых участков платформ) и горы орогенических зон (геосинклинальных, эпигеосинклинальных и эпиплатформенных).

Другой путь начинается с выделения указанных выше основных геоструктурных категорий рельефа (платформ, подвижных поясов и их подразделений). В каждой из них затем устанавливаются более дробные категории равнинных и горных форм разного порядка по соотношению со сложившимися древними структурами: прямые, переходные, инверсионные. Прямые и инверсионные морфоструктуры по происхождению разделяют на денудационные (обусловленные денудационной препарировкой преимущественно пассивных структурных форм), тектонические (обусловленные активным проявлением новейшей тектоники, развивавшейся унаследованно или же с инверсией по отношению к

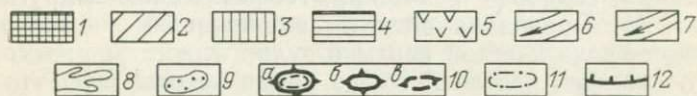
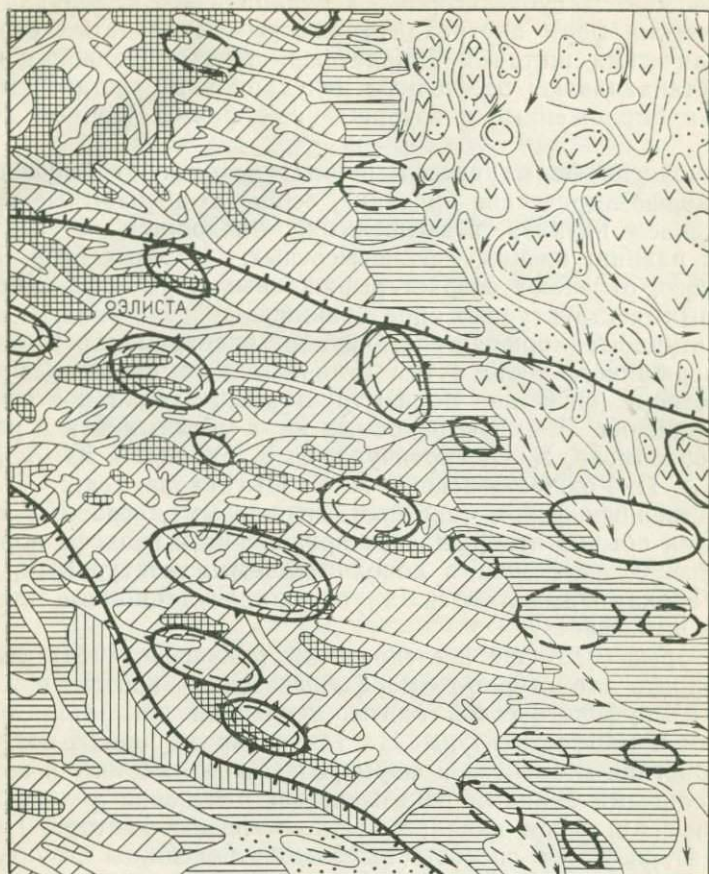


Рис. 4. Фрагмент структурно-геоморфологической карты западной части Прикаспийской низменности (по А. Ф. Якушовой и др.).

1 — водоразделы; 2 — склоны; 3 — бакинские террасы и равнины; 4 — нижнехвалынские террасы и равнины; 5 — верхнехвалынские террасы и равнины; 6 — отмершие ложбины и долины временного стока, хвалынские; 7 — то же, послехвалынские; 8 — речные долины с комплексами нерасчлененных террас; 9 — постоянные и временные разливы; 10 — локальные новейшие поднятия: а — по геолого-геоморфологическим данным, подтвержденные геолого-геофизическими исследованиями, б — не проверенные геолого-геофизическими исследованиями, в — не выраженные в рельефе, выделенные только по геологическим данным; 11 — локальные поднятия, выделяемые по различным геоморфологическим данным; 12 — зоны региональных новейших поднятий, выделенные по геологическим данным и выраженные в рельефе.

более древнему структурному плану) и смешанные денудационно-тектонические. В субкатегориях денудационных и денудационно-тектонических форм внутриплатформенных складчатых структур, кристаллических щитов и эпиплатформенных подвижных поясов особо устанавливают остаточные денудационные, остаточные тектонически омоложенные и возрожденные формы (горные хребты, кряжи).

В типологии форм рельефа широко используют морфологические и морфометрические признаки, особенно абсолютные высоты, с выделением низких, возвышенных, наклонных, ступенчатых, ярусных равнин; низких, средневысотных, высоких гор и т. п. Кроме того, отмечают возраст выраженных в рельефе пассивных и активных геоструктурных образований.

Структурно-геоморфологические карты, сохраняя основное общее содержание, вместе с тем отличаются заметным разнообразием в отборе признаков морфоструктурных единиц и в способах их изображения. Примеры подобных карт можно найти в работах И. П. Герасимова, К. И. Геренчука, С. К. Горелова, Ю. А. Мещерякова, А. П. Рождественского, А. В. Цыганкова и др.

Качественным фоном (цветным, штриховым), страто- и морфо-изогипсами обычно отображается проявление в рельефе новейших тектонических движений, а дополнительными контурными, штриховыми знаками выделяются структурно-денудационные элементы и формы рельефа.

Некоторые советские исследователи (Якушева, 1966) рекомендуют строить структурно-геоморфологические карты в легенде общей геоморфологической карты, усиленной показателями неотектоники и морфоструктуры. На таких картах дается подробная характеристика элементов и форм рельефа по генезису и возрасту и специальными знаками показываются изменения рельефа, обусловленные активным влиянием тектонического фактора. Подробно характеризуются способы выявления новейших структур: по геологическим, геоморфологическим, геофизическим и другим данным (рис. 4). Признавая вполне оправданным использование общей геоморфологической карты в целях структурно-геоморфологического анализа, нельзя в то же время не отметить, что ее содержание, даже с указанными выше дополнительными элементами, не охватывает всего того, что должно быть отображено на структурно-геоморфологической карте.

Следует отметить, что иногда на структурно-геоморфологических картах изображают только одни структуры (чаще всего локальные), установленные с разной достоверностью и разными методами, включая геоморфологические.

Называть такие карты структурно-геоморфологическими нет никаких оснований.

Структурно-геоморфологические карты разных типов широко используют как исходный материал для теоретических построений о развитии морфоструктуры Земли, для решения разнообразных

практических задач (поиски полезных ископаемых и пр.). Особенно значительна роль структурно-геоморфологических карт при поисках нефтегазоносных месторождений.

КАРТЫ ВУЛКАНИЧЕСКОГО РЕЛЬЕФА И ЭКЗОГЕННОЙ МОРФОСКУЛЬПТУРЫ

Карты вулканического рельефа

На картах аналитического типа выделяют следующие категории вулканического рельефа:

1. Собственно вулканический рельеф

1.1. Аккумулятивный: 1.1.1. Эффузивный: 1.1.1.1. Сформированный лавами кислого состава: крутонаклонные лавовые поверхности, лавовые потоки, крутосклонные лавовые конусы, купола, игнимбритовые плато; 1.1.1.2. Сформированный лавами основного состава: пологонаклонные лавовые поверхности, лавовые потоки, покровы, лавовые плато, пологонаклонные щитовые вулканы.

1.1.2. Эксплозивный: 1.1.2.1. Сформированный крупнообломочным пирокластическим материалом: крутонаклонные поверхности, склоны, шлаковые конусы; 1.1.2.2. Сформированный мелкообломочным пирокластическим материалом: туфовые поверхности, склоны, плато.

1.1.3. Экструзивный: 1.1.3.1. Сформированный выжатыми очень вязкими лавами: трахитовые, липаритовые, андезитовые, дацитовые купола; 1.1.3.2. Сформированный вытолкнутыми более или менее застывшими на глубине телами; иглы, обелиски.

1.1.4. Эксплозивно-эффузивный: 1.1.4.1. Стратовулканы, склоны эксплозивно-эффузивной аккумуляции.

1.1.5. Экструзивно-эффузивный: 1.1.5.1. Куполовидные вулканы с выходным каналом и отдельными языками лавы.

1.1.6. Экструзивно-эксплозивный: 1.1.6.1. Куполовидные вулканы с кратером и включениями кластического материала.

1.2. Деструктивный: 1.2.1. Эксплозивный: трубки взрыва, кратеры, маары, кальдеры, полукальдеры.

2. Грязевулканический (псевдовулканический) рельеф

2.1. Аккумулятивный: 2.1.1. Сформированный густой сопочной брекчией: крутосклонные поверхности, бугры, холмы, сопки; 2.1.2. Сформированный жидкой сопочной брекчией: пологонаклонные поверхности, бугры, холмы, сопки.

2.2. Деструктивный: 2.2.1. Кратеры, воронки.

3. Водновулканический

3.1. Аккумулятивный (цатечный): травертиновые, гейзеритовые валики, бугры, террасы.

Для изображения перечисленных генетических категорий элементов и форм рельефа на частных геоморфологических картах вулканических областей используют красный и другие близкие цветные тона и их оттенки. Наиболее дробные разновидности вулканических форм, выделяемые по чисто физиономическим признакам (сопки, бугры, кратеры и др.), обозначают дополнительными площадными (штриховыми), линейными и внемасштабными условными знаками. Значками же изображают элементы и формы рельефа, не выражающиеся в масштабе карты, в частности, формы микрорельефа: глыбовая лава, волнистая лава, лавовые пузыри, блюдца, желоба, трещины, ступени, уступы, микрократеры и пр.

Штриховкой, значками выделяют формы и элементы рельефа, обусловленные препарировкой магматических тел: дайки, некки, штоки и др. Аккумулятивный рельеф от деструктивного выделяют особыми цветными тонами или же путем нанесения дополнительных штриховых обозначений, характеризующих петрографические типы вулканических горных пород, слагающих аккумулятивные формы и элементы рельефа.

Линейными, внемасштабными знаками обозначают элементы и формы рельефа вулкано-тектонического происхождения. Сюда относятся следующие морфологические категории:

1. Рельеф, созданный пликативными вулкано-тектоническими движениями, сопряженными с разрывами
 - 1.1. Обусловленный поднятием, вспучиванием поверхности: плоские возвышения, купола, холмы;
 - 1.2. Обусловленный оседанием поверхности: впадины, кальдеры, полукальдеры.
2. Рельеф, созданный разрывными вулкано-тектоническими движениями
 - 2.1. Обусловленный поднятиями: разломы-трещины, сбросо-сдвиги;
 - 2.2. Обусловленный опусканиями: разломы-трещины, сбросо-сдвиги.

На обзорных синтетических картах выделяют вулканические морфологические комплексы. Для этого можно воспользоваться типологией вулканических ландшафтов, разработанной Е. Е. Милановским на примере Кавказа (1968 г.). По ряду существенных признаков им различаются следующие категории вулканических ландшафтов:

- А. По геологическому возрасту и степени сохранности вулканических форм:
 1. Современной вулканической деятельности; 2. Угасшей вулканической деятельности: 2.1. Свежий, 2.2. Реликтовый (остаточный): 2.2.1. Полуразрушенный денудацией; 2.2.2. Тектонически деформированный; 2.2.3. Полуогребенный под аккумулятивным покровом.

- Б. По длительности (одно- или многоактности) процесса формирования: 1. Моногенный; 2. Полигенный
- В. По характеру распространения:
1. Островной (прерывистый); 2. Непрерывный
- Г. По положению в системе горной страны: 1. Внутригорный; 2. Краевой (предгорный); 3. Предгорных и межгорных денудационных равнин и плато (плоскогорий); 4. Межгорных депрессий.
- Д. По степени морфологического разнообразия форм и их сочетаний:
1. Простой, состоящий из однообразных форм или их простых сочетаний: обширные плоские базальтовые или игнимбритовые плато, поля глыбовых лав с шлаковыми конусами, группы экструзивных или субвулканических массивов, куполовидных гор и холмов и др.; 2. Сложный (комплексный), состоящий из разнообразных форм вулканического рельефа и их сложных сочетаний.
- Е. По морфолого-генетическим признакам вулканических построек, обусловленным характером вулканического процесса и преобладающим составом продуктов извержения:
1. Экструзии, лакколиты, магматические диапиры кислой и средней магмы, образующие куполовидные островные горы;
2. Ареальные и трещинные излияния основной магмы, создающие плоские лавовые плато и потоки с шлаковыми конусами или без них.
3. Эксплозивные извержения кислой магмы, формирующие игнимбритовые и туфолововые плато.
4. Эффузии и эксплозии кислой и умеренно кислой магмы из аппаратов центрального типа, представленные крупными полигенными стратовулканами, связанными с ними экструзивными куполами, вулканами-спутниками, лавовыми потоками и пирокластическими шлейфами.
5. Эффузивные извержения преимущественно средней магмы, образующие небольшие моногенные вулканы, шлаковые конусы, лавовые потоки и покровы с бугристой поверхностью.

Последняя систематика вулканических ландшафтов — по морфогенетическим признакам — является основной. Она может быть детализирована по возрасту и по характеру распространения форм, а также по условиям истории развития вулканического рельефа. В таком виде ее удобно положить в основу построения легенды обзорной геоморфологической карты вулканической области.

К еще более крупным единицам вулканического рельефа, изображаемым на картах самых мелких масштабов, относятся вулканические горные хребты, вулканические дуги, вулканические зоны, равнинные вулканические области. На этом фоне немасштабными знаками показывают отдельные наиболее крупные вулканы и группы вулканов.

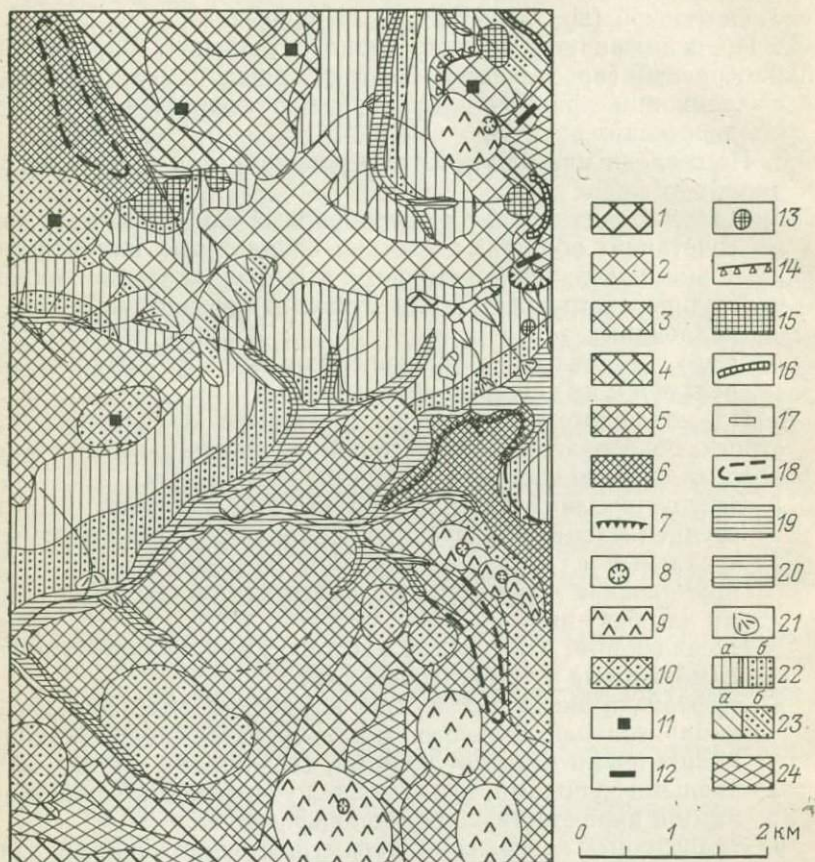


Рис. 5. Геоморфологическая карта горно-вулканического района

Вулканический рельеф. *Эффузивный аккумулятивный*: 1 — миоценовый — участки лавового плато, сохранившиеся от размыва; 2 — плиоценовый — участки лавового плато, сохранившиеся от размыва; 3 — нижне-среднечетвертичный, доледниковый — участки базальтовых массивов и плато, сохранившиеся от размыва; 4 — тот же рельеф, переработанный флювиально-склоновыми и ледниковыми процессами; 5 — голоценовый — лавовые плато и массивы; 6 — современный — поверхности лавовых потоков; 7 — лавовые уступы. *Эксплозивный; деструктивный*: 8 — кратеры и аккумулятивные; 9 — современные шлаковые конусы. *Эксплозивно-эффузивный*: 10 — голоценовые стратовулканы. *Структурно-денудационный рельеф*: 11 — некки; 12 — дайки; 13 — штоки; 14 — структурные уступы. *Ледниковый рельеф*: 15 — днища цирков и каров; 16 — бровки цирков и каров; 17 — плечи трогов хорошо выраженные в рельефе; 18 — то же, плохо сохранившиеся. *Флювиальный и озерный рельеф*: 19 — днища современных долин; 20 — днища спущенных озер; 21 — пролювиальные шлейфы. *Эрозионный рельеф*: 22 — преобразованный склоновыми процессами; 23 — обвально-осыпные склоны — четвертичные: а — стенки срыва, б — обвально-осыпные шлейфы; 24 — делювиально-дефлюкционные склоны — четвертичные: а — склоны смыва, б — делювиально-дефлюкционные шлейфы; 24 — остатки неогеновой поверхности денудационного выравнивания

В работах, посвященных обзору вулканического рельефа отдельных территорий или земной поверхности в целом, чаще всего фигурируют мелкомасштабные карты распространения вулканов, совмещаемые с показом основных геоструктурных единиц (складчатых зон, разломов и пр.). Карты с обстоятельной проработкой специальной нагрузки, с изображением элементов и форм рельефа, группировок форм вулканического происхождения на основе их морфолого-генетической классификации встречаются относительно редко. Пример подобного рода карт, выполненный в штриховых, линейных и внемасштабных условных знаках, представлен на рис. 5. Аналогичные карты можно также найти в работах Т. Ю. Маренина, Б. И. Пийпа, А. Е. Святловского и др., содержащих характеристику вулканических образований отдельных районов нашей страны и зарубежных стран.

Карты генетических типов склонов

Рельеф земной поверхности можно рассматривать и изображать на карте как сочетание склонов различного физиономического облика и происхождения. Говоря о происхождении склонов, следует различать способ их первоначального образования (тектонический, вулканический, водноэрозионный, абразионный и др.) и способ их последующего преобразования, или моделирования, собственно склоновыми процессами. Изучением и классификацией склоновых процессов и отложений занимались Н. И. Николаев, Е. В. Шанцер, А. И. Спиридонов, С. С. Воскресенский и другие исследователи. В зависимости от характера склоновых процессов можно различать следующие генетические категории склонов, которые изображают на частных геоморфологических картах

1. Гравитационные склоны

- 1.1. Созданные быстрыми движениями (падением, перекачиванием) несвязного обломочного матернала; 1.1.1. Обвальные (дерупционные): 1.1.1.1. Денудационные: стенки срыва обвалов, обвальные ниши; 1.1.1.2. Аккумулятивные: обвальные шлейфы; 1.1.2. Осыпные (дисперсионные): 1.1.2.1. Денудационные — стенки срыва осыпей, осыпные ниши, кулуары; 1.1.2.2. Аккумулятивные — осыпные конусы, шлейфы; 1.1.3. Лавинные: 1.1.3.1. Денудационные — стенки срыва лавин, лавинные борозды, ложбины; 1.1.3.2. Аккумулятивные — лавинные шлейфы, валы.
- 1.2. Созданные смещениями блоков горных пород 1.2.1. Склоны отседания: стенки срыва, рвы отседания, тела отседания; 1.2.2. Блоково-оползневые: 1.2.2.1. Денудационные — стенки срыва оползней, оползневые цирки; 1.2.2.2. Аккумулятивные — оползневые тела, ступени, уступы; 1.2.3. Оплывно-оползневые: 1.2.3.1. Денудационные — стенки срыва, оплывно-оползневые цирки; 1.2.3.2. Аккумулятивные — оплывно-оползневые ступени, бугры.

- 1.3. Созданные массовыми медленными движениями грубообломочного материала (десерпционные); 1.3.1. Обусловленные колебаниями температуры в условиях засушливого климата: 1.3.1.1. Денудационные — склоны, ложбины; 1.3.1.2. Денудационно-аккумулятивные — каменные моря, каменные потоки; 1.3.2. Обусловленные колебаниями температуры и увлажнения в условиях холодного климата при участии вечной мерзлоты: 1.3.2.1. Денудационные — склоны, ложбины, уступы, террасы; 1.3.2.2. Денудационно-аккумулятивные — каменные моря (курумы), каменные реки, каменные глетчеры;
- 1.4. Солифлюкционные, созданные течением мелкообломочного материала; 1.4.1. Дефлюкционные, формирующиеся в условиях влажного умеренного и жаркого климата; 1.4.1.1. денудационные: 1.4.1.1.1. склоны медленного (оплывного) сноса — впадины, ложбины, ниши; 1.4.1.1.2. склоны быстрого (пльвунного) сноса — впадины, ложбины, ниши, борозды; 1.4.1.2. аккумулятивные: оплывные и пльвунные шлейфы, бугры, валики; 1.4.2. Криосолифлюкционные, формирующиеся в условиях сурового климата при наличии вечной мерзлоты; 1.4.2.1. денудационные: 1.4.2.1.1. склоны медленного криосолифлюкционного сноса — впадины, ложбины, ступени; 1.4.2.1.2. склоны быстрого (пльвунного) криосолифлюкционного сноса — впадины, борозды, ложбины; 1.4.2.2. аккумулятивные: криосолифлюкционные шлейфы, бугры, валики, покровы.
2. Делювиальные склоны, созданные нерусловым склоновым стоком.
- 2.1. Денудационные: склоны плоскостного смыва, потяжины, борозды;
- 2.2. Аккумулятивные: делювиальные шлейфы.

Указанные генетические типы склонов изображают качественным фоном, линейными и внемасштабными условными знаками. Способ изображения определяется масштабом карты, а также размерами склонов и их элементов. При цветном оформлении карты используют оттенки преимущественно красного, коричневого и оранжевого тонов, распределяя их так, чтобы наиболее резко выделялись склоны гравитационного происхождения.

В практической работе нередко приходится составлять карты не всех склонов, а лишь отдельных их генетических категорий, например, обвально-осыпных, оползневых, криосолифлюкционных. В этом случае легенда строится на основе более детальной систематики склонов с использованием ряда дополнительных признаков: структурно-петрографических, динамических, возрастных и др. Методику составления подобных карт целесообразно рассмотреть на примере оползневых склонов, изучение которых имеет большое практическое значение при инженерно-геологических исследованиях.

Карты оползней. Специальными условными знаками наносят на карту все оползневые формы (оползневые склоны, оползневые зоны на склонах), которые разделяются на указанные выше генетические категории. Важное практическое значение имеет подразделение оползней по динамическому признаку на современные, или действующие (подвижные) и древние, или недействующие (неподвижные). Действующие оползни изображают условными знаками наиболее интенсивного тона.

При детальном картографировании можно воспользоваться более подробной классификацией И. В. Попова (1959), в которой среди современных оползней различаются движущиеся, приостановившиеся (временное равновесие), остановившиеся (устойчивое равновесие), а среди древних — открытые и погребенные.

Существуют и другие классификации оползней, которые следует принять во внимание при построении карт. В частности, целесообразно отразить глубину захвата склона оползневыми процессами. Ф. П. Саваренский выделил оползни: поверхностные (опльвы) — до 1 м глубины, мелкие оползни, или опльвины, — до 5 м, глубокие оползни — до 20 м и очень глубокие — больше 20 м глубиной. Чем мощнее оползни, тем крупнее должны быть условные знаки.

Наконец, желательно показать, какие породы (их возраст и петрографический тип) оползают, и какие служат ложем. С этой целью на крупномасштабных картах у изображений оползней можно указать геологические индексы в виде дроби (верхний индекс для оползающих пород, нижний — для пород ложа) или же нанести знаки в виде кружков, верхняя половина которых обычными для геологических карт и разрезов условными знаками отражает возраст и петрографический состав оползающих гольц, а нижняя — пород ложа.

Однако подобные дополнительные обозначения сильно перегружают карту и делают ее трудно читаемой. Поэтому при изучении карты оползней для получения необходимых дополнительных сведений полезно иметь детальные геологическую и гидрогеологическую карты. С этой же целью некоторые авторы наносят условные знаки оползней непосредственно на геологическую карту.

Примеров карт распространения оползней можно привести довольно много. Таковы карты А. С. Козменко, А. Н. Мазаровича, Е. В. Милановского, И. С. Рогозина и др.

Если исследования ведут в крупном масштабе, то на карте обозначают отдельные оползни и все детали их морфологии: стенки срыва, трещины разрыва и вспучивания, оползневые ступени, ложбины, плоские заболоченные или заполненные водой углубления. Наносят границы оползней и детально освещают геологические условия: выходы различных горизонтов коренных пород, переотложенные делювиальные и оползневые накопления, выходы грунтовых вод и пр.

Карты интенсивности развития оползней. Интенсивность развития оползней может быть выражена величиной площади оползне-

вых склонов на 1 км². Карту интенсивности составляют на основании карты оползней. При этом приходится широко пользоваться крупномасштабными топографическими картами, на которых оползни изображаются особыми условными знаками. Кроме того, обязательно должны быть привлечены аэрофотосъемочные материалы, позволяющие по ряду дешифровочных признаков выделить все оползневые участки и даже определить тип и динамику оползней.

Установив развитие оползней на ключевых участках, следует далее, пользуясь крупномасштабными топографическими и аэрофотосъемочными материалами, составить подробную карту оползней и интенсивности их развития всего района. Рекомендуется также иметь геологическую и гидрогеологическую карты, которые облегчат заполнение карты между ключами.

В случае охвата большой и разнообразной по своим геологическим условиям территории интенсивность распространения оползней изображают штриховкой, а цветом штриховки или самостоятельным красочным фоном — возраст и петрографический состав оползающих толщ. Если материала для определения степени распространения оползней недостаточно, то в основу составления карты оползневых районов достаточно положить возраст и петрографический состав оползающих толщ или же возраст отложений, в которых заключены водоносные горизонты, обуславливающие оползневые явления. Так, на карте оползневых районов Московской области масштаба 1 : 3 000 000 (Жуков, 1935 г.) штриховкой обозначены районы оползней, связанных с подземными водами: четвертичного, мезозойского, каменноугольного и девонского комплексов и, кроме того, отдельные, особо интенсивные оползни.

Карты флювиального рельефа

Элементы и формы флювиального происхождения, т. е. созданные русловыми водными штоками в соответствии с работами В. В. Ламакина, Е. В. Шанцера, Н. И. Маккавеева подразделяются на следующие генетические категории:

1. Созданные грязе-каменными потоками (селевые)¹
 - 1.1. Эрозионные: ниши, ложбины, рвы;
 - 1.2. Аккумулятивные: 1.2.1. Каменные и грязе-каменные: глыбово-бугристые крутонаклонные конусы, покровы; 1.2.2. Камне-грязевые и грязевые: пологонаклонные бугристые конусы, покровы.
2. Созданные временными водотоками
 - 2.1. Эрозионные: 2.1.1. Элементы и формы глубинной эрозии: ложбины, водороины, промоины, овраги, балки;

¹ Селевые формы могут быть выделены в самостоятельную генетическую группу.

2.1.2. Элементы и формы боковой эрозии: площадки террас, педименты;

2.2. Аккумулятивные: 2.2.1. Элементы и формы русловой аккумуляции: днища эрозионных форм, площадки аккумулятивных террас; 2.2.2. Элементы и формы внерусловой аккумуляции: конусы выноса, пролювиальные равнины.

3. Созданные постоянными водными потоками

3.1. Эрозионные: 3.1.1. Элементы и формы глубинной эрозии: уступы, долины; 3.1.2. Элементы и формы боковой эрозии: уступы, площадки эрозионных террас, педименты;

3.2. Аккумулятивные: 3.2.1. Элементы и формы русловой и внутридолинной аккумуляции: прирусловые валы, гривы, площадки аккумулятивных террас; 3.2.2. Элементы и формы внедолинной аккумуляции: континентальные дельты, аллювиальные равнины.

Флювиальные поверхности (площадки террас, пролювиальные, аллювиальные равнины) изображают цветным фоном зеленого, желтого тонов, узкие сильно вытянутые элементы и формы (гривы, уступы, овраги, балки, долины в целом) — линейными знаками зеленого цвета (собственно флювиальные формы), коричневого, красного цвета (флювиально-эрозионные формы, сопряженные со склонами).

Все элементы и формы флювиального рельефа чаще всего изображают на общих геоморфологических картах. Частные же карты обычно строят с целью показа лишь отдельных генетических и морфологических разновидностей рельефа, представляющих особый теоретический или практический интерес: селевых форм, оврагов, речных долин. В этом случае, наряду с отмеченными категориями форм, можно выделить и более дробные их субкатегории, используя некоторые дополнительные признаки. Так, речные долины классифицируют по форме поперечного профиля, по соотношению с геологическими структурами, по характеру и количеству террас. В практике прикладных геоморфологических исследований очень широко используют карты оврагов и овражности.

Карты оврагов. На этих картах специальными линейными знаками изображают, в зависимости от масштаба: а) все овраги, которые встречаются на данной территории, б) овраги не менее определенной величины (длины, глубины), в) овраги с некоторой разрядкой, не искажающей густоты овражного расчленения местности.

Длиной условных знаков на картах масштаба 1 : 100 000 и крупнее передаются истинные размеры оврагов, на картах более мелких масштабов — лишь определенные их категории: короткие, средние, длинные, очень длинные. В этом случае условными знаками разной толщины можно отобразить размеры оврагов в зависимости от их объема или, лучше, от глубины: рывины и мелкие

промоины — до 0,5 м, глубокие промоины 0,5—2,0 м, неглубокие овраги 2—5 м, средние овраги 5—15 м, глубокие овраги 15—25 м, очень глубокие овраги — более 25 м.

Цветом и рисунком условных знаков передаются динамические и генетические особенности оврагов.

Красным цветом выделяют растущие овраги, коричневым — нерастущие. В случае необходимости различают сильно-, средне- и слабо-растущие овраги.

Линейными знаками с зубчиками разной формы обозначают генетические типы оврагов: овраги выноса, овраги с обвально-осыпными, с оползневыми шлейфами, овраги со склонами естественного откоса, лога, смешанные типы.

Принято, кроме того, различать овраги донные и береговые. Для передачи этой особенности на карту целесообразно нанести тальвеги всех балочных форм — жирной зеленой линией. В этом случае наглядно выразится соотношение балочной и овражной сети, что представляет большой интерес для оценки факторов овражной эрозии.

Для составления карт оврагов нужно иметь крупномасштабные топографические карты и особенно аэрофотосъемочный материал.



Рис. 6. Карта густоты овражной сети (км/км²) (по Б. Ф. Косову и др.).

1 — до 0,01; 2 — 0,01—0,1; 3 — 0,1—0,2; 4 — 0,2—0,4; 5 — 0,4—0,6; 6 — 0,6—1,0; 7 — более 1,0

Карты овражности. Метод составления этих карт в общем такой же, как и метод составления карт густоты эрозионного расчленения. На топографической карте крупного масштаба с помощью материалов аэрофотосъемки наносят все овраги. Затем разбивают сетку равных квадратов и в пределах каждого из них определяют длину овражной сети на 1 км². Размер квадрата берут в зависимости от масштаба карты и площади картографируемой территории. После подсчетов вырабатывают шкалу овражности и условные обозначения в виде цветного фона или одноцветной штриховки, причем чем более густа овражная сеть, тем темнее окраска или штриховка.

Если территория, на которую составляется карта овражности, очень велика, то обработать описанным способом весь крупномасштабный материал очень кропотливая задача. Для сокращения объема работы детальные подсчеты овражности производят только на ключах — небольших типичных участках, выделенных в пределах каждого геоморфологического района. Данные ключей распространяют на весь район. Границы районов уточняют визуально по картам.

Как полагают Б. Ф. Косов и др. (1970), наряду с картой густоты овражной сети, характеризуемой указанным выше показателем (длина овражной сети на 1 км²), целесообразно еще составлять карту плотности оврагов, характеризуемой количеством овражных вершин на единицу площади. Обе карты совместно дают более полное представление о степени расчленения поверхности оврагами, о фронте овражной агрессии, а соотношение густоты к плотности — о средних размерах оврагов.

Примерами могут служить фрагменты карт оврагов, густоты овражной сети и плотности оврагов, составленных на территорию СССР Б. Ф. Косовым и др. (рис. 6). Подобной методикой построения карт, можно воспользоваться при создании мелкомасштабных обзорных карт аналогичного содержания на другие территории.

Карты карстового и суффозионного рельефа

В соответствии с работами Н. А. Гвоздецкого, Г. А. Максимовича, А. С. Соколова, А. В. Ступишина, А. Г. Чикишева, И. С. Щукина и других исследователей карстовые формы рельефа принято классифицировать по составу и обнаженности карстующихся пород, по местонахождению и способу образования карстовых форм. На геоморфологических картах можно различать:

1. Формы голого и задернованного карста

1.1. Поверхностные формы: 1.1.1. Обусловленные растворением пород (коррозионные): карры (в районах голого карста), воронки, котловины, поля; 1.1.2. Обусловленные растворением пород и эрозией (коррозионно-эрозионные): карры (на крутых склонах), слепые долины, воронки, котловины, поля; 1.1.3. Обусловленные растворением пород, эрозией и обрушением (коррозионно-провальные): навесы, ниши, воронки, котловины, поля;

1.2. Подземные формы и переходные от поверхностных к подземным: 1.2.1. Обусловленные растворением пород (коррозионные): каверны, ниши, каналы, колодцы, шахты, пропасти, пещеры; 1.2.2. Обусловленные растворением пород и эрозией (коррозионно-эрозионные): ниши, каналы, колодцы, шахты, пропасти, пещеры; 1.2.3. Обусловленные растворением пород и обрушением (коррозионно — провальные): ниши, колодцы, шахты, пропасти, пещеры

2. Формы покрытого карста и в нерастворимых породах, прилегающих к породам растворимым

2.1. Поверхностные формы: 2.1.1. Обусловленные просасыванием и обрушением нерастворимых пород в подземные карстовые полости: воронки, котловины; 2.1.2. Обусловленные эрозией с выносом продуктов в подземные карстовые полости и через них (карстово-эрозионные); слепые овраги, слепые балки, поля;

2.2. Формы, переходные от поверхностных к подземным: 2.2.1. Обусловленные просасыванием и обрушением нерастворимых пород в карстовые полости: колодцы, шахты.

Перечисленные карстовые формы, в зависимости от их морфологии и способа образования, изображаются немасштабными и линейными знаками разного рисунка. Формы, допустимые в масштабе карты, выделяются контурными линиями также разного рисунка. Цветом условных знаков передаются наиболее общие генетические особенности и условия развития карстового рельефа. Например, красным цветом обозначаются поверхностные формы голого и задернованного карста, коричневым — покрытого карста, фиолетовым — подземные формы и переходные от поверхностных к подземным. Могут быть использованы и другие тона, выбор которых на частных (специальных) картах ничем не ограничен.

Не всегда может быть детально установлен и обозначен на карте способ образования карстовых форм (коррозионный, коррозионно-эрозионный, коррозионно-провальный). С другой стороны, очень часто бывает целесообразно детализировать легенду карты по некоторым дополнительным признакам карстовых форм, в первую очередь физиономическим. Условными знаками разного рисунка и размера легко выделяют: карры глубокие и мелкие, с плоскими, округлыми или острыми гребнями, карстовые воронки малые, средние, крупные, блюдцеобразные, конусообразные, цилиндрические и т. д.

Детальными рисунками или цветами условных знаков характеризуют время образования и динамику карстовых образований, например, недавно образовавшиеся морфологически свежие карстовые воронки, давно возникшие морфологически зрелые, задернованные или заросшие воронки и пр.

Наконец представляет большой интерес выделение цветом типов карста по характеру карстующихся пород; карбонатный (известняковый, доломитовый, меловой), соляной, гипсово-ангидритовый карст. Для уяснения закономерностей размещения карстовых форм на карте целесообразно поместить в типичных местах розы трещин, которые наглядно показывают преобладающие направления трещиноватости.

Интенсивность развития карста может быть выражена величиной закарстованной площади на 1 км^2 или количеством отдельных карстовых пустот на 1 км^2 .

Карты закарстованности составляют на основе карт карстовых форм с привлечением крупномасштабного топографического и аэрофотосъемочного материала. Методом квадратов определяют количество карстовых форм на 1 км². Затем, руководствуясь специально разработанной шкалой, проводят границы и раскрашивают или заштриховывают карту по правилу: чем больше карстовых форм на единицу площади, тем интенсивнее окраска или штриховка.

Если район очень разнообразен в отношении карстующихся пород, штриховкой можно передать интенсивность развития карстовых форм, а цветом — возраст и петрографический состав карстующихся пород.

В методическом отношении интересна карта Индерского поднятия, составленная З. В. Яцкевич (1937 г.). На ней совмещен показ степени закарстованности с изображением типов карстовых пустот и их расположения в плане. Карстовые пустоты детально различаются по форме, а поноры делятся на открытые и закупоренные суглинистым материалом.

При построении крупномасштабных карт можно воспользоваться готовой легендой, разработанной в 1967 г. Комиссией по карстовым явлениям Национального географического комитета во Франции. Эта легенда предусматривает изображение простых поверхностных и глубинных форм, различаемых главным образом по морфологическим признакам и по размерам. Условными знаками разного цвета (красного и фиолетового, голубого и зеленого, черного и серого) изображаются поверхностные и подземные формы, поверхностные и подземные водотоки и озера, тектонические элементы, погребенные формы. Цифрами отмечается глубина или относительная высота форм. Обзор картографирования поверхностных карстовых форм см. также в работе С. М. Зенгиной (1970).

Особыми объектами картографирования, изображаемыми немасштабными знаками, являются суффозионные формы рельефа. Они подразделяются на хемосуффозионные и механосуффозионные, морфологически представленные однотипно в виде просадочных блюдеч, ложбин, каналов, колодцев, нор, подземных ходов.

Карты ледникового рельефа

На картах выделяют следующие генетические категории и морфологические разновидности ледникового и водно-ледникового рельефа (Герасимов, Марков, 1939 г.; Марков и др., 1965, 1967 гг.; Флинт, 1963 г. и др.).

1. Собственно ледниковый (гляциальный) рельеф

1.1. Экзарационный: 1.1.1. Созданный ледниковой эрозией, шлифовкой и полировкой: иштрихованные и отполированные скалистые поверхности, бараньи лбы, курчавые скалы;

1.1.2. Созданный ледниковым выпаживанием: уступы, ригели, ванны, кары (днища каров), трогии;

- 1.2. Аккумулятивный: 1.2.1. Краевой (конечный, фронтальный): конечноморенные гряды, валы; 1.2.2. Береговой (боковой) аккумуляции: береговые гряды, береговые моренные террасы оседания; 1.2.3. Донной аккумуляции: моренные бугры, холмы, западины
- 1.3. Напорный: 1.3.1. Краевой: напорный валы, гряды
2. Водно-ледниковый рельеф
 - 2.1. Внутрiledниковый: 2.1.1. Созданный потоками талых вод: 2.1.1.1. Эрозионный: донноледниковые борозды, ложбины, ванны; 2.1.1.2. Аккумулятивный: озы, флювиогляциальные камы, камовые террасы; 2.1.2. Созданный деятельностью застойных и полужастойных внутрiledниковых водоемов: 2.1.2.1. Абразионный: уступы, террасы; 2.1.2.2. Аккумулятивный: террасы, лимногляциальные камы, камовые террасы
 - 2.2. Внеледниковый и приледниковый: 2.2.1. Созданный потоками талых вод: 2.2.1.1. Эрозионный: маргинальные и береговые каналы, борозды, ущелья, долины; экстрагляциальные ложбины, долины; 2.2.1.2. Аккумулятивный: маргинальные флювиогляциальные террасы, переходные конусы, водораздельные, долинные зандры флювиогляциальные равнины; 2.2.2. Созданный деятельностью приледниковых (плотинных) озер: 2.2.2.1. Абразионный: уступы, террасы; 2.2.2.2. Аккумулятивный: береговые валы, аккумулятивные террасы, лимногляциальные равнины

Указанные генетические категории и морфологические разновидности рельефа изображают качественным фоном, линейными и внесмаштабными знаками красного и фиолетового тонов и их оттенков.

Широко практикуют построение карт отдельных категорий элементов и форм рельефа (конечноморенных гряд, озов, камов, друмлинов и др.), изображаемых, в зависимости от масштаба, полностью или с некоторой разрядкой.

На синтетических картах, в зависимости от их масштаба и назначения, ледниковые морфологические комплексы выделяют по разным признакам:

А. По геологическому возрасту

Б. По степени сохранности рельефа: 1. формирующийся рельеф областей современного оледенения; 2. Рельеф областей древнего оледенения (реликтовый): 2.1. Свежий, хорошо сохранившийся; 2.2. Полуразрушенный эрозией и денудацией; 2.3. Сильно разрушенный эрозией и денудацией (плохо сохранившийся).

В. По типу оледенения: 1. Рельеф областей горного оледенения; 2. Рельеф областей материкового оледенения

Г. По динамике ледников: 1. Рельеф областей активного льда; 2. Рельеф областей мертвого льда.

Д. По гляциоморфологической зональности: 1. Рельеф областей ледникового сноса 2. Рельеф областей ледниковой аккумуляции: 2.1. Ландшафт основной морены; 2.2. Ландшафт краевой морены (краевые образования). 3. Рельеф приледниковых (экстрагляциальных) областей

Е. По морфогенетическим признакам:

1. Комплекс ледниково-экзарационных форм: ландшафт бараньих лбов, сельговый рельеф, ландшафт озерных ванн и др. 2. Комплекс ледниково-аккумулятивных форм: моренно-равнинный, моренно-холмистый, моренно-грядовый, друмлинный рельеф и пр.; 3. Комплекс водно-ледниковых форм: зандровые равнины, озерно-ледниковые равнины и др.

В практике картографирования приведенные разрозненные признаки чаще всего совмещаются в единой легенде примерно в такой последовательности: тип оледенения, возраст и сохранность ледникового рельефа, зональные и морфогенетические категории рельефа. Примеры подобного рода карт можно найти в многочисленных работах, посвященных характеристике рельефа областей древнего и современного горного и материкового оледенения. В методическом отношении интересна гляциоморфологическая карта Эльбруса Г. К. Тушинского (1963 г.). Ледниковый и водно-ледниковый рельеф изображен на основе детальной классификации по генетическим, возрастным и морфологическим признакам.

Карты мерзлотного рельефа

Мерзлотный рельеф разделяется на следующие основные категории: полигонально-трещинный, пучения, термокарстовый и солифлюкционный. Так как солифлюкционный (криосолифлюкционный) рельеф нами отнесен к парагенезису склоновых образований, а термокарстовый рельеф следует рассматривать, по А. И. Попову (1961), как мерзлотный, находящийся в стадии нисходящего развития (деградации), типологию мерзлотного рельефа схематически можно представить в следующем виде

1. Рельеф, формирующийся при восходящем развитии мерзлоты

1.1. Полигонально-трещинный: 1.1.1. Макрополигональный, или жильно-полигональный (блочный), предопределяемый главным образом морозобойными трещинами: 1.1.1.1. Макрополигоны без валиков, макрополигоны с валиками, обособленные ледяными жилами и трещинами; 1.1.1.2. Макрополигоны без валиков, макрополигоны с валиками, обособленные грунтовыми жилами; 1.1.2. Микрополигональный рельеф, предопределенный главным образом трещинами усыхания: 1.1.2.1. Формы на мелкозернистых грунтах без сортировки материала: пятна-медальоны; 1.1.2.2. Формы на разнозернистых грунтах с сортировкой грубообломочного материала: каменные многоугольники, каменные кольца.

1.2. Рельеф пучения: 1.2.1. Сформированный процессами наледообразования и пучения при замерзании различных вод: 1.2.1.1. Возникающий при замерзании русловых вод: наледи, тарыны, наледные ступени, наледные мостовые; 1.2.1.2. Возникающий при замерзании подземных вод: наледные ступени и террасы, бугры пучения, гидролакколиты; 1.2.2. Сформированный процессами пучения при промерзании водонасыщенных грунтов: 1.2.2.1. Сформированный на минеральном субстрате: бугры пучения сезонные и многолетние; 1.2.2.2. Сформированный на торфяниках: сезонные и многолетние бугры пучения

2. Рельеф, формирующийся при нисходящем развитии мерзлоты (термокарстовый)

2.1. Образующийся при деградации полигонально-трещинных форм: 2.1.1. Макрополигональных: каналы, образующие сеть макрополигонов, аласы, озерные котловины, байджерахи; 2.1.2. Микрополигональных: каналы, образующие сеть микрополигонов, микрозападины

2.2. Образующийся при деградации форм пучения: ниши проседания, западины, воронки, котловины.

Поверхности (площади) мерзлотного рельефообразования и форм рельефа разного генетического типа, выражающиеся в масштабе карт, изображаются качественным фоном, а малые формы и элементы рельефа — внесмаштабными и линейными знаками. Формы восходящего развития мерзлоты выделяются холодными тонами — синим, сине-фиолетовым, формы нисходящего развития — теплыми тонами — розовым, красно-фиолетовым.

Приведенная типология мерзлотного рельефа при построении специальных частных карт может быть развернута в более детальную легенду, учитывающую мерзлотные склоновые процессы и целый ряд дополнительных признаков мерзлотных форм, как то: зонально-географические условия, характер геологического субстрата, положение в рельефе (вершинный пояс, склоновый пояс, нижний пояс подножия), взаимодействие и сочетание с немерзлотными факторами в условиях сурового климата (нивальными, флювиальными). Именно на такой комплексной мерзотно-генетической основе Б. П. Любимовым и Ю. В. Мудровым (1969) разработана легенда крупномасштабных карт мерзлотного рельефа и составлены образцы подобного рода карт.

По зонально-климатическим условиям, определяющим зональность мерзлотных процессов, выделяются типы рельефа, по положению в существующих формах поверхности (геоморфологическая поясность) — подтипы рельефа, по морфогенетическим признакам, сочетаниям с немерзлотными факторами, по размерности форм — виды рельефа, по геологическим условиям — подвиды рельефа. Легенда предусматривает качественный фон для категорий мерзлотного рельефа разного таксономического ранга и систему знач-

ковых обозначений для малых форм. Изданный вариант легенды — черно-белый штриховой. При цветном оформлении карт первым четырем типам рельефа должны быть присвоены холодные цветные тона, а последним двум — теплые.

Отмечается приуроченность мерзлотных форм к определенным морфогенетическим элементам (поверхностям речных или морских террас, денудационным уровням водоразделов). Подобные дополнения обогащают карту, так как позволяют видеть зависимость мерзлотных форм от общих геоморфологических условий.

Целесообразно также дать возможно более дробное расчленение элементов рельефа по возрасту, которым определяется нижний возрастной рубеж мерзлотных форм восходящего развития. В отношении термокарстовых форм отмечают условия их возникновения (общее изменение климатической обстановки), местные изменения теплообмена, вызванные лесными пожарами, вырубкой лесов, сельскохозяйственным освоением земель и пр. и время образования, в частности, реликтовый характер термокарстового рельефа в областях бывшего распространения вечной мерзлоты (в перигляциальной зоне).

Карты эолового рельефа

Эоловый рельеф непосредственно отражает структуру и режим ветровых потоков, и поэтому его типология основывается прежде всего на аэродинамических признаках. Однако ветровая обстановка по-разному сказывается в условиях аридного и неаридного климата, песчаных, каменистых и пылевато-глинистых пород, закрепленных и сыпучих песков. Если эти признаки сочетать в одной классификации, то, согласно И. С. Щукину, Б. А. Федоровичу и др., можно различать на картах следующие категории эоловых форм:

1. Эоловый рельеф аридного климата

- 1.1 Рельеф сыпучих песков (естественно или искусственно оголенных);
 - 1.1.1. С поперечной по отношению к ветру ориентировкой форм;
 - 1.1.1.1. Дефляционный: межбарханные котловины;
 - 1.1.1.2. Аккумулятивный: щитовые дюны, барханы, барханные цепи, комплексные барханы, комплексные барханные цепи.
 - 1.1.2. С продольной по отношению к ветру ориентировкой форм:
 - 1.1.2.1. Дефляционный: межгрядовые понижения, котловины;
 - 1.1.2.2. Аккумулятивный: продольные барханные гряды, простые и комплексные
- 1.2. Рельеф закрепленных и полужакрепленных песков
 - 1.2.1. При ветрах преобладающего одного направления или резко выраженной равнодействующей:
 - 1.2.1.1. Дефляционный: межгрядовые понижения, продольные котловины;
 - 1.2.1.2. Аккумулятивный: продольные гряды разной величины
 - 1.2.2. При ветрах разных, в том числе взаимноперпендикулярных направлений:
 - 1.2.2.1. Дефляционный: котлови-

ны, ячеи; 1.2.2.2. Аккумулятивный (и перевывания): решетчатый, ячеисто-грядовый, грядово-ячеистый. 1.2.3. При равномерных, в основном восходящих ветрах, обусловленных орографическими препятствиями, конвекцией и интерференцией воздушных потоков: 1.2.3.1. Дефляционный: котловины, ячеи; 1.2.3.2. Аккумулятивный: пирамидальные пески, простые и комплексные. 1.2.4. При торможении основных ветров орографическими препятствиями или при встречных потоках ветров: 1.2.4.1. Дефляционный: лунковые пески, поперечные котловины; 1.2.4.2. Аккумулятивный: клиновидные барханы, поперечные ветру гряды, навейные песчаные плащи и покровы. 1.2.5. При торможении ветров растительностью: 1.2.5.1. Дефляционный: межкучевые, межбугровые западины; 1.2.5.2. Аккумулятивный: прикустовые песчаные косы, бугры, кучи (притамарисковые, присаксaulовые, причиевые и др.).

1.3. Рельеф в каменистых породах

1.3.1. С поперечной и нейтральной по отношению к господствующим ветрам ориентировкой форм: 1.3.1.1. Дефляционный, коррозионный: западины, котловины, гамады, ветроустойчивые отмостки; 1.3.1.2. Аккумулятивный: крупная рябь. 1.3.2. С продольной по отношению к ветрам ориентировкой форм: 1.3.2.1. Дефляционный, коррозионный: ниши, продольные западины, котловины; 1.3.2.2. Аккумулятивный: гравийно-галечные кучи, косы, бугры.

1.4. Рельеф в пылевато-глинистых породах и солончаках

1.4.1. С поперечной и нейтральной ориентировкой форм по отношению к господствующим ветрам: 1.4.1.1. Дефляционный: западины, котловины; 1.4.1.2. Аккумулятивный: бугры, кучи, поперечные увалы, лессовые покровы.

1.4.2. С продольной по отношению к ветрам ориентировкой форм: 1.4.2.1. Дефляционный: ярданги, продольные западины, котловины; 1.4.2.2. Аккумулятивный: продольные косы, гривы, лессовые гряды, увалы.

2. Золовый рельеф неаридного климата

2.1. Рельеф сыпучих песков, естественно или искусственно оголенных (долинных, зандровых, береговых):

2.1.1. С поперечной и нейтральной по отношению к господствующим ветрам ориентировкой форм: 2.1.1.1. Дефляционный: междюнные понижения, котловины; 2.1.1.2. Аккумулятивный: кучи, бугры, кучугуры, поперечные прямолинейные дюны, параболические дюны.

2.1.2. С продольной по отношению к ветрам ориентировкой форм: 2.1.2.1. Дефляционный: межгрядовые понижения, котловины; 2.1.2.2. Аккумулятивный: продольные гряды, шпильковидные дюны, парные продольные гряды.

2.1.3. При ветрах разных направлений: 2.1.3.1. Дефляцион-

ный: ячеи, западины; 2.1.3.2. Аккумулятивный: кольцевые дюны, циркульные дюны, простые и сложные.

2.2. Рельеф в слабо связанных пылевато-глинистых породах, естественно или искусственно оголенных

2.2.1. С поперечной и нейтральной ориентировкой форм по отношению к господствующим ветрам: 2.2.1.1. Дефляционный: западины, котловины; 2.2.1.2. Аккумулятивный: кучи, бугры, косы, лессовые покровы.

2.2.2. С продольной по отношению к ветрам ориентировкой форм: 2.2.2.1. Дефляционный: продольные западины, котловины; 2.2.2.2. Аккумулятивный: продольные косы, гривы, гряды.

Перечисленные категории эолового рельефа на картах выделяются теплыми тонами, например, формы аридного климата — красным, оранжевым, а формы неаридного климата — желтым, коричневым цветом. Оттенками названных тонов характеризуются ветровая обстановка и типы перевеваемых пород. Морфологические различия аккумулятивных форм изображают рисунком точечного крапа и штриховкой, при этом размер крапа (крупный, средний, мелкий) отвечает размерности зерен навеваемых толщ (соответственно, гравийно-галечных, песчаных, пылеватых).

Точечный способ изображения рельефа песков был предложен Б. А. Федоровичем и реализован им на географических, топографических и геоморфологических картах разных масштабов. Этот же способ рекомендован для применения на геоморфологических и топографических картах рядом других авторов (Спиридонов, 1952; Любвин и Спиридонов, 1953).

Он позволяет наглядно показать все основные морфогенетические разновидности рельефа песков.

Крап наносят с помощью аэрофотоснимков, стараясь передать рельеф песков возможно точнее и правдоподобнее. На картах крупного масштаба этот рисунок может полностью соответствовать истинным размерам и морфологии эоловых форм. На картах более мелкого масштаба точечный рисунок рельефа становится полностью внемасштабным.

Чтобы наглядно выразить зависимость рельефа от аэродинамической обстановки, целесообразно стрелками показать направления господствующих и сезонно меняющихся ветров. Кроме того, в легенде карты в пояснениях к условным знакам указывают на элементах и формах рельефа какого генезиса и возраста образовалась каждая морфогенетическая генерация эоловых форм: на морских, аллювиальных, флювиогляциальных равнинах и пр. При необходимости изображение исходных морфогенетических элементов может быть дано независимыми условными знаками (цветным или штриховым качественным фоном).

В этом случае собственно эоловые формы обозначаются в основном точечным крапом.

Карты рельефа морского и озерного происхождения в зоне побережья

В пределах континентальной части побережья на картах выделяют следующие категории рельефа морского происхождения

1. Рельеф, созданный волновыми процессами

1.1. Абразионный: 1.1.1. Созданный срезанием берегового склона: бенчи, абразионные террасы, платформы;

1.1.2. Созданный подрезанием берегового склона и обрушением: ниши, гроты, клифы.

1.2. Термоабразионный:

1.2.1. Созданный срезанием берегового склона: термоабразионные площадки, террасы;

1.2.2. Созданный подрезанием берегового склона: термоабразионные ниши, уступы.

1.3. Аккумулятивный

1.3.1. Созданный в результате поперечного перемещения наносов: береговые валы, бары, аккумулятивные террасы;

1.3.2. Созданный в результате продольного перемещения наносов: береговые валы, косы, переймы, аккумулятивные террасы.

2. Рельеф, созданный неволновыми процессами

2.1. Созданный приливо-отливными, сгонно-нагонными, сточными и другими течениями в полосе осушки; 2.1.1. Эрозионный: впадины, борозды, ложбины; 2.1.2. Аккумулятивный: валы, гривы, косы, ватты, марши.

3. Рельеф, обусловленный осаждением терригенного, биогенного, хемогенного материала вне воздействия волн и течений: плоскоравнинные и волнистые поверхности аккумуляции на дне лагун, заливов, отчленившихся прибрежных озер.

Приведенная классификация построена на таких существенных признаках, как характер морских рельефообразующих процессов, особенности их воздействия на сушу, направление береговых потоков наносов, создающих аккумулятивные формы. Она может быть положена в основу легенды геоморфологических карт с необходимыми дополнениями и детализацией, в зависимости от масштаба карт и предъявляемых к ним требований.

Так, по динамическому и возрастному признакам все формы можно разделить на: 1) современные действующие (клифы, террасы) и 2) древние (реликтовые недействующие, или отмершие (отмершие клифы, древние террасы), с возможно более дробным их подразделением по возрасту.

Абразионные уступы, в зависимости от характера участвующих в их преобразовании склоновых процессов, целесообразно обозначить разными условными знаками: абразионно-обвальные, абразионно-осыпные, абразионно-оползневые, абразионно-солифлюкционные и т. п.

Рекомендуется также отобразить на карте структурно-пертропографические условия формирования рельефа побережья, выделить формы, выработанные в скальных или в рыхлых толщах, нанести структурные линии, показать разломы и др.

Для характеристики динамики рельефа побережья на картах выделяют потоки наносов современной стадии развития берега и потоки наносов, существовавшие в прошлом, тенденцию к перемещению наносов, а также миграции и дивергенции потоков наносов. Все эти разновидности перемещения наносов показывают линиями движения — стрелками, длина которых соответствует протяженности потока, а толщина — его относительной мощности.

Необходимо, кроме того, показать источники питания потоков, обозначая особыми знаками поступление материала за счет аллювия, за счет разрушения берега, со дна моря. Этим же знаком обозначается выпадение материала из потока.

Для изображения всех названных элементов применяют холодные, преимущественно синий, голубой, цвета, за исключением абразионных уступов, которые выделяют красным, коричневым цветом. Цветной вариант условных знаков разработан О. К. Леонтьевым для общих геоморфологических карт масштаба 1:25 000 и 1:50 000 (Башенина и др., 1960).

Формы рельефа озерного происхождения на картах выделяют в основном по тем же классификационным признакам, что и формы морского происхождения. На тех и на других картах нередко приходится показывать формы и элементы рельефа смешанного происхождения: аллювиально-морского (дельты, дельтовые равнины), озерно-аллювиального, озерно-болотного, используя для этого переходные цветные тона.

Карты биогенного рельефа

Животные и растительные организмы участвуют во многих рельефообразующих процессах, которые не относятся к биогенным, например, в речных аккумулятивных (старичных), в делювиальных, эоловых. Там же, где эти организмы играют самодовлеющую роль и органически не связаны с другими (абиогенными) процессами, необходимо различать особые биогенные формы рельефа. В некоторых случаях эти формы целесообразно изображать на специальных частных картах. К ним относятся:

1. Фитогенные формы: плоские возвышения поверхности верховых болот, торфяно-растительные кочки, бугры.
2. Зоогенные формы: 2.1. Деструктивные: микро- и наноформы разрушения рельефа землероющими животными (норы, ямы и пр.), тропинчатые склоны; 2.2. Аккумулятивные: кучи, бугры, «земляные колбасы», отвалы землероющих животных (байбаковины, сусликовины, кротовины, сурчины), земляные муравейники, термитники.

Площади распространения названных форм выделяют цветным фоном или штриховыми знаками разного рисунка. Отдельные особо заметные формы могут быть показаны немасштабными знаками.

Карты антропогенного рельефа

Человеческое общество оказывает сильное воздействие на ход естественных рельефообразующих процессов, повышая их интенсивность, обуславливая начало новых процессов, например, усиливая эрозию, дефляцию, вызывая термократовые явления. Но люди сами, кроме того, создают свои особые формы рельефа — антропогенные (техногенные), которые пользуются широким распространением и могут быть объектами картографирования при решении различных практических задач.

Типология антропогенного рельефа применительно к задаче построения легенды карты может быть основана на разных признаках: 1) на способах формирования рельефа (вручную и с применением простейших орудий и технических средств, при помощи машин, путем взрывных работ), 2) на характере целенаправленной деятельности населения, 3) на физиономических признаках создаваемых форм.

Антропогенные формы изображают немасштабными, линейными или площадными знаками разного рисунка одного черного цвета или же для большей наглядности разного цвета, в зависимости от характера обусловившей эти формы деятельности населения. Одни из них наносят по топографическим картам, другие — по данным полевых работ и по аэрофотосъемочным материалам.

КАРТЫ ВОЗРАСТА РЕЛЬЕФА

Подобно тому как возраст геологических тел принимается за важнейший признак при геологическом картографировании, возраст элементов и форм рельефа может быть положен в основу построения особых частных геоморфологических карт. В этом случае цветным или штриховым фоном выделяют возрастные категории открытого (экспонированного), а также погребенного (ископаемого) рельефа.

Возрастная шкала разрабатывается с максимальной дробностью, допускаемой масштабом карты и изученностью рельефа, особенно в пределах мезо-кайнозоя и, в частности, новейшего, неоген-четвертичного отрезка времени. В случае красочного оформления допустимы два варианта распределения цветных тонов. Первый сводится к согласованию с общепринятыми правилами оформления геологических карт.

Другой вариант более согласуется с оформлением гипсометрических карт. Наиболее древние, как правило, возвышенные элементы рельефа выделяются теплыми — красным, коричневым — тона-

ми, а наиболее молодые, топографически низкие — голубым и синим тонами. Интенсивность названных основных тонов может усиливаться, как и на геологических картах, от молодых форм к

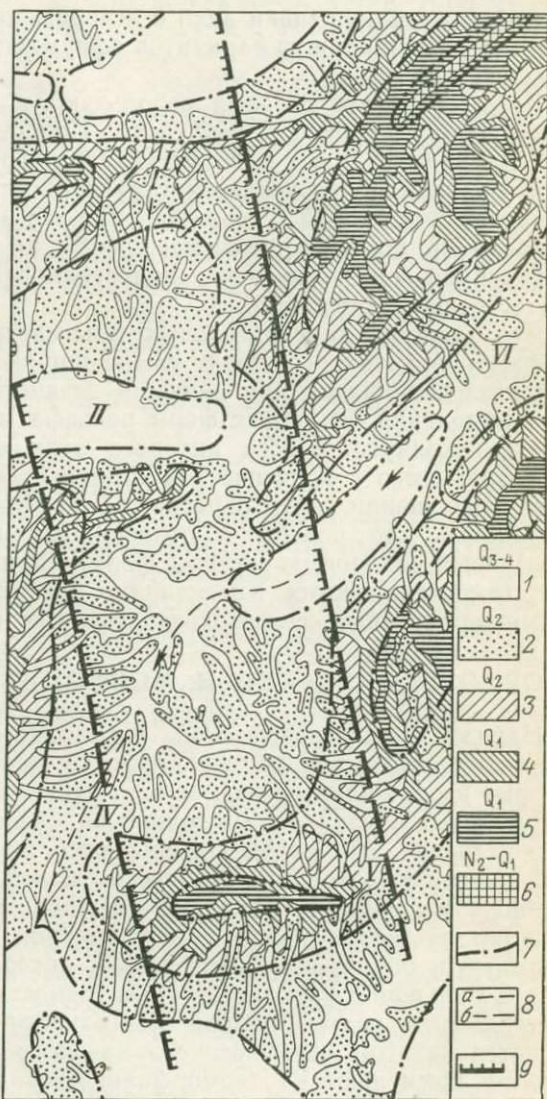


Рис. 7. Геоморфологическая картосхема (по Н. П. Костенко).

1—6 — разновозрастные региональные эрозивно-денудационные врезы на склонах хребтов-поднятий и сопредельных впадин; 7 — границы разновозрастных этапов становления структурных форм в виде хребтов и горных впадин; 8 — долины древнего стока (а — высоко поднятые отмершие протоки, б — направление древнего стока пра-Вахша); 9 — предполагаемые границы зоны секущего разлома, активно развивающегося в течение этапа горнообразования

более древним, или же наоборот, от древних форм к более молодым.

Следует заметить, что в практике геоморфологического картографирования обозначение возраста рельефа цветным фоном

обычно совмещается с его генетической и морфологической характеристикой. Иногда это удается сделать путем дополнительных пояснений в легенде карты (рис. 7), но чаще приходится прибегать к нанесению специальных штриховых, линейных и внemasштабных знаков. Если такие знаки дать с исчерпывающей полнотой, то может получиться один из вариантов оформления общих геоморфологических карт.

Карты возраста рельефа используют для выяснения истории формирования земной поверхности. Подобно геологическим картам, на них наглядно выявляется стратиграфия геоморфологических уровней, подчеркивается структурность рельефа, его связь с древней и новейшей тектоникой. Все это имеет большое теоретическое и практическое значение, особенно при решении проблем структурной геоморфологии, палеогеоморфологии, при поисках нефтегазоносных структур.

Что касается карт отдельных экзогенетических категорий рельефа, то они также находят самое широкое применение в научных исследованиях и при решении хозяйственных задач. Самая идея выделения некоторых форм рельефа может быть оправдана, только исходя из особого интереса этих форм с теоретической или чаще всего с практической стороны. Особенно показательны в этом отношении карты оврагов и овражности, составляемые для разработки мер борьбы с почвенно-овражной эрозией, карты оползневых склонов, карстовых форм — при инженерно-строительных, гидротехнических изысканиях, карты эоловых форм — при лесомелиоративных, сельскохозяйственных исследованиях и т. п.

МОРФОГРАФИЧЕСКИЕ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Наряду с топографической и гипсометрической картами составляют особые морфографические и морфометрические карты, которые изображают рельеф по частным, главным образом, морфометрическим признакам, имеющим определенное геоморфологическое значение. Эти карты составляются для некоторых специальных, в первую очередь практических целей, когда, наряду с происхождением рельефа, важное значение приобретают и чисто внешние его черты. Однако морфометрия рельефа представляет огромный и общегеоморфологический интерес, так как она позволяет с большой точностью и объективностью представить и охарактеризовать рельеф земной поверхности, что в свою очередь является залогом успешного его научного истолкования. Именно поэтому применяют на геоморфологических картах специальные знаки для отображения морфометрических показателей, в частности, крутизны склонов (крупномасштабные геоморфологические карты Бельгии, ГДР и др. стран).

Наглядное изображение форм земной поверхности во всем многообразии их физиономических особенностей получается на аэрофотоснимках, фотосхемах и фотопланах при фотографировании

местности в условиях благоприятного косо́го освещения. Такая же картина создается при фотографировании рельефных карт, моделей. На картах пластика земной поверхности может быть выразительно передана отмывкой или штриховкой, которые накладываются при условном боковом или, лучше, зенитальном освещении. Соответствующие способы детально рассматриваются в картографических руководствах. Нас же в данном случае больше интересуют такие морфографические карты, которые строятся на основе специальной классификации и, если не прямо, то хотя бы косвенно отображают генезис рельефа.

Исчерпывающей чисто морфографической классификации рельефа, основанной исключительно на его внешних — физиономических — признаках, еще не выработано. Обыкновенно она дополняется морфометрическими показателями, а в некоторых работах также генетическими (морфографическая классификация З. А. Сваричевской, 1937). Именно с таким генетическим уклоном изображается рельеф на обзорных, так называемых «физиографических» картах, которые получили особенно большое применение у американских геоморфологов. Этот способ сводится к штриховому изображению рельефа в сильно обобщенной стилизованной перспективной зарисовке (Raisz, 1931).

Преимущество этого способа состоит в наглядности изображения рельефа. Его можно рекомендовать в отдельных случаях для применения на схематических мелкомасштабных геоморфологических картах. Для широкого использования этот способ все же мало применим. Хотя в разработанной авторами таблице геоморфологические ландшафты и различаются по генетическому признаку, но все же далеко не всегда по зарисовкам форм рельефа, притом весьма схематизированным, можно судить о генезисе данных форм. Например, можно спутать изображение расчлененного плато и средних гор, пенеплена и плато с изношенным рельефом, куэст и косопрподнятых глыбовых гор. Это объясняется еще и тем, что рельеф, сходный по форме, имеет нередко совершенно различное происхождение.

Указанным способом невозможно также передать многие типы рельефа, отличающиеся друг от друга по более детальным признакам, не только генетическим, но даже морфологическим или морфометрическим. Содержание геоморфологической карты сложнее, чем то, которое может быть передано одной только системой перспективных условных зарисовок рельефа, а потому и оформление ее должно быть выполнено другими, более условными методами, применяемыми в картографии.

Карты с перспективной зарисовкой рельефа неполноценны и с чисто картографической точки зрения, так как на них совмещается изображение местности как бы в двух проекциях: плановой — для гидрографической, дорожной сети и других элементов географической основы и перспективной — для рельефа. Это приводит дополнительно к тому, что на них пропадают формы и элементы

(склоны, уступы), обращенные от зрителя. По рисунку рельефа рассмотренный способ напоминает ныне совершенно отжившие приемы изображения местности на картах средневековья.

Другой более условный способ перспективного изображения рельефа сводится к нанесению прерывистых горизонтальных, волнистых, ломаных штриховых линий, рисующих как бы серию параллельных сильно схематизированных и стилизованных профилей рельефа. Таким способом можно передать основные внешние черты рельефа применительно к картам мелкого масштаба, не задаваясь целью одновременно полностью раскрыть его генетические особенности.

Примером может служить карта рельефа Казахстана А. А. Григорьева (1944 г.), на которой схематически изображены равнины низкие и возвышенные (холмистые), мелкосопочник, низкие, средние, высокие горы и пр.

Оригинальный способ построения морфографических карт разработал В. И. Кветкаускас (1972). Этот способ основан на четырехцветном изображении рельефа: желтым цветом передается высота земной поверхности, серым — крутизна, красным — положительная кривизна (выступы рельефа, гребни, бровки), голубым — отрицательная кривизна — тальвеги, подножия склонов. Тона желтого и серого цветов усиливаются, соответственно, с высотой и крутизной. Изображение рельефа получается очень наглядное, сходное с тем, какое создается при ранее предложенном комбинированном способе послышной окраски высот и оттенения склонов тушевкой.

В нашей стране и за рубежом много внимания уделяется морфометрической характеристике территории, потребность в которых ощущают не только геоморфологи, но также специалисты в области смежных научных и прикладных дисциплин: картографы, гидрологи, инженеры-путейцы и др. Основное назначение морфометрических показателей состоит в том, чтобы дать более точные объективные критерии для определения различных форм рельефа и их естественных группировок и применения этих определений как в геоморфологических описаниях, так и при составлении геоморфологических карт.

Как известно, терминология для различных типов и форм рельефа, применяемая в геоморфологии, часто очень неопределенна и расплывчата. Это можно отнести к таким распространенным в литературе терминам, как крупнохолмистый, среднехолмистый и мелкохолмистый рельеф; сильноовраженный, слабоовраженный рельеф и др. При отсутствии точных численных показателей все эти определения и характеристики страдают значительной долей субъективности, что мешает сравнивать рельеф в описаниях различных авторов. Нередко то, что один автор называет крупнохолмистым рельефом, другой определяет как среднехолмистый; сходный по степени расчленения рельеф в степных условиях может быть одним исследователем описан как слабо расчлененный, другим — в

условиях Крайнего Севера — назван сильно расчлененным, и т. д. Особенно чувствуется эта путаница в терминологии, когда на основании различных работ необходимо составить карту, т. е. документ, требующий точного и единообразного определения выделяемых на ней категорий рельефа.

Предложено несколько количественных показателей рельефа, которые можно найти в работах Н. М. Волкова, Г. И. Знаменщикова, С. А. Николаева, А. С. Девдариани, А. Болига (H. Baulig), и др. Все показатели можно подразделить на следующие типы: (Ченцов, 1940):

- 1) по числовому значению: а) абсолютные, б) относительные;
- 2) по пространственному положению элементов, ими определяемых: а) горизонтальные, б) вертикальные, в) комплексные, или функциональные;
- 3) по комплексу охватываемых ими форм: а) показатели отдельных форм, б) показатели морфологических комплексов.

Среди всех этих показателей для геоморфолога особый интерес представляют такие, которые: 1) отражают существо геоморфологических процессов и имеют не только чисто геометрическое, но и морфогенетическое значение, 2) дают точную и объективную характеристику рельефа, которая исключает возможность субъективных и произвольных толкований; 3) легко определяются и применимы для составления морфометрических карт, 4) выражаются по возможности абсолютными величинами, пригодными в равной мере для характеристики как отдельных форм, так и морфологических группировок.

Все разнообразие форм и соотношений рельефа нельзя выразить только одним цифровым показателем. Для этого необходимы, по крайней мере, два, лучше три показателя.

Исходя из приведенных основных требований, заслуживают наибольшего внимания такие морфометрические показатели, которые позволяют составить следующие основные карты: 1) густоты расчленения, 2) глубины расчленения и 3) крутизны земной поверхности. Методика их построения рассматривается в многочисленных литературных источниках (Ченцов, 1948; Волков, 1950; Измайлова, 1954; Философов, 1960; Николаевская, 1966; Морфометрический метод..., 1963; Вопросы морфометрии, 1967, 1971; Pal, 1972 и др.).

КАРТЫ ГУСТОТЫ РАСЧЛЕНЕНИЯ

Густота, или интенсивность горизонтального расчленения рельефа определяется степенью развития эрозионной сети и плотностью размещения отдельных положительных и отрицательных форм (западин, котловин, бугров, холмов, сопок, оврагов и др.). По этим двум показателям могут быть построены дополняющие друг друга карты.

Первоначально на топографической основе выделяют тальвеги эрозионных форм или отдельные формы рельефа, которые предполагается учесть при составлении карты интенсивности горизонтального расчленения. В местах эрозионного расчленения может быть учтена вся сеть долин, балок и оврагов, только долин и балок, балок и оврагов и, наконец, только оврагов. В соответствии с этим различаются карты интенсивности общего эрозионного расчленения, интенсивности долинно-балочного, балочно-овражного и овражного расчленения.

В настоящее время в характеристике эрозионной сети большое значение придается порядкам эрозионных форм (Философов, 1960). Выделяют эрозионные формы 1-го порядка — разветвления эрозионной сети (ложбины, овраги, лощины), которые не принимают ни одного притока. Эрозионные формы 2-го порядка возникают при слиянии двух эрозионных форм 1-го порядка, формы 3-го порядка — при слиянии притоков 2-го порядка и т. д. При этом впадение притоков более низкого порядка не увеличивает порядок форм ниже по течению.

В зависимости от того, какого порядка формы учтены, могут быть карты интенсивности полного эрозионного расчленения, эрозионного расчленения, включая формы 2-го порядка, включая формы 3-го порядка и т. д.

Показателями густоты эрозионного расчленения рельефа могут служить: 1) длина тальвегов эрозионных форм на единицу площади, 2) удаленность вершин водоразделов от ближайших тальвегов. Соответственно существуют две разновидности карт интенсивности линейного расчленения.

Карты длины эрозионной сети на единицу площади. Показатель горизонтального расчленения в этом случае находят по формуле $K = \frac{L}{P}$, где L — длина эрозионной сети на площади P . Он широко применяется также для определения густоты гидрографической сети.

Последовательность построения карты такова. Берут детальную топографическую карту крупного масштаба и поднимают на ней тальвеги всех эрозионных форм, которые предполагается учесть при оценке интенсивности горизонтального расчленения. Затем карту разделяют перпендикулярными линиями на равновеликие квадраты и внутри каждого из них определяют общую длину эрозионной сети. Полученные цифры делят на площадь квадрата и таким образом вычисляют для каждого из них показатель интенсивности расчленения, т. е. длину эрозионной сети на 1 км^2 ; она будет тем больше, чем интенсивнее расчленение.

От величины квадратов будет зависеть детальность составляемой карты. Внутри крупных площадей могут существовать заметные различия интенсивности горизонтального расчленения, которые пропадут за средними цифрами. Чем меньше квадраты, тем полнее передаются детали рельефа. Однако, стремясь детализировать

карту, не следует увлекаться чрезмерным дроблением геометрической сетки. Если квадраты будут очень мелкие, то одни из них целиком уложатся на водоразделах, другие будут пересекаться тальвегами эрозионных форм. Длина последних внутри каждого такого квадрата окажется полностью в зависимости от случайности расположения геометрической сетки относительно эрозионных форм.

Следовательно, при составлении карты рассматриваемым способом нужно очень расчетливо разбивать сетку квадратов. Размеры их должны быть таковы, чтобы ясно вырисовывались различия интенсивности горизонтального расчленения рельефа в пределах картографируемой территории. Ориентировочно можно признать возможной разбивку карты на учетные квадраты площадью 4 см^2 , что соответствует в масштабе $1:100\,000$ — 4 км^2 в масштабе $1:1\,000\,000$ — 400 км^2 , изменяя эти размеры в зависимости от конкретных геоморфологических условий и требуемой точности.

Показатели интенсивности расчленения подписываются на карте внутри каждого квадрата. После того как все вычисления будут закончены, вырабатывается шкала условных обозначений с указанием против каждого условного знака пределов колебания длины эрозионной сети на 1 км^2 . В зависимости от масштаба и детальности карты шкала выбирается различная с интервалами в среднем $0,05$ — $0,1 \text{ км}$ на 1 км^2 . Наиболее удачную шкалу можно выбрать при помощи кривой распределения, позволяющей определить медианные, модальные и другие значения густоты расчленения рельефа, которые желательно отобразить на карте.

Условные обозначения могут быть цветные или одноцветные штриховые. В обоих случаях следует придерживаться правила: чем интенсивнее расчленение, тем темнее окраска или штриховка. При цветной шкале можно употреблять переходы от бледно-желтого к темно-желтому и далее ко все более темным оттенкам коричневого цвета, применяя по необходимости оттенки оранжевого и красного цветов. При штриховой шкале для слабо расчлененных площадей употребляют редкую и тонкую штриховку, которая с увеличением интенсивности расчленения сменяется все более толстой и частой и далее все более темной штриховкой в клетку.

Каждый квадрат карты закрашивается или заштриховывается в соответствии с принятыми условными знаками и исходя из длины эрозионной сети на 1 км^2 . Таким образом, границы между районами с различной интенсивностью расчленения пройдут по взаимно перпендикулярным прямым линиям. Это будет не карта, а картограмма.

Для того чтобы сделать границы более естественными, их можно несколько исправить (отнести в ту или иную сторону, изогнуть и пр.), пользуясь топографической картой и визуально оценивая необходимость соответствующих поправок. Можно также цифры длины эрозионной сети на 1 км^2 подписать в центральной точке каждого квадрата, и в соответствии с установленной леген-

дой, интерполируя, провести изолинии одинаковой интенсивности расчленения — изоденсы, а затем карту раскрасить или заштриховать.

С целью увеличения количества исходных цифровых данных применяют способ скользящего окна, при котором учетные квадраты наполовину перекрывают друг друга. В этом случае при тех же размерах учетной площади количество определений густоты расчленения рельефа возрастает в четыре раза, что позволяет провести изоденсы со значительно большей достоверностью.

В том случае, когда интенсивность расчленения рельефа определяют по сетке квадратов, существует возможность ее колебания в зависимости от преобладающей ориентировки эрозионных форм. Величины расчленения могут оказаться несколько завышенными, если тальвеги будут вытянуты преимущественно по диагоналям квадратов, и несколько заниженными, если они будут располагаться параллельно их сторонам*. В целях нейтрализации этого обстоятельства квадраты рекомендуется заменить равновеликими перекрывающимися кругами. Следует, однако, отметить, что при наблюдаемом обычно прихотливом ветвлении эрозионной сети геометрическая форма учетных площадок существенного влияния на результаты измерений не оказывает.

По картам крупного масштаба путем обобщения шкалы и контуров можно составить карту интенсивности горизонтального расчленения в более мелком масштабе. Но в тех случаях, когда охватывается большая территория, обработка исходного крупномасштабного топографического материала представляет очень кропотливую трудоемкую задачу. В этом случае картометрические работы следует проводить на картах масштаба 1 : 200 000 или 1 : 300 000. В полученные данные затем вводят поправки (редукции) за счет технических погрешностей измерения и генерализации. Для этого длины тальвегов эрозионных форм измеряют по карте двумя циркулями с постоянными растворами в 1 мм и 2 мм и по полученным данным с помощью номограммы Г. И. Знаменщикова находят поправку, учитывающую совместное влияние технических погрешностей измерения и генерализации (Николаевская. 1966).

С целью еще большего сокращения картометрических работ при создании мелкомасштабных обзорных карт предварительное составление можно осуществлять в переходном масштабе например или 1 : 1 000 000. Интенсивность расчленения в этом случае проще определять не по сетке равновеликих квадратов, а в рамках листов масштаба 1 : 25 000 или 1 : 50 000. В типичных районах с различной интенсивностью расчленения выбирают небольшие участки (ключи), за которые принимают отдельные трапеции указанного крупного масштаба. Затем непосредственно по крупномасштабным картам или, проще, по карте масштаба 1 : 300 000 с

* Колебания отвечают отношению сторон квадрата к диагонали как 1 : 1,4.

редуцированием в масштабе 1:25 000 в пределах каждого ключа определяют интенсивность горизонтального расчленения. Путем сравнения показателей расчленения, полученных применительно к одним и тем же районам (ключам) по крупномасштабным источникам и на основной карте, для последней устанавливают поправочные коэффициенты, обусловленные генерализацией рельефа и гидрографической сети. После введения поправок получается предварительная карта, которая используется для окончательного составления в более мелком масштабе.

Рассмотренный показатель густоты расчленения представляет собой величину относительную (длина эрозионной сети относится к единице площади). В ряде основных морфометрических показателей он стоит особняком. Два других показателя — глубина расчленения (или, иначе говоря: относительная высота) и угол наклона земной поверхности — обозначаются величинами абсолютными, которые могут быть определены для любой точки (а не только площади) на земной поверхности. Поэтому заслуживают предпочтения карты густоты расчленений, построенные по другому показателю — удаленности водоразделов от ближайших местных базисов денудации.

Карты удаленности от ближайших местных базисов денудации. Показателем густоты расчленения может служить удаленность водораздельных линий от ближайших тальвегов, т. е. от ближайших местных базисов денудации, которая становится тем меньше, чем интенсивнее расчленение, и наоборот. Она является величиной абсолютной и находится в функциональной зависимости от двух других показателей: глубины расчленения или, что то же самое, от высоты склона и среднего угла его падения по формуле $l = \frac{h}{\text{tg } \alpha}$, где h — высота склона, l — заложение склона, или удаленность водораздела от тальвега, α — угол падения склона.

Удаленность водоразделов от базисов денудации легко поддается картографическому выражению при помощи изолиний с получением вполне сравнимых, наглядных, легко воспринимаемых карт.

Для этого на топографической основе крупного масштаба проводят тальвеги эрозионных форм и линии водоразделов. Последние разбивают территорию на сеть элементарных бассейнов (водосборов), размеры которых уже характеризуют густоту расчленения рельефа. Затем в пределах каждого бассейна в характерных местах проводят линии падения склонов и на них откладывают, начиная от тальвега, равные отрезки, длина которых устанавливается в зависимости от масштаба, детальности карты и характера рельефа (например, в масштабе 1:100 000 в среднем через 0,5—1,0 см, т. е. через 0,5—1,0 км на местности). Точки, равно отстоящие от тальвегов, соединяют кривыми, которые, таким образом, являются изолиниями удаленности от ближайших тальвегов (рис. 8). Полосы между изолиниями

удаленности можно закрасить или заштриховать по правилу: чем дальше от тальвега, тем светлее окраска или штриховка.

Тот же прием используют при составлении карт длин линий стока, но только удаленность измеряют в обратном направлении — от водораздельных линий в сторону тальвегов (рис. 9).

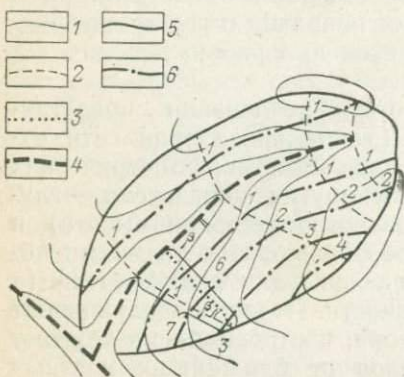


Рис. 8. Построение карты удаленности от тальвегов.

1 — горизонтали; 2 — линии стока; 3 — нормаль к направлению тальвега; 4 — тальвеги; 5 — водораздельные линии; 6 — изолинии удаленности от тальвега

Такие карты более удобны для расчетов интенсивности почвенно-овражной эрозии и других целей.

Описанный способ пригоден для составления карт крупного масштаба. Карты более мелкого масштаба должны составляться на основании крупномасштабных исходных материалов с применением обобщенной шкалы удаленности от тальвегов или водораздельных линий и генерализацией контуров. Можно, в частности, отказаться от проведения изолиний удаленности и выделять площади с общей длиной склонов или общим расстоянием водораздельных линий от тальвегов в определенных интервалах.

При составлении мелкомасштабных карт обычно пользуются средними показателями, что значительно упрощает задачу.

Первоначально на топографическую карту крупного масштаба наносят все линии тальвегов, которые нужно учесть при определении средней расчлененности рельефа, и соответствующие линии водоразделов. Затем для каждого водосбора определяют его площадь (S) и длину тальвегов (a). Разделив площадь S на длину a , получаем среднюю ширину бассейна, половина которой составляет среднюю удаленность водораздела по обе стороны от тальвега (b): $b = \frac{S}{2a}$.

Величина b среднее расстояние от водораздела до тальвега по нормали к последнему. В действительности, удаленность водоразделов от тальвегов должна измеряться вдоль линий падения склонов, т. е. по нормали к горизонталям. Последнее расстояние и является искомым. Оно больше b на величину, которая зависит от угла между линией падения склона и нормалью к тальвегу. Если эта поправка не вводится, то полученный показатель расчленения не будет находиться в простой функциональной зависимости от угла падения и высоты склона, поскольку последние показатели определяются по линии падения земной поверхности.

Если элементарный бассейн (водосбор) резко асимметричен, то среднее расстояние водоразделов вправо и влево от линий тальвегов следует определять раздельно.

После того как все элементарные бассейны будут обработаны, они закрашиваются или заштриховываются в определенной шкале.

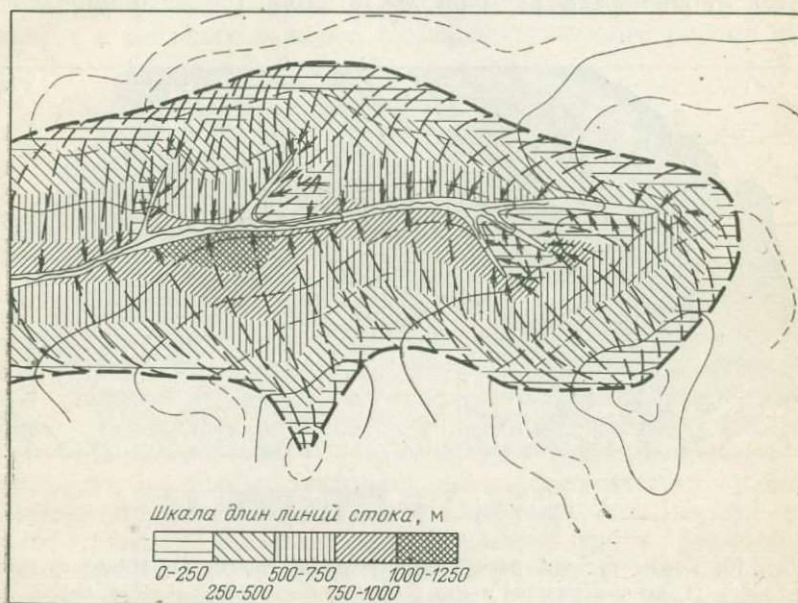


Рис. 9. Карта длин линий стока (по Е. А. Мионовой)

Описанный способ требует кропотливой работы по определению площади каждого элементарного водосбора. Поэтому среднюю удаленность водоразделов от тальвегов обычно определяют для равновеликих квадратов или для небольших трапеций в рамках градусной сети. Выбор сетки трапеций или квадратов и последующие измерения на них осуществляют так же, как указано выше, но только при этом густоту расчленения находят по формуле $b_{\text{ср}} = \frac{S}{2L}$, где S — площадь квадрата или трапеции, L — длина эрозионной сети.

После того как все учетные ячейки (элементарные водосборы, равновеликие квадраты, трапеции) будут обработаны, они закрашиваются или заштриховываются в определенной шкале. По величинам, отнесенным к центрам учетных ячеек (квадратов, трапеций), предварительно можно провести изолинии средней удаленности водоразделов от тальвегов или средних расстояний между соседними понижениями (рис. 10).

Еще менее трудоемкий способ построения мелкомасштабных карт предложил В. М. Чернин (1966). Интенсивность горизонтального расчленения вычисляется по формуле $a = \frac{P}{L}$, где a — средняя длина элементарного ската поверхности, L — длина всех орографических линий (талвегов, водоразделов) в квадрате площадью P . Экономия времени достигается тем, что определения

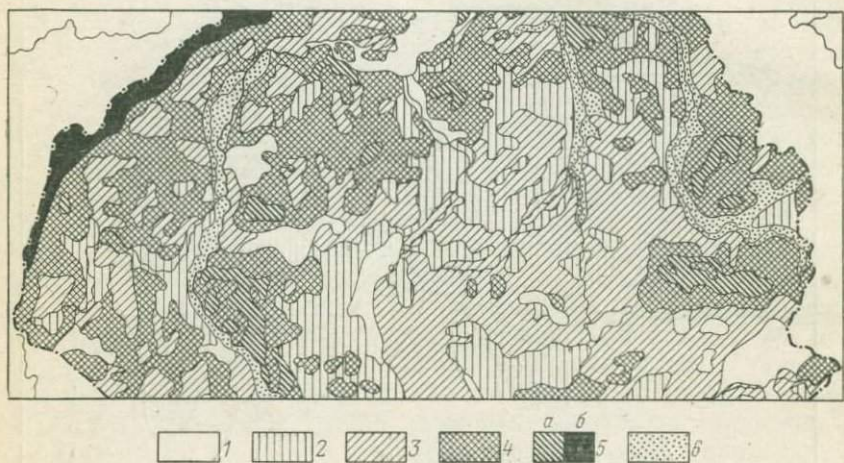


Рис. 10. Карты густоты расчленения рельефа (по Е. М. Николаевской).
Средние расстояния между соседними понижениями рельефа, км:
1 — более 5,0; 2 — 2,5—5,0; 3 — 1,0—2,5; 4 — 0,5—1,0; 5 — менее 0,5 (a — на равнине, b — в горах); 6 — поймы крупных рек

делаются не во всех квадратах, а лишь в их малых выборках, статистически репрезентативных для отдельных геоморфологических районов, предварительно установленных с помощью типологической геоморфологической карты.

Мелкомасштабную карту удаленности водоразделов от талвегов можно построить способом профилей, предложенным В. Н. Ченцовым (1948). Среднюю интенсивность горизонтального расчленения можно определить как среднее расстояние между двумя соседними перегибами профиля — с одной стороны положительной и с другой — отрицательной форм рельефа.

Возьмем профиль длиной d с количеством перегибов m и количеством интервалов между перегибами $m+1$ (рис. 11). Среднее расстояние между соседними перегибами будет равно

$$l = \frac{d}{m+1}$$

Для того чтобы величина характеризовала не один только профиль, а густоту расчленения на определенной площади, последнюю пересекают несколькими взаимно перпендикулярными

профилями длиной d_1, d_2, d_3 и т. д. с количеством перегибов на каждом m_1, m_2, m_3 и т. д. Если общее число профилей n , то средняя удаленность водоразделов от тальвегов для выбранной площади: $l = \frac{D}{M+n}$, где $D = d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n$, а $M = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n$.

При составлении карты территория предварительно районирована, и в пределах каждого геоморфологического района выби-

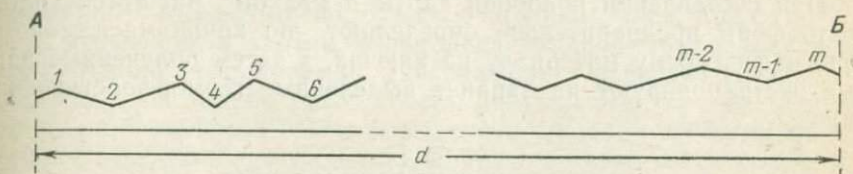


Рис. 11. Профиль рельефа (по В. Н. Ченцову)

рается три-пять небольших участков-ключей с однородным характером рельефа и обеспеченных топографическими картами масштаба 1 : 25 000—1 : 50 000. На последних проводят линии профилей с интервалами порядка 2 км и затем производят определение густоты расчленения. Результаты, полученные по ключам, экстраполируют на всю территорию геоморфологических районов.

Метод профилей в изложенном варианте не вполне правильно отражает интенсивность горизонтального расчленения, так как профили проводятся произвольно по отношению к простираниям эрозивной сети. Величина l будет отклоняться от истинной в сторону увеличения в тех случаях, когда тальвеги и водоразделы (или, точнее, горизонтали) пересекаются профилями не по нормали, а под углом. Это приводит к тому, что густота расчленения рельефа получается ниже истинной.

Указанный недостаток легко можно исправить тем, что профили проводятся не по прямым, а по ломаным линиям так, чтобы от водораздела и до ближайшего тальвега направление профиля отвечало среднему азимуту направления падения склона (Измайлова, 1954).

Карты плотности размещения форм рельефа (западинности, холмистости и пр.) можно составлять в относительном и в абсолютном показателях. Относительный показатель находят по формуле $K_{отн} = \frac{N}{P}$, абсолютный показатель — по формуле:

$K_{абс} = \sqrt{\frac{P}{N}}$, где N — количество западин, холмов или других нелинейных форм на площади P (Николаевская, 1966). Относительный показатель характеризует количество форм на 1 км², абсолютный показатель — среднее расстояние между формами.

На топографических картах крупного масштаба предварительно разбивают сетку равновеликих квадратов и определяют интенсивность расчленения по одному из приведенных показателей. Затем вырабатывают шкалу западинности (холмистости и пр.) рельефа и на основании полученных цифр проводят границы. Оформляют карту методом цветной раскраски или одноцветной штриховки по правилу: чем чаще западины (холмы), тем интенсивнее окраска или штриховка.

При составлении подобной карты в мелком масштабе плотность форм предварительно определяют по крупномасштабному топографическому материалу на ключах, а затем полученные данные экстраполируют на заранее выделенные геоморфологические районы.

КАРТЫ ГЛУБИНЫ РАСЧЛЕНЕНИЯ

Показателем глубины, или интенсивности вертикального расчленения рельефа является амплитуда колебания высот земной поверхности, т. е. превышение вершин положительных форм над дном отрицательных или глубина отрицательных форм относительно вершин положительных.

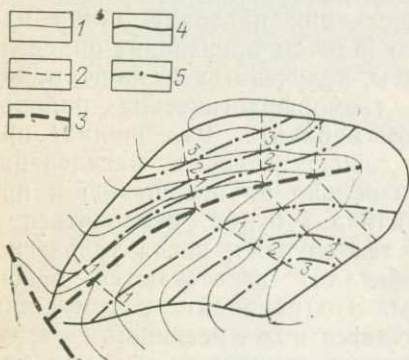


Рис. 12. Построение карты относительных высот

1 — горизонтали; 2 — линии стока; 3 — тальвеги; 4 — водораздельные линии; 5 — изолинии относительных высот

Относительная высота любой точки водораздела или склона, очевидно, должна определяться над той точкой базиса денудации, которая лежит на линии наибольшего падения склона. Проведя эту линию на карте, мы можем определить на ней относительную высоту любой точки с той точностью, с которой позволяет принятое сечение горизонталей. Если нанести несколько линий в разных частях карты и отметить на них точки с одинаковой относительной высотой, то через них можно провести линии

одинаковых относительных превышений.

Для построения детальной карты относительных высот поступают следующим образом (рис. 12). На топографической основе крупного масштаба проводят линии тальвегов долин и балок, представляющих местные базисы денудации, а также водораздельные линии между ними, системой которых территория разделяется на отдельные ячейки элементарных бассейнов (водосборов). От точек замыкания каждой горизонтали по тальвегу долины или балки до пересечения с водоразделом проводят линии наибольшего падения склонов. На каждой линии отмечают точки

пересечения с горизонталями, относительная высота которых легко определяется, так как составляет величину, кратную величине сечения горизонталей. Через точки с одинаковой относительной высотой проводят изолинии превышений. Чтобы карта была наглядна, ее оформляют способом послышной окраски или штриховки. Преимущество указанного способа построения карты заключается именно в том, что он позволяет отобразить истинные превышения земной поверхности над местными базами денудации, что возможно только в крупном масштабе.

С переходом к картам более мелкого масштаба размер сечения изолиний соответственно увеличивают и проводят генерализацию контуров. Можно также совсем отказаться от проведения изолиний относительных высот и выделить площади с общим превышением водоразделов над ближайшими тальвегами в определенных интервалах.

Аналогичным образом можно построить детальную карту глубины расчленения, или сноса. В этом случае линии падения склонов проводят от точек замыкания горизонталей на линиях водоразделов до пересечения с тальвегами. На каждой линии отмечают точки пересечения с горизонталями, через которые проводят изолинии равной глубины сноса.

При составлении карт глубины расчленения широко используют картограммный способ, который значительно упрощает и облегчает работу. На исходном топографическом материале разбивают сетку равновеликих квадратов, размер которых примерно соответствует площади элементарных бассейнов эрозионных форм. При создании карт среднего или мелкого масштаба в качестве исходного топографического материала можно взять листы карты масштаба 1 : 200 000 или 1 : 300 000 с выделением на них сетки трапеций масштаба 1 : 10 000. Площадь этих трапеций в средних широтах равна 18—20 км², что удовлетворяет указанному выше требованию (Николаевская, 1966).

Внутри каждой ячейки (квадрата или трапеции) с точностью до половины принятого на исходном материале сечения рельефа определяют разность высот самого высокого и самого низкого пунктов. После произведенных подсчетов устанавливают шкалу глубины расчленения и проводят границы участков с выделенными интервалами величин. При этом руководствуются рисунком горизонталей, позволяющим придать границам естественные извилистые очертания, более отвечающие особенностям рельефа, чем прямолинейные линии геометрической сетки. Красочное или штриховое оформление карты осуществляют по принципу — чем глубже расчленение, тем темнее окраска или штриховка (рис. 13).

Если найденные показатели нанести в центрах квадратов, то по имеющимся цифровым данным можно провести изолинии глубины расчленения рельефа. В этом случае особенно целесообразно применить способ скользящего окна. Кроме того, для

нейтрализации разности высот в зависимости от направления их падения (по диагонали или параллельно сторонам) в качестве учетных ячеек рекомендуется взять равновеликие круги.

Шкала глубины расчленения рельефа, детальность контуров, условные обозначения должны отвечать масштабу составляемой карты. При большой разнице ее с масштабом исходного топогра-

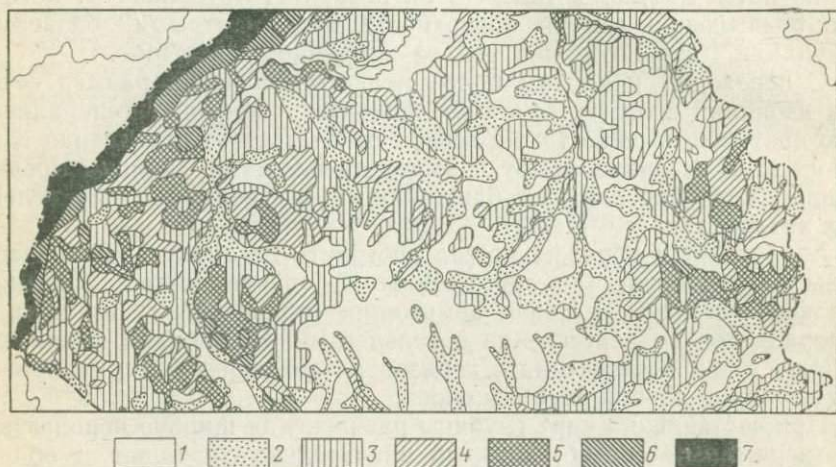


Рис. 13. Карты глубины расчленения рельефа (по Е. М. Николаевской).
Относительные высоты местных базисов эрозии, м: 1 — менее 5; 2 — 5—10; 3 — 10—25; 4 — 25—50; 5 — 50—100; 6 — 100—200; 7 — более 200

фического материала необходимую степень генерализации устанавливают с помощью построения оригинала карты в промежуточном масштабе, например 1 : 1 000 000.

По упоминавшейся выше облегченной методике построения мелкомасштабных морфометрических карт, предложенной В. М. Черниным, карты глубины расчленения составляют по малой выборке квадратов, репрезентативной для предварительно выделенных геоморфологических районов. Показатель вычисляют по формуле $h = \frac{SN}{n}$, где h — средняя высота элементарного

ската, S — сечение рельефа горизонталями, N — количество пересечений орографических (водораздельных, тальвеговых) линий с горизонталями, n — количество элементарных скатов (поверхностей) внутри данного квадрата.

Для построения мелкомасштабных карт можно применить способ определения средней глубины расчленения, предложенный В. Н. Ченцовым. Глубина расчленения по одному профилю определяется как среднее превышение более высоких точек пере-

гибов линии профиля над соседними, более низкими (см. рис. 11). Если общее количество точек на профиле равно m , то

$$h_{\text{ср}} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_{m+1}}{m + 1},$$

где $h_1, h_2, h_3 \dots h_{m+1}$ — разности высот двух соседних перегибов линии профиля.

При числе профилей n и общем количестве перегибов на них M глубина расчленения

$$h = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_{m+n}}{M + n}.$$

Как и при составлении карты интенсивности горизонтального расчленения, для составления описанным способом карты глубины расчленения рекомендуется произвести все предварительные определения на ключах с использованием крупномасштабного топографического материала. При этом можно воспользоваться меньшим количеством профилей, чем при составлении карты густоты расчленения. Результаты, полученные для ключей, распространяются на однородные геоморфологические районы.

Карта будет точнее отражать глубину расчленения рельефа, если профили провести вкрест простирающихся эрозионных форм и не по прямым, а по ломаным линиям, так чтобы между ближайшими перегибами топографической поверхности они шли в общем по падению склона.

Очень важно выбрать подходящую шкалу глубины расчленения, которая отражала бы все особенности строения изображаемого рельефа. Как уже отмечалось выше, это проще всего сделать путем построения кривых распределения выбранного морфометрического показателя.

В нашей стране широкую известность приобрели морфометрические карты, составляемые по методике, детально разработанной В. П. Философовым (1960). Среди них карты остаточного рельефа и карты сноса представляют собой варианты карт интенсивности вертикального расчленения рельефа, так как на первых отображаются относительные высоты положительных форм над базисами эрозии, а на вторых — глубина эрозионных форм по отношению к вершинам водоразделов. Методика построения этих карт следующая.

Карты остаточного рельефа. Первоначально строят карту базисной поверхности, т. е. такой условной поверхности, которая проходит через тальвеги эрозионных форм. Для этого на крупномасштабной топографической основе сначала выделяют (поднимают) тальвеги всех эрозионных форм. Затем, пользуясь абсолютными отметками уреза воды в реках и пересечениями тальвегов с горизонталями, проводят изобазиты, т. е. плавные кривые, которые соединяют точки с одинаковыми высотами тальвегов (рис. 14). Эти кривые пересекают водоразделы на некотором

более низком уровне, отвечающем положению базисной, или цокольной, поверхности.

Следует заметить, что изобазиты проводят с учетом высоты тальвегов эрозионных форм, начиная со второго, третьего или более

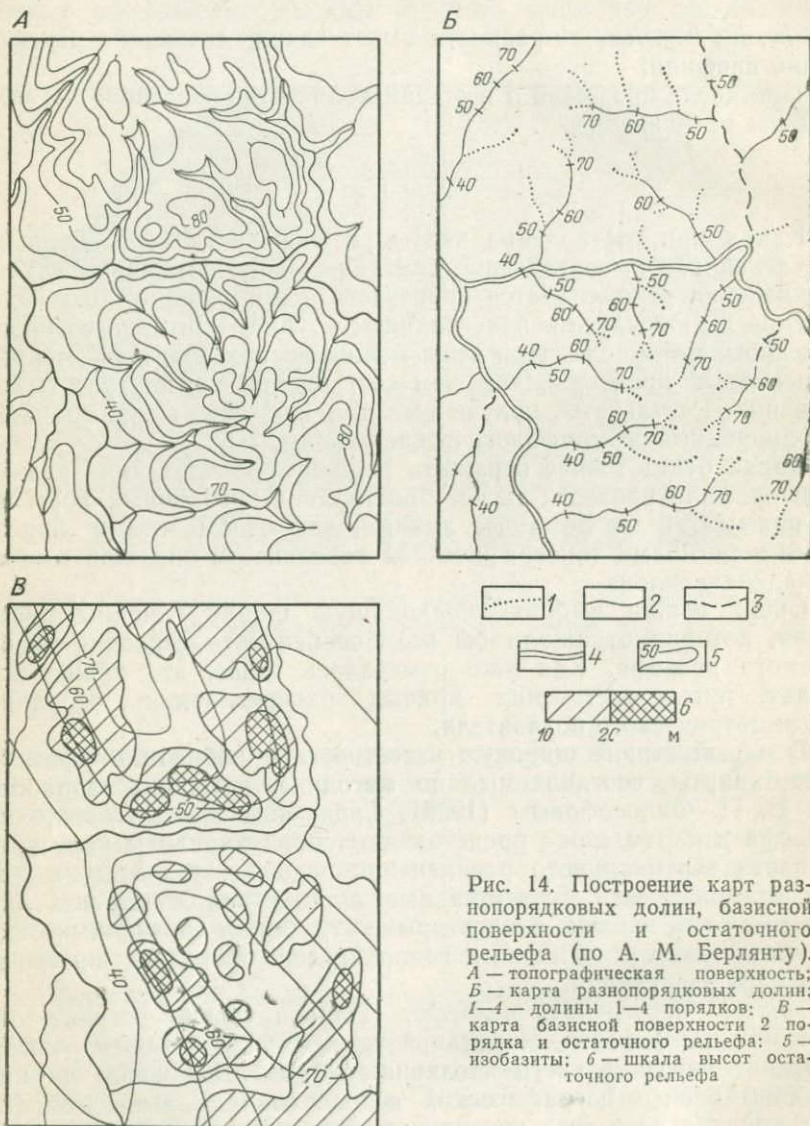


Рис. 14. Построение карт разнопорядковых долин, базисной поверхности и остаточного рельефа (по А. М. Берлянту). А — топографическая поверхность; Б — карта разнопорядковых долин; 1—4 — долины 1—4 порядков; В — карта базисной поверхности 2 порядка и остаточного рельефа; 5 — изобазиты; 6 — шкала высот остаточного рельефа

высокого порядка, а все наиболее дробные разветвления эрозионной сети при этом не учитываются. Поэтому на топографической основе сначала устанавливают порядок каждой эрозионной формы,

руководствуясь правилами, о которых было сказано выше. Тальвеги одного и того же порядка вычерчивают одинаковым линейным знаком (цветным или одноцветным разного вида).

Чем выше порядок долин, учтенных при построении карты, тем сильнее условный рельеф базисной поверхности отличается от фактически наблюдаемого рельефа топографической поверхности. Разность их высот в каждой данной точке соответствует относительной высоте современного рельефа или, по В. П. Фило-софову, остаточной высоте.

Распределение относительных (остаточных) высот можно передать при помощи изолиний, соединяющих точки с одинаковыми относительными (остаточными) высотами. Последние определяют путем вычитания высот базисной поверхности из высот топографической поверхности в точках пересечения изобазит и горизонталей (см. рис. 14). Таким образом, по методике построения эта карта аналогична охарактеризованной выше карте относительных превышений по микроводосборам. Разница заключается в том, что на последней карте относительные высоты определяют по линиям тока и с учетом линий водоразделов, что позволяет точнее передать превышения над местными базисами денудации.

Карты сноса (глубины расчленения). Эти карты представляют собой как бы негативный слепок карты остаточного рельефа.

Первоначально строят карту вершинной, или покровной поверхности, т. е. такой условной поверхности, которая проходит, касаясь вершин водоразделов. Для этого на топографической основе проводят все водораздельные линии, которые, как и тальвеги, подразделяют на линии 1-го, 2-го и 3-го и т. д. порядка. Далее отмечают точки пересечения водоразделов горизонталями, подписывают высоты и через точки одинаковой высоты проводят изолинии вершинной поверхности. Эти изолинии представляют собой обобщенные горизонталы, полученные путем исключения эрозийных понижений. Степень обобщения будет различна в зависимости от того, какого порядка формы были исключены. Обычно это бывают эрозийные формы и отвечающие им водораздельные линии 1-го и последующих ближайших порядков. Поэтому можно различать вершинные поверхности 2-го, 3-го и т. д. порядков.

Вычитая высоты топографической поверхности из высот вершинной поверхности в точках пересечения соответствующих горизонталей, получают набор цифр, по которым на карте проводят изолинии величины сноса, или глубины расчленения рельефа.

Можно, наконец, построить карту общей глубины расчленения рельефа, или мощности «пласта эрозии», по С. С. Воскресенскому. Для этого на топографической основе проводят одного и того же порядка изобазиты и обобщенные (покровные) горизонталы. В точках их пересечения определяют разность высот и по найденным величинам проводят изолинии общей глубины расчленения рельефа.

Для построения мелкомасштабных карт этого же типа можно воспользоваться методикой Р. Х. Пириева. Общую глубину расчленения, или относительную высоту рельефа он также определяет как разность экстремальных (наибольших и наименьших) высот топографической поверхности. Экстремальные высотные отметки на территории Азербайджана он определял по квадратам площадью 100 км² на местности. По полученным высотным отметкам сначала строились карты экстремальных высот в изолиниях, а затем путем вычитания минимальных высот из максимальных — карты глубины вертикального расчленения.

КАРТЫ КРУТИЗНЫ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

В качестве показателя крутизны земной поверхности могут быть приняты: угол наклона (α) и отвлеченная величина — уклон (i), равный $\text{tg } \alpha$.

До введения метода горизонталей рельеф на топографических картах изображался при помощи штрихов по правилу: чем круче склон, тем короче и толще штрихи.

Хотя изображение рельефа при помощи штрихов получается очень выпуклое и наглядное, тем не менее определить по такой карте величину падения склона довольно затруднительно. Это объясняется тем, что при одноцветных штрихах и постепенных переходах от одной градации к другой границы между участками, имеющими различные углы падения склонов, мало заметны.

Гораздо проще технически и не менее наглядно можно изобразить углы наклона земной поверхности при помощи условной штриховки (различного рисунка и интенсивности) или, лучше, при помощи цветной фоновой окраски.

Реальное распределение крутизны земной поверхности можно отобразить только на картах крупного масштаба с использованием детальных топографических материалов. Сначала разрабатывают шкалу градаций углов наклона, которая может быть различна в зависимости от того, для каких целей составляется карта (изучение интенсивности и качественного своеобразия склоновых процессов, почвенно-овражной эрозии, оценка проходимости территории, трассирование дорожных магистралей, каналов и пр.).

Пользуясь помещенным на топографической основе масштабом заложений, на карте выделяют участки с искомой крутизной склонов. Практически это осуществляют с помощью измерителя или, лучше всего, пользуясь специальными палетками из прозрачного материала. Палетки бывают двух видов: с линейными отрезками на краях или с вырезанными внутри кружками, размеры которых соответствуют величине заложения склонов в принятых градациях крутизны¹.

¹ Для построения карты углов наклона земной поверхности, а также других морфометрических карт в настоящее время все чаще применяют различные способы автоматического считывания морфометрических показателей.

Оформляют карту одноцветной штриховкой или цветной фоновой окраской по правилу: чем круче поверхность, тем темнее штриховка или окраска.

При составлении карт крутизны земной поверхности в более мелком масштабе генерализацию следует проводить путем обобщения шкалы углов наклона, обобщения контуров с отбрасыва-

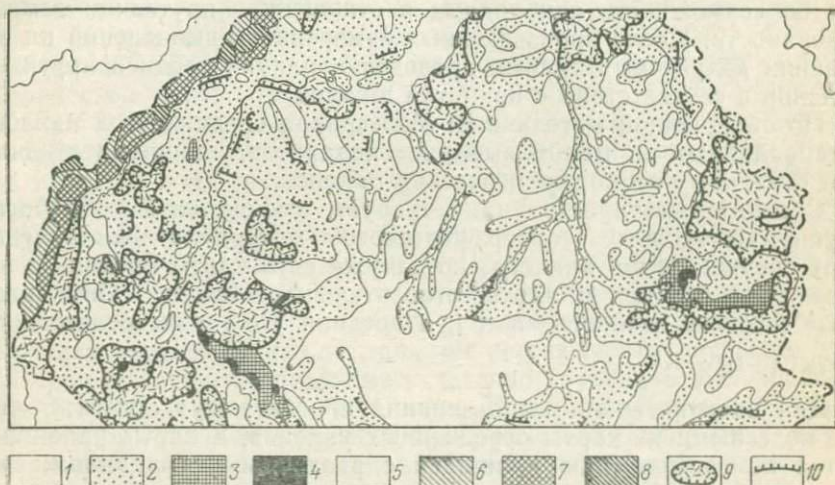


Рис. 15. Карты углов наклона поверхности (по Е. М. Николаевской): на равнине 1—менее $0^{\circ}30'$, 2— $0^{\circ}30'$ — $1^{\circ}00'$, 3— $1^{\circ}30'$ — 6° , 4— 6° — 20° ; в горах: 5— 0° — 6° , 6— 6° — 20° , 7— 20° — 45° , 8—более 45° ; 9—районы с преобладанием склонов круче 6° ; 10—склоны вдоль речных долин круче 6° .

нием мелких незначительных деталей, выделяя, вместе с тем, характерные, типичные уклоны. Если последние занимают настолько узкие полоски, что их невозможно изобразить фоновой окраской или штриховкой, то следует применять линейные условные знаки, оговаривая в легенде, какие предельные углы наклона каждый такой знак изображает (рис. 15).

Если такая карта составляется непосредственно по средне-масштабным картографическим источникам, то нужно иметь в виду, что в этом случае передаются лишь средние обобщенные уклоны, так как горизонталы на таких картах бывают генерализованы и проводятся через большие высотные интервалы.

Средний угол наклона земной поверхности можно определить с помощью топографической карты по сетке равновеликих квадратов, используя для этого формулы: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h \Sigma L}{P}$, где α — средний угол наклона земной поверхности, h — высота сечения рельефа горизонталями, ΣL — сумма длин горизонталей на площади квад-

рата P (Вахтин, 1930, 1931; Волков, 1950) или $\operatorname{tg} \alpha = \frac{SN}{L}$, где S — высота сечения рельефа, N — количество пересечений орографических линий горизонталями, L — длина всех орографических линий в квадрате (Чернин, 1966).

Для построения карты на топографической основе разбивают сетку равновеликих квадратов с охватом каждым из них участков по возможности однородных в отношении крутизны земной поверхности. После произведенных измерений и вычислений на основании полученных данных проводят изолинии средней крутизны склонов в соответствии с принятой шкалой.

По облегченной методике В. М. Чернина средний угол наклона устанавливают по малой выборке квадратов, репрезентативных для отдельных геоморфологических районов.

Сравнительно просто и не требует специальной обработки крупномасштабного топографического материала составление карт средних углов наклона, когда уже есть карты средних длин заложения склонов и карты относительных высот. Они сразу дают готовые величины h и l , а средний угол α вычисляется по формуле $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{l}$.

Для практического использования иногда могут оказаться более полезными не карты осредненных уклонов, а карты районирования по соотношению площадей с различными градациями реально наблюдаемых (истинных) углов наклона земной поверхности. Методика построения подобных карт рассматривается в работе Е. А. Мироновой (1958).

Карты густоты, глубины расчленения и крутизны земной поверхности в совокупности дают очень полное и наглядное представление о морфометрии рельефа, однако в ряде случаев бывает необходимо отобразить эти показатели на одной комплексной или синтетической карте.

КОМПЛЕКСНЫЕ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Каждый из трех основных количественных показателей рельефа является функцией двух других. Так, при одной и той же глубине расчленения углы склонов и густота расчленения могут быть различны, при одних и тех же углах наклона поверхности — различны глубина и густота расчленения, а при одной и той же густоте расчленения — различны углы и глубина расчленения. Таким образом, из названных трех частных показателей минимум два в своей совокупности достаточно полно характеризуют рельеф.

Наряду с частными картами желательно построение комплексных и синтетических морфометрических карт.

Примером одной из попыток создать такую карту может служить карта интенсивности расчленения рельефа, составленная В. Н. Ченцовым (1948). Штриховым фоном на ней показаны укло-

ны; дополнительно проведены границы площадей с одинаковой густотой и глубиной расчленения. Эти два показателя обозначены двухзначными цифрами от 00 до 78. Первая цифра — номер ступени шкалы густоты расчленения, вторая — глубины расчленения на соответствующих картах.

Подобный прием делает карту мало наглядной. Кроме того, подлинно синтетической характеристики рельефа на ней не дается, поскольку она получается путем простого наложения друг на друга частных морфометрических показателей.

Другой прием составления также скорее комплексной морфометрической карты предложил Н. М. Волков (1950). Горизонтальную и вертикальную расчлененность рельефа он рекомендует изображать при помощи системы взаимно перпендикулярных тонких штрихов, взяв расстояние между вертикальными линиями равным показателю густоты расчленения, а расстояние между горизонтальными линиями — показателю глубины расчленения. В этом случае форма и размеры ячеек штриховки графически изобразят расчленение рельефа. И густоту расчленения — удаленность водоразделов от тальвегов, и глубину расчленения автор предлагает выразить просветом между линиями штриховки в масштабе карты. Если же масштаб карты недостаточно крупен, то эти просветы можно пропорционально увеличить. При одинаковом вертикальном и горизонтальном масштабах штриховки угол между диагональю ячейки и горизонтальной линией графически должен изобразить средний угол наклона поверхности.

На цветных геоморфологических картах линии штриховки предлагается сделать белыми, оставив в фоновой окраске пробельные линии. Отдельные морфологические районы, выделенные по синтетическим показателям, оконтуриваются линиями, а внутри каждого района наносится несколько прямоугольников или треугольников со сторонами, соответствующими величинам густоты и глубины расчленения рельефа.

Автор оговаривается, что глубина расчленения обычно меньше, чем расстояние между ближайшими водораздельными линиями и тальвегами. Поэтому нередко трудно сохранить один и тот же масштаб для графического выражения этих величин. В таком случае масштаб горизонтальной штриховки нужно взять крупнее, чем вертикальной, несмотря на то, что получится нежелательное искажение геометрического подобия.

Некоторые авторы делают попытку построения морфометрических карт с использованием особых морфометрических показателей, определяемых по рассмотренным выше частным показателям густоты, глубины расчленения рельефа и крутизны земной поверхности. В частности, сюда относятся показатели:

интенсивности эрозионных процессов (Худяков и Знаменщиков, 1963): $h_3 = K \operatorname{tg} \alpha$, где K — показатель густоты эрозионной сети в км/км², α — средний угол наклона топографической поверхности на площади учетных равновеликих квадратов;

интенсивности эрозионного расчленения (Якименко, 1970): $Q = \frac{\Delta H L}{P^2}$, где ΔH — разность высот, L — длина эрозионной сети на равновеликих квадратах площадью P .

Эти показатели, по мнению авторов, особенно пригодны при выявлении методами морфометрии морфоструктурных элементов территории. Они, в сущности, отображают частные морфометрические признаки рельефа. Так, показатель интенсивности эрозионных процессов геометрически представляет собой среднюю высоту земной поверхности над местным базисом на единице площади.

Ф. С. Геворкян (1972) предложил использовать в качестве комплексного морфометрического показателя сумму баллов, характеризующих угол наклона, густоту и глубину расчленения земной поверхности, а также экспозицию склонов. Этот показатель может быть полезен при изучении интенсивности современных рельефообразующих процессов: селей, эрозии почв, линейной эрозии и др.

Подлинно синтетическими морфографическими и морфометрическими картами являются обычные топографические и гипсометрические карты с изображением рельефа при помощи горизонталей (изогипс). Они совмещают все основные частные морфографические и морфометрические характеристики, которые могут быть извлечены и обычно извлекаются из них для составления специальных карт.

К синтетическим относятся также мелкомасштабные обзорные карты, на которых выделяются морфологические группировки, классифицируемые по комплексу основных морфографических и морфометрических показателей.

В геоморфологии принято различать две основные морфологические категории рельефа — горы и равнины, которые вместе с тем являются и основными генетическими категориями. Для построения карт нужна детальная классификация гор и равнин прежде всего по их внешним — морфографическим и морфометрическим — признакам. Известен ряд попыток построения подобного рода классификации. Так, М. Ф. Срибный (1956 г.) предложил выделять двенадцать классов рельефа, главным образом по средней крутизне склонов.

Для характеристики рельефа широко также используются абсолютные высоты, глубина расчленения. Именно по этим двум показателям Д. А. Лилиенберг и Д. А. Тимофеев (1963 г.) предложили разделять рельеф горных стран.

Нами также была сделана попытка построения классификации рельефа по основным морфографическим и морфометрическим признакам.

По относительной высоте положительных форм над ближайшими местными базисами денудации различаются горы и равнины. Таким образом, эти исходные категории рельефа выделяются по чисто физиономическим признакам, т. е. в соответствии со

взглядами И. С. Щукина (1960, 1964). Этим наше понимание гор и равнин отличается от понимания В. П. Философова. Названный исследователь вносит в свои определения дополнительный структурный признак, полагая, например, что равнины могут существовать только в пределах плит (платформ, в его понимании), и выделять их на щитах и тем более в складчатых областях нельзя. Благодаря этому классификация утрачивает необходимую стройность и логичность построения.

Следуя далее чисто физиономическим признакам, мы разделяем равнины на холмистые и плоские (табл. 3). В каждой из трех основных категорий рельефа (гор, плоских и холмистых равнин) выделяются свои морфографические и морфометрические субкатегории. Последние различаются по абсолютной высоте, по относительной высоте (глубине расчленения), по густоте расчленения (удаленности водоразделов от ближайших базисов денудации) и по углам наклона земной поверхности.

В зависимости от абсолютной высоты плоские и холмистые равнины могут быть низкие, возвышенные и нагорные. Они, кроме того, подразделяются на низкие, средневысотные, высокие и очень высокие. Для всех плоских и холмистых равнин принята единая градация абсолютных высот. Также по абсолютной высоте различаются низкие, средневысотные, умеренно высокие, высокие и высочайшие горы.

На основе определенной шкалы относительных высот, т. е. по вертикальным размерам форм рельефа, образующих плоскоравнинные, холмисто-равнинные и горные морфологические комплексы, выделяются разновидности рельефа с очень мелкими, мелкими, средними, крупными и очень крупными формами. Например, плоская мелкобугристая или плоская крупногрядистая равнина, крупнохолмистая или мелкоувалистая равнина, мелкие или крупные горы.

Шкалы густоты расчленения и углов наклона земной поверхности предлагаются единые для всех категорий равнин и гор от очень слабо до очень сильно расчлененных и от очень пологих до очень крутых и отвесных.

В зависимости от характера компонентов морфологические комплексы могут быть разной сложности. Простейшие комплексы включают только равнинные, холмистые или горные формы. Сложные комплексы состоят из закономерно сочетающихся друг с другом разнообразных форм и простых комплексов. Последние получают название по преобладающим (т. е. занимающим более 50% площади) и сопутствующим компонентам.

Морфологические комплексы, характеризующиеся по указанным выше физиономическим признакам, могут быть объектами изображения на обзорных синтетических картах, причем с уменьшением их масштаба переходят к выделению более сложных единиц рельефа.

Морфологические комплексы рельефа

Основные категории (превышения над ближайшими базами денудации, м)	Морфографические категории	Морфометрические категории			
		по абсолютной высоте, м	по относительной высоте или глубине расчленения, м	по густоте расчленения (удаленности водоразделов от ближайших базисов денудации), м	по крутизне склонов, град.
Плоские равнины (до 10 м)	Волистые, бугристые, гривистые, западинные и пр.	Низменности очень низкие равнины 0—75 низкие равнины 75—150 средневысотные равнины 150—200 Возвышенности низкие 200—300 средневысотные 300—400 высокие 400—500 Нагорные равнины низкие 500—1000 средневысотные 1000—2000 высокие 2000—3000 очень высокие более 3000	Очень мелко расчлененные до 10 Мелко расчлененные 10—25 Среднерасчлененные 25—50 Глубоко (крупно) расчлененные 50—75 Очень глубоко (очень крупно) расчлененные 75—100	Очень сильно расчлененные менее 50 Сильно расчлененные 50—100 Очень дробно расчлененные 100—250 Дробно расчлененные 250—500 Умеренно расчлененные 500—1000 Слабо расчлененные 1000—2000 Очень слабо расчлененные более 2000	С очень пологими склонами 0—1 Со среднепологими » 1—2 С пологими » 2—4 С полого-покатыми » 4—6 С покатыми » 6—8 С круто-покатыми » 8—10 С умеренно крутыми » 10—15 С крутыми » 15—30 С очень крутыми » 30—45 С обрывистыми » более 45
Холмистые равнины (10—100 м)	Грядовые, увалистые, сопочные котловинные, долинно-балочные и пр.				
Горы (более 100 м)	Островные, расчлененные на хребты и вершины с плоскими, округлыми, острыми гребнями и пр.	Очень низкие до 500 Низкие 500—1000 Средневысотные 1000—2000 Высокие 2000—3000 Очень высокие 3000—5000 Высочайшие более 5000	Очень мелко расчлененные 100—250 Среднерасчлененные 250—500 Глубоко (крупно) расчлененные 500—750 Очень глубоко (очень крупно) расчлененные 750—1000 С глубочайшим (крупнейшим расчленением) более 1000		

* *
*

Морфометрические карты дают возможность подвести объективные цифровые показатели под характеристики форм рельефа, морфологических комплексов и геоморфологических районов. По ним можно судить об амплитуде новейших тектонических движений и о характере неотектонических структур, об интенсивности современных геоморфологических процессов, их качественном своеобразии.

Карта густоты расчленения, характеризуя степень освоения территории эрозионной сетью, помогает установить стадию развития рельефа, его относительный (морфологический) возраст. Карта глубины расчленения дает наглядное представление о господствующих формах рельефа, равнинных с неглубоким расчленением, холмистых, горных. Карта углов наклона земной поверхности характеризует качественные особенности и интенсивность склоновых процессов.

Морфометрические карты помогают решать важные практические задачи: сельскохозяйственные (нарезка полей севооборота, выявление пригодности территории для машинной обработки, изучение почвенно-овражной эрозии и разработка мер борьбы с нею, трассирование ирригационной сети, определение способов орошения на различных участках, высота подачи воды местных рек на водораздельные поверхности), с дорожным, промышленным и гражданским строительством (выявление допустимых уклонов, размеров вертикального и горизонтального расчленения, оценка строительных площадок, трассирование дорожных магистралей, определение объема земляных работ и пр.).

Существуют и другие пути использования морфометрических карт, в частности, при гидрологических исследованиях (изучение условий поверхностного стока). В практической работе их часто составляют независимо от генетических геоморфологических карт.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ ДНА МИРОВОГО ОКЕАНА

Отечественные и зарубежные геоморфологи накопили уже немалый опыт составления обзорных геоморфологических карт дна Мирового океана в целом и его отдельных частей. В нашей стране издано немало геоморфологических карт дна морей и океанов.

Г. Б. Удинцев (1957) впервые разработал обстоятельную схему генетической классификации подводного рельефа и на ее основе — легенду для геоморфологической карты дна морей и океанов. В дальнейшем эту работу продолжали А. В. Живаго, В. Ф. Канав, О. К. Леонтьев и др.

В последнее время проект легенды геоморфологической карты дна океанов и морей был предложен А. В. Живаго и Л. К. Зантонским (Геоморфологическое картоведение СССР и частей света, 1973).

Опыт показывает, что в основе геоморфологических карт дна Мирового океана, также как и карт суши, должно лежать представление о формировании подводного рельефа в результате одновременного воздействия на поверхность твердой оболочки Земли эндогенных и экзогенных процессов. Эндогенные процессы создают наиболее крупные неровности подводного рельефа — морфоструктуры, обусловленные тектоникой земной коры, вулканические формы. Под воздействием экзогенных процессов образуются формы морфоскульптуры, которые, в отличие от существовавших до недавнего времени представлений, отличаются большим разнообразием и повсеместно оказывают заметное влияние на развитие подводного рельефа.

Для понимания и изображения подводных морфоструктур весьма важны современные представления о наиболее крупных частях дна Мирового океана и отвечающих им различных типах структуры земной коры (Леонтьев, 1968; Удиенцев, 1972 и др.). К ним относятся: подводная окраина материков — материковые платформы с корой материкового типа, переходная зона — современные геосинклинали с корой переходного (субматерикового и субокеанического) типа, ложе океана — океанические платформы (талассократоны) с корой океанического типа, срединно-океанические хребты — внутриокеанические подвижные пояса (георифтогенали) с корой особого (срединно-океанического) типа. В каждой из названных частей выделяются более дробные морфоструктуры разного порядка, которые под водой в местах относительно слабого воздействия экзогенных процессов сохраняют свой первично-тектонический облик.

Подводная окраина материков включает шельф (материковую отмель), материковый склон, соответствующий краю материковой платформы, очерченному континентальной флексурой, разломами, и материковое подножие. Здесь наблюдаются те же морфоструктуры, что и в надводной части материковых платформ. Это платформенные подводные равнины, котловины-синеклизы, подводные возвышенности — антеклизы, впадины-прогибы, подводные гряды-валы, отдельные небольшие положительные и отрицательные формы, выделенные брахиструктурами, солянокупольными структурами.

На дне морей и океанов могут оказаться затопленными периферические части эпиплатформенных орогенических областей с их морфоструктурами типа подводных глыбовых и глыбово-складчатых кряжей и хребтов, межгорных котловин-прогибов, грабен-синклиналей и грабенов. Большую роль в формировании рельефа подводной окраины материков играют разломы, по которым происходят смещения поверхности шельфа с образованием уступов,

ступеней, краевых плато, каньонов, располагающихся на разных глубинах до самого материкового подножия.

В пределах современных геосинклиналей и подводной части кайнозойских складчатых систем выделяются подводные, частично надводные горные поднятия — геоантиклинали (островные дуги), глубокие котловины современных геосинклиналей, краевые океанические желоба и желоба окраинных морей, соответствующие эвгеосинклинальным прогибам, ограниченные разломами и надвижками. На фоне этих основных морфоструктур развиты более дробные типы складчатых и складчато-глыбовых хребтов, предгорных и межгорных прогибов-впадин.

В пределах океанических платформ развиты абиссальные платформенные равнины-талассократоны, поднятия-талассоантеклизы, котловины-талассосинеклизы, валы-антиклинали, глыбовые кряжи, хребты, впадины-грабены. Наконец, в пределах георифтогенальных областей в качестве основных морфоструктур различаются срединно-океанические орогенические поднятия с рифтовыми долинами и хребтами в осевой зоне.

Как отмечалось, на дне Мирового океана повсеместно действуют экзогенные факторы. Там, где они активно осуществляют денудационную (деструктивную) деятельность, формируются структурно-денудационные формы рельефа с элементами препарировки относительно прочных геологических тел. Там же, где с экзогенными факторами связана аккумуляция материала, первично-тектонический рельеф может оказаться более или менее сильно видоизмененным (сглаженным) вследствие накопления неравномерного чехла рыхлых наносов. Такой рельеф можно назвать структурно-аккумулятивным.

Структурно-денудационные формы и элементы рельефа наблюдаются обычно в пределах подводной окраины материков. Их образование обусловлено деятельностью либо субаэральных агентов в период, предшествовавший затоплению суши, либо волновой абразии и подводной течениевой эрозии в береговой зоне и вне ее. Здесь выделяются структурно-денудационные уступы, ступени, гряды, кряжи, возвышенности, типология которых может быть установлена по аналогии с денудационными морфоструктурами суши.

На дне Мирового океана широко развиты вулканические формы рельефа: конусы, щиты, массивы, хребты, нагорья. Они образовались и образуются вследствие излияний основной и ультраосновной лавы, а в переходной зоне также кислой лавы.

Под воздействием экзогенных агентов формируются разнообразные генетические типы подводной морфоскульптуры, для которых В. Ф. Канаев и Г. Б. Удинцев применяют предложенный нами термин «генетически однородные поверхности». Их типология, обстоятельно разработанная названными и другими исследователями подводного рельефа, может быть представлена в виде следующей системы соподчиненных генетических категорий:

1. Рельеф, созданный ветровым волнением.
2. Рельеф, созданный морскими течениями (морской флювиальный).
 - 2.1. Обусловленный деятельностью суспензионных (мутьевых) потоков,
 - 2.1.1. Эрозионный: ложбины; желобы, долины;
 - 2.1.2. Аккумулятивный: гривы, валы, шлейфы.
 - 2.2. Обусловленный деятельностью придонных течений (приливо-отливных, сгонно-нагонных, сточных и др.);
 - 2.2.1. Эрозионный: впадины, борозды, ложбины, каньоны;
 - 2.2.2. Аккумулятивный: прирусловые валы, гривы, косы, шлейфы.
3. Рельеф, созданный гравитационными процессами (морской гравитационный).
 - 3.1. Обвально-осыпной.
 - 3.1.1. Денудационный: уступы, стенки срыва, 3.1.2. Аккумулятивный, обвально-осыпные откосы, шлейфы.
 - 3.2. Оплывно-оползневой.
 - 3.2.1. Денудационный: уступы, стенки срыва, 3.2.2. Аккумулятивный: ступени, бугры, шлейфы.
4. Рельеф ледниково-морского, ледово-морского происхождения.
 - 4.1. Эрозионный: впадины, ложбины;
 - 4.2. Аккумулятивный: холмы, гряды;
5. Рельеф карстового происхождения: карры, воронки, гроты, ячеи.
6. Рельеф биогенного происхождения.
 - 6.1. Деструктивный: уступы, ниши;
 - 6.2. Аккумулятивный: коралловые рифы, острова.
7. Рельеф, обусловленный осаждением материала вне воздействия волн, течений и других факторов.
 - 7.1. Аккумулятивный терригенный, биогенный, хемогенный: плоскоравнинные и волнистые поверхности дна глубокого моря.

В специфических условиях развития морского дна происхождение отдельных форм и элементов рельефа нередко бывает обусловлено действием двух-трех и более экзогенных факторов. Это обстоятельство, а также недостаточная изученность морского дна заставляют прибегать к выделению на геоморфологических картах элементов и форм рельефа сложного происхождения, например, обусловленных морскими придонными течениями и суспензионными потоками, эрозией придонных течений и гравитационными процессами на склонах и т. п.

В качестве генетической разновидности подводного рельефа В. Ф. Канаев, Г. Б. Удинцев и др. выделяют поверхности выравнивания: поверхность прибрежной отмели, выравненной абразионно-аккумулятивной деятельностью во время эвстатического поднятия уровня Мирового океана в послеледниковое время, поверхно-

сти такого же происхождения, но другого возраста и уровня, чем прибрежная отмель, поверхности эрозионно-аккумулятивного выравнивания в сфере действия придонных морских течений, поверхности аккумулятивного выравнивания (терригенного, биогенного, хемогенного) вне воздействия волн и течений. Наряду с аккумулятивными выровненными поверхностями особо различается аккумулятивный рельеф с тенденцией к выравниванию первичных неровностей морского дна и рельеф с тенденцией к продолжительному сохранению первичных неровностей морского дна вследствие равномерного осаждения осадков вне воздействия волн и придонных течений.

Наконец, на дне океанов и морей, главным образом в зоне шельфа, нередко наблюдаются формы рельефа, которые возникли вследствие воздействия экзогенных агентов, но не под водой, а на поверхности суши. При последующем повышении уровня океана они были затоплены, но до сего времени сохранили отчетливые морфологические признаки своего субаэрального происхождения. К таким формам относятся речные долины с террасами, коренными берегами, конечные морены, трюги и др., типология которых была рассмотрена выше применительно к геоморфологическим картам суши.

Отмеченные генетические категории и морфологические разновидности подводного рельефа могут быть показаны как на общей, так и на частных геоморфологических картах.

На общих картах дна морей и океанов, так же как поверхности суши, морфоструктуры целесообразно изображать контурными, линейными и штриховыми знаками разного цвета и рисунка. Толстыми линиями ярких тонов выделяют контуры, осевые линии наиболее крупных геоструктурных образований: край шельфа (материковой отмели), подножные материкового склона, границы ложа океана, срединно-океанических хребтов. Более тонкими менее яркими линиями обозначают контуры, осевые линии океанических желобов и валов, возвышенностей и горных сооружений, края ступеней и подножия уступов, а также других названных выше подчиненных морфоструктурных элементов. При этом рисунок и цвет условных знаков должен характеризовать морфологические и генетические особенности форм. Линейными знаками выделяют разломы разной протяженности, глубины и выраженности в рельефе.

Вулканические формы, сохранившие под водой свой первичный рельеф, и формы экзогенной морфоскульптуры изображают цветным фоном, при этом для вулканического рельефа используют розовые тона, абразионно-аккумулятивного — желтые и желто-зеленые, морского эрозионно-аккумулятивного — зеленые и для глубоководного рельефа неволновой аккумуляции — голубые и синие тона. Внемасштабными и линейными знаками разного цвета и рисунка изображают отдельные формы и элементы рельефа в зависимости от их генезиса и морфологических черт. Среди них особо

выделяют сохранившиеся формы затопленного рельефа субаэрального происхождения.

На геоморфологических картах морского дна следует отобразить также возраст рельефа. Однако в полной мере это сделать невозможно прежде всего из-за недостаточности фактического материала. Можно попытаться определить возраст лишь некоторых элементов и форм рельефа хотя бы в укрупненной геологической шкале, например возраст форм затопленного субаэрального рельефа, подводных абразионно-аккумулятивных уровней, морских террас и др. Одно это может дать некоторую основу для суждений о развитии подводного рельефа во времени.

Г. Б. Удинцевым совместно с В. Ф. Канаевым и Л. К. Затонским были созданы оригинальные геоморфологические карты: 1) подводной части Курило-Камчатской дуги — в цветном оформлении и 2) дна дальневосточных морей СССР и прилегающих частей Тихого океана — в черно-белом оформлении. В их основу была положена легенда, разработанная Г. Б. Удинцевым (1957).

На этих картах поверхности подводного выравнивания выделяются только контурными линиями, что едва ли правильно. На наш взгляд, их следует изображать качественным фоном наравне с генетически однородными поверхностями, тем более что в характеристику категорий неволнового аккумулятивного рельефа в качестве существенного признака входит степень выравнинности первичных неровностей морского дна за счет аккумуляции. Кроме того, для большей наглядности морфоструктуры дополнительно должны быть обозначены штриховыми знаками, подобранными так, чтобы они не затемняли цветного фона и не создавали перегрузки.

В качестве морфометрических показателей на карте подводной части Курило-Камчатской дуги фигурируют отметки глубин некоторых элементов подводного рельефа, что явно недостаточно. Более полную информацию о морфографии и морфометрии морского дна можно получить лишь с помощью системы изобат. Поэтому их рекомендуется наносить с той степенью детальности, которую допускают имеющийся фактический материал, масштаб карты и ее основная генетическая нагрузка. Необходимо помнить, что во внешних признаках подводного рельефа непосредственно выражаются его генетические особенности, и прежде всего обусловленность структурой морского дна и характером новейших тектонических движений.

Геоморфология морского дна очень полно и детально может быть показана на частных картах, морфометрических, морфоструктурных, морфоскульптурных, оформленных в своих независимых системах условных знаков. Так как эти карты обычно имеют обзорный характер, основным элементом их нагрузки являются морфоструктуры. При этом в наиболее мелких масштабах изображают самые крупные морфоструктуры Земли (включая геотектуры, по И. П. Герасимову), а на картах относительно более

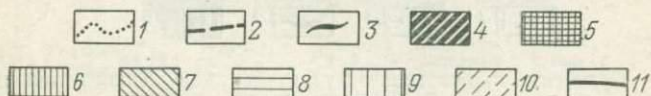
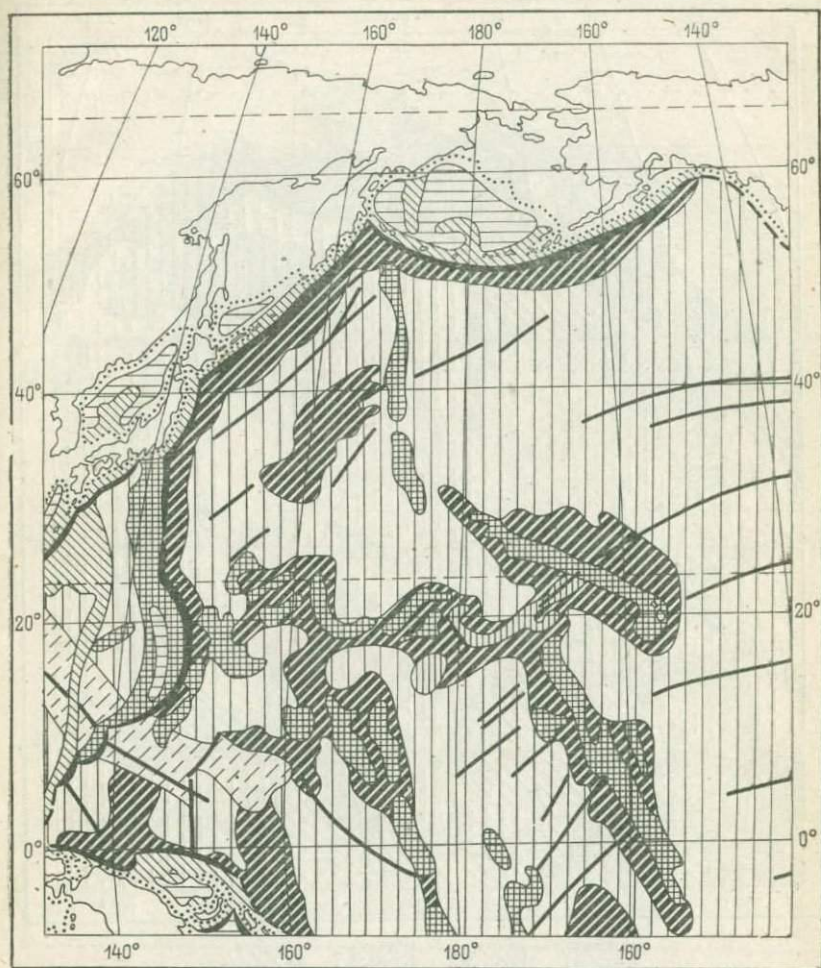


Рис. 16. Фрагмент карты типов морфоструктуры дна Тихого океана (по Г. Б. Удинцеву).

1 — внешний край материковой и островной отмели; 2 — внешний край переходной зоны; 3 — глубоководные краевые океанические желоба; 4 — сводовые возвышенности и валы; 5 — вулканические сооружения; 6 — глыбовые хребты ложа океана; 7 — складчато-глыбовые хребты и массивы; 8 — котловины переходной зоны; 9 — котловины ложа океана; 10 — срединно-океанические хребты; 11 — разломы и зоны разломов

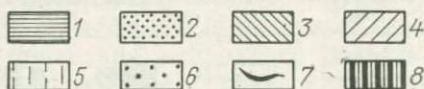
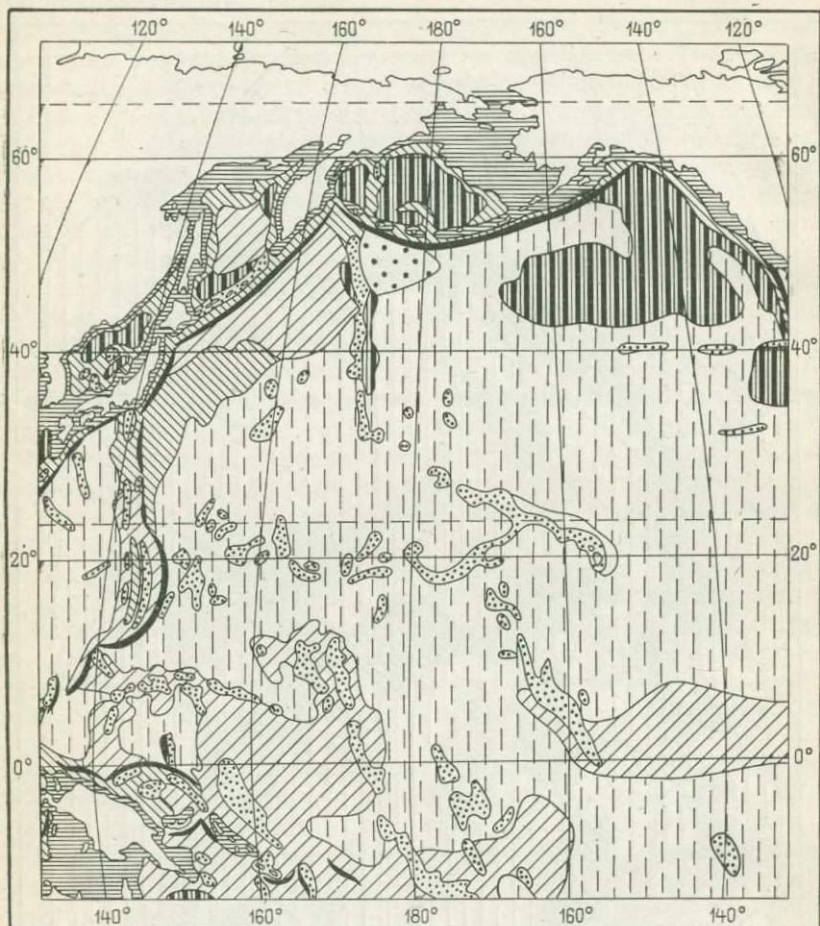


Рис. 17. Фрагмент карты морфоскульптуры дна Тихого океана (по Г. Б. Удинцеву).

Типы морфоскульптуры: 1 — абразионно-аккумулятивная в зоне воздействия ветрового волнения; 2 — эрозионно-аккумулятивная в зоне воздействия прибрежных течений; 3 — аккумулятивная с быстрым выравниванием за счет высоких темпов накопления терригенного материала; 4 — аккумулятивная с быстрым выравниванием за счет высоких темпов накопления биогенного материала; 5 — аккумулятивная с медленным выравниванием за счет низких темпов накопления полигенного материала; 6 — аккумулятивная с медленным выравниванием за счет высоких темпов развития тектонического расчлененного рельефа; 7 — аккумулятивно-суспензионная и оползевая на дне глубоководных желобов; 8 — аккумулятивно-суспензионная с быстрым выравниванием за счет придонного перемещения суспензионных потоков и нефелоидов

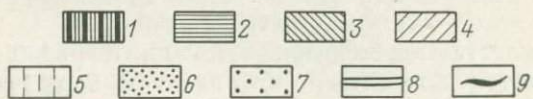
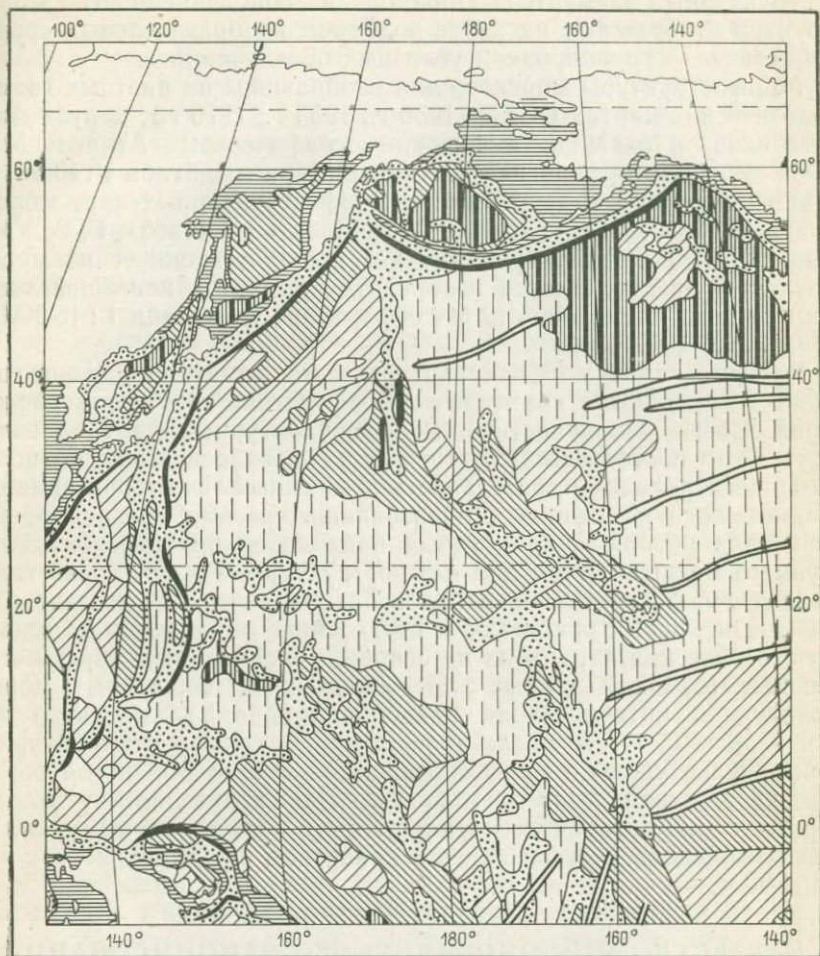


Рис. 18. Фрагмент карты расчлененности дна Тихого океана (по Г. Б. Удинцеву).

1 — абиссальные равнины; 2 — поверхности с мелкими неровностями; 3 — волнистые поверхности; 4 — мелкохолмистые поверхности; 5 — крупнохолмистые поверхности; 6 — гористый рельеф и сильно расчлененные склоны горных хребтов и материковый склон; 7 — грядовый рельеф срединно-океанических хребтов; 8 — зоны разломов; 9 — дно глубоководных желобов, частично занятое абиссальными равнинами, частично обладающее гористым рельефом и сильным расчленением, свойственным материковым склонам

крупного масштаба — также и подчиненные более дробные морфоструктурные элементы. Порядок и соподчиненность морфоструктур отображают на карте подбором изобразительных средств и в легенде — группировкой условных обозначений.

Морфоструктуры морского дна изображены на цветных геоморфологических картах СССР (1958 г., 1959 г., 1970 г.), картах мира, материков и океанов в физико-географическом Атласе Мира (1964 г), на геоморфологической карте Мира масштаба 1 : 40 000 000 (Башенина, 1967) и др. Примеры морфоструктурных карт морского дна можно найти в работах О. К. Леонтьева (1968), Г. Б. Удинцева (1972) и др. По существу новейшие тектонические морфоструктуры предполагается изобразить на картах новейшей тектоники Европы масштаба 1 : 2 500 000 и Мира масштаба 1 : 15 000 000 (Николаев, 1969).

Частные карты морфоскульптуры и морфометрии морского дна также не редкость в практике геоморфологического картографирования. Составлению частных морфоскульптурных карт благоприятствует то обстоятельство, что, как указывалось выше, по новейшим представлениям деятельность экзогенных факторов приводит на дне морей и океанов к образованию весьма разнообразных форм, для изображения которых приходится брать основу более крупного масштаба, чем для морфоструктурных карт. Точно также в связи с накоплением материалов батиметрических исследований в последнее время прибегают к построению достаточно детальных батиметрических карт, а на их основе — специальных морфометрических карт, используемых для генетической, чаще всего морфоструктурной интерпретации подводного рельефа морского дна.

На рис. 16, 17, 18 представлены фрагменты морфоструктурной, морфоскульптурной и морфометрической карт одной и той же части Тихого океана. Они дают раздельную характеристику рельефа морского дна, которая легко может быть совмещена на одной общей геоморфологической карте в красочном оформлении.

КАРТЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

В практике геоморфологического картографирования очень часто приходится заниматься составлением карт геоморфологического районирования. Говоря о геоморфологическом районировании, имеют в виду разделение территории на отдельные части — районы или, применяя более общий термин, регионы, — с особыми (неповторимыми) геоморфологическими признаками, которые отличают данный регион от любого другого. Подобное районирование принято называть индивидуальным, в отличие от типологического районирования, в котором разрозненные участки территории объединяются в группы с единой характеристикой на основе общих для каждой группы типологических признаков.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ РАЙОНИРОВАНИЯ

Как и любое другое, геоморфологическое районирование должно быть многоступенчатым. Это значит, что большую территорию со сложным и разнообразным рельефом следует делить не сразу на предельно малые и предельно однородные части, а постепенно — сначала на крупные территориальные единицы по основным признакам, а затем на все более и более мелкие, соответственно уточняя и детализируя показатели районирования. Благодаря этому районирование будет более четким и стройным, вместе с тем более полно и точно отображающим геоморфологическую структуру данной территории.

К общепризнанным региональным таксономическим единицам относятся, страна, провинция, область, район. В. Г. Лебедев (1961) выше страны помещает геоморфологическую зону — часть материка или океанической впадины, которая соответствует наиболее крупным единицам кайнозойской структуры земной коры. Однако четырехступенчатое районирование далеко недостаточно. Как показывает опыт, самые крупные регионы бывают отделены от самых малых не менее чем десятью-двенадцатью рубежами деления. Иными словами, кроме названных, необходимо предусмотреть выделение дополнительных региональных единиц. Это могут быть макро-, мезо- и микрорайоны, а также подпровинции, подобласти и подрайоны. Таким образом, всего получается одиннадцать региональных таксонов: страна, провинция, подпровинция, область, подобласть, макрорайон, макроподрайон, мезорайон, мезоподрайон, микрорайон и микроподрайон. Самые крупные регионы, примерно до области и макрорайона включительно, выделяют при обзорном мелкомасштабном районировании большой территории, а наиболее мелкие регионы — при детальном крупномасштабном районировании небольших участков (Спиридонов, 1971).

Регионы разного таксономического ранга относятся друг к другу как часть к целому. Их целостность и индивидуальность выражаются в неповторимости (единстве) территории и подчеркиваются присвоением каждому региону собственного названия по местным географическим объектам (хребтам, рекам, населенным пунктам и пр.). Кроме того, регионы получают краткие геоморфологические определения (формулировки), по которым можно судить о их геоморфологическом своеобразии и о генетических соотношениях друг к другу.

Не исключена возможность того, что при последовательном районировании, начиная с обзорных карт самых мелких масштабов и кончая детальными картами наиболее крупного масштаба, потребуются осуществить более дробное, чем предложенное одиннадцатикратное деление территории. Возможно также изменение названия некоторых таксонов. Но при всех этих изменениях и дополнениях важно соблюсти одно существенное правило: регионы одного и того же таксономического ранга должны быть соразмер-

ны по площади. Этим районирование отличается от типологического картографирования, когда элементы рельефа одного и того же систематического (не регионального) ранга могут занимать участки очень неодинакового размера. Однако это правило соразмерности (отнюдь не равенства) однозначных регионов удается соблюсти лишь в пределах только равнинных или только горных территорий. В горных странах одноименные региональные единицы в общем меньше по площади, чем в равнинных. Вместе со структурой земной коры они как бы сжаты по горизонтали и обладают большим размахом высот по вертикали.

ПОКАЗАТЕЛИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

Среди множества индивидуальных геоморфологических признаков территории важнейшими являются: состав входящих в нее типологических категорий рельефа, занимаемая ими площадь, закономерности группировки и распределения на местности. Поэтому геоморфологическое районирование (как и любое другое, например физико-географическое) лучше всего осуществлять на основе детальной типологической карты, позволяющей использовать количественные, математико-статистические методы выделения районов. После того как районирование произведено, отдельные регионы можно объединить в группы с некоторыми общими для них существенными признаками, т. е. выделить классы, роды, виды районов (Спиридонов, 1959). Такое районирование не представляет возврата к исходной типологической карте, а совмещает в себе черты индивидуального и типологического рассмотрения территории.

По содержанию, т. е. по объему учитываемых геоморфологических объектов и их признаков, районирование может быть общим и частным. Общее геоморфологическое районирование проводится на основе изучения всех геоморфологических объектов данной территории с учетом комплекса их основных признаков (морфологических, морфометрических, генетических, возрастных). Частное районирование выполняют с учетом лишь некоторых форм рельефа, например, овражных, карстовых, или по отдельным геоморфологическим показателям, например морфометрическим, морфоструктурным и др. Следовательно, круг объектов и их признаков, вовлекаемых в районирование, значителен, и поэтому в природе объективно существует и может быть выделено множество геоморфологических регионов самого различного характера. Группировка и соподчинение этих регионов, проведение границ между ними во многом определяются назначением работы. Районирование широкого назначения (профиля) преследует наиболее общие теоретические и практические цели, чему больше всего отвечают карты общего районирования. Такие карты могут служить основой для общего природного и хозяйственного районирования территории. Районирование узкого назначения выполняют для решения определенных специальных задач. При этом отбирают наиболее

подходящие (целенаправленные) геоморфологические показатели и их комбинации. По содержанию специальное районирование может быть частным или сочетающим в себе ряд частных признаков рельефа.

Говоря о принципах районирования, следует отметить, что в основу деления территории должны быть положены не факторы рельефообразования, взятые сами по себе, а морфологические и генетические признаки, характеризующие непосредственно рельеф земной поверхности. Специфика любого геоморфологического региона прежде всего заключается в том, что он охватывает какую-либо одну форму рельефа, часть формы или, наконец, особый комплекс форм. Благодаря этому естественно ощущается потребность в многоступенчатом геоморфологическом районировании, так как рельеф земной поверхности представляет собой сочетание (наложение) форм рельефа разного порядка. Как известно, обычно различают планетарные, мега-, макро-, мезо-, микро- и наноформы. Однако в настоящее время принято выделять по размерам формы более чем указанных шести порядков. Так, А. Каёе и Ж. Трикар различают единицы рельефа восьми порядков, а В. В. Пиотровский — четырнадцать порядков.

Равнинные и горные территории; возвышенности и низменности, водораздельные плато и увалы, долины и балки, холмы и гряды, котловины и западины и т. д. на равнинах; крупные горные поднятия и межгорные депрессии, горные хребты и межгорные впадины разного порядка в горах — вот те индивидуальные объекты, которые составляют основу геоморфологических регионов разного порядка. Сюда же следует отнести части форм (возвышенностей, хребтов и др.) и группировки форм рельефа, например холмисто-западинный, долиново-увалистый рельеф.

Выделение каждого региона должно быть обосновано не только формально, или морфологически, но обязательно также и генетически. При этом возникает задача: как сочетать в одной системе районирования морфоструктурные и морфоскульптурные особенности территории. Один из способов решения этой задачи — выделение крупных регионов по морфоструктурным признакам, а малых — по морфоскульптурным. Подобный способ нередко обосновывают разномасштабностью проявления в рельефе эндогенных и экзогенных процессов, но в действительности названные процессы по степени своего воздействия на формы земной поверхности вполне сопоставимы между собой. Поэтому геоморфологическое районирование на всех таксономических ступенях должно базироваться на комплексе генетических признаков, хотя некоторые из них в зависимости от специфики региона могут рассматриваться как основные, или ведущие (Спиридонов, 1952; Лебедев, 1961; Пославская, 1962).

Таким ведущим показателем районирования обычно бывает морфоструктурная основа территории, т. е. характер проявления древних и новейших геологических структур в пластике земной

поверхности (Николаев, 1962). Так же как и формы рельефа, геологические структуры весьма разнообразны по морфологическому облику и по размерам; платформенные и складчатые области; щиты и плиты, антеклизы и синеклизы, валы и прогибы, купола и мульды, разломы и флексуры в пределах платформенных областей; мегаантиклинории и мегасинклинории, антиклинории и синклинории, антиклинальные и синклинальные складки разного порядка, разломы разной глубины и протяженности в складчатых областях. Поэтому единство геоморфологических регионов разного порядка нужно прежде всего искать в единстве форм их поверхности и соразмерных с ними геологических структурных форм. В этом случае соподчинение геоморфологических регионов разного порядка будет отражать соподчинение соответствующих морфоструктурных единиц.

Такой же разномасштабностью территориального развития отличаются и формы экзогенного происхождения: древние (реликтовые) и современные зонально-морфоскульптурные комплексы (ледниковые, мерзлотные, флювиальные, эоловые), эрозионно-денудационные и аккумулятивные формы, созданные разными экзогенными факторами и отличающиеся неодинаковой степенью расчленения, весьма разнообразно сочетающиеся друг с другом.

Морфоструктурный подход к районированию наиболее применим в горных странах, где дифференциация территории даже в деталях обычно непосредственно обусловлена древней и новейшей тектоникой. На равнинах роль ведущего фактора нередко приходится отдавать морфоскульптуре, когда формы рельефа, созданные экзогенными процессами (например, покровным оледенением), оказываются соразмерными с крупными морфоструктурными единицами и местами даже превосходят их.

Независимо от того, какому из факторов отдается предпочтение, общее геоморфологическое районирование на всех ступенях должно быть комплексным. Эта задача облегчается тем, что морфологические и генетические черты рельефа (древние и новейшие морфоструктуры, вулканические образования, морфоскульптуры, возраст рельефа и его современная динамика) не являются чем-то обособленным, независимым, но вытекают одна из другой и дополняют друг друга, образуя в каждом месте свой особый и неповторимый морфологический комплекс. Так, в горах, учитывая особенности взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов, приходится различать ярусность рельефа, создаваемую в процессе геологического развития горной страны чередованием периодов восходящего и нисходящего развития, и климатически обусловленную морфологическую поясность (Щукин, 1964; Спиридонов, 1960). Структура ярусности и высотной морфологической поясности должна быть использована при общем геоморфологическом районировании горных стран, так же как и при комплексном физико-географическом районировании. Районирование платформенных стран также основано на результатах сложного

взаимодействия тектонических и экзогенных факторов, обуславливающих горизонтальную и вертикальную дифференциацию морфологических группировок.

Комплексный подход лучше всего удовлетворяет задачам геоморфологического районирования. Если в геоморфологической классификации, как и в любой другой, деление понятий должно совершаться по строго определенным, заранее известным признакам, то при геоморфологическом районировании признаки дробления территории заранее определить невозможно. Ведь каждый раз приходится иметь дело с особой местностью, обладающей неповторимыми внешними и внутренними свойствами рельефа, которые и должны быть выявлены при районировании. Поэтому только после обстоятельного анализа рельефа, всестороннего его изучения с выделением типологических категорий может быть разработана обоснованная система геоморфологического районирования, отражающая объективно существующие закономерности.

Исходя из всего сказанного сугубо ориентировочно можно наметить следующие основные критерии для выделения геоморфологических регионов разного порядка (Спиридонов, 1952, 1962; Лебедев, 1961).

Геоморфологические страны представляют собой территории с крупнейшими неровностями земной поверхности, выделяемыми в масштабе всего земного шара. В пределах материков это будут горные (орогенические) страны со своей особой структурой вертикальной морфологической ярусности и поясности и страны платформенных равнин, характеризующихся особой структурой морфологической зональности.

Провинции соответствуют в основных чертах крупным морфо-структурным единицам. Сюда относятся горные и равнинные территории, различаемые по интенсивности и направленности неотектонических движений, по соотношению тектоники с древними структурами, по структуре и направленности экзогенных рельефообразующих процессов. Выделяются провинции эпигеосинклинальных, возрожденных эпиплатформенных, омоложенных платформенных гор, провинции равнин на щитах, на плитах, на древних и молодых платформах.

Области охватывают крупные формы горного и равнинного рельефа (возвышенности, низменности, депрессии, нагорья) и отвечающие им геоструктурные единицы (антеклизы, синеклизы, краевые прогибы, орогенические поднятия крупного ранга). При их выделении учитываются также крупные морфоскульптурные образования (ледниково-аккумулятивные возвышенности, области эолового рельефа и др.).

Геоморфологические районы выделяются на основе комплекса наиболее детальных признаков, касающихся морфоструктуры и морфоскульптуры. Учитывается проявление в рельефе небольших геологических структур, литологических свойств горных пород, характера четвертичного покрова, деталей геоморфологического

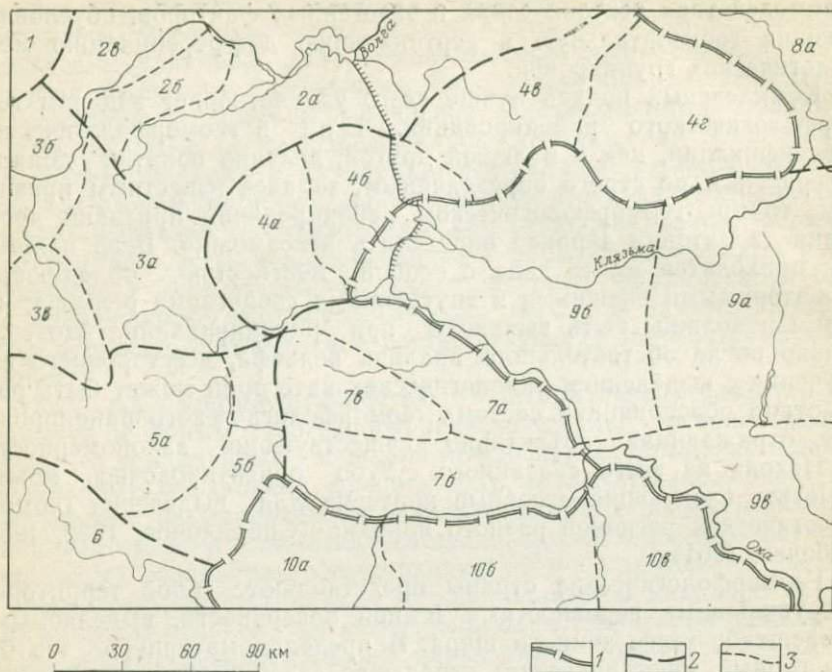


Рис. 19. Карта геоморфологического районирования (центр Русской равнины)

Границы: 1 — областей; 2 — макрорайонов; 3 — макроподрайонов.

Московско-Ярославская область ледникового и водноледникового рельефа, сформированного во время московского оледенения и переработанного эрозией; макрорайон 1 — Кувшиново-Бежецких моренных возвышенностей с холмисто-грядовыми формами на возвышенном моноклинально-пластовом карбоневом основании северо-западного крыла Московской синеклизы; 1а — макроподрайон Верхневолжских холмисто-грядовых возвышенностей; 2 — макрорайон Верхневолжской моренно-зандровой и ледниково-озерной низменной равнины на размытом пластовом основании из верхнепалеозойских и мезозойских отложений центральной части Московской синеклизы; макроподрайоны: 2а — Волго-Шошинской моренно-зандрово-аллювиальной низменности, 2б — Калининской моренной гряды, 2в — Волго-Тверцовской волнистой аллювиально-зандровой равнины с островами моренных всхолмлений; 3 — макрорайон Ржевско-Волоколамской возвышенной плоской и холмисто-грядовой моренной равнины на моноклинально-пластовом карбоневом основании западного крыла Московской синеклизы; макроподрайоны: 3а — Рузско-Гжатских холмисто-грядовых моренных возвышенностей, чередующихся с озерно-зандровыми понижениями, 3б — Гжатской зандрово-аллювиальной равнины, 3в — Ржевской плосковолнистой моренной равнины на близком карбоневом основании; 4 — макрорайон Клиско-Дмитровской возвышенности с расчлененным плоским и краевым холмисто-грядовым моренным рельефом на коренном доколе из меловых отложений осевой зоны Московской синеклизы; макроподрайоны: 4а — Рузско-Истринской плоскохолмистой моренной возвышенности, 4б — Истринско-Икшинской моренной возвышенности с крупным холмисто-грядовым и плоскохолмистым моренным рельефом, 4в — Загорско-Переяславской моренной возвышенности с крупным холмисто-грядовым моренно-камовым рельефом; 4г — Юрьевпольской моренной возвышенности с плоскоравнинным и плоскохолмистым сильно расчлененным моренным рельефом; 5 — макрорайон Вяземско-Уваровской холмисто-грядовой моренной возвышенности на моноклинально-пластовом карбоневом основании западного крыла Московской синеклизы; макроподрайоны: 5а — Верейско-Уваровских краевых холмисто-грядовых моренно-камовых форм московского оледенения, 5б — Малоярославецко-Боровской возвышенности с равнинным моренно-эрозийным рельефом и островами краевых моренно-камовых всхолмлений; 6 — макрорайон Угринской расчлененной моренно-зандровой равнины с островами моренно-камовых всхолмлений; 7 — макрорайон Москворецко-Окской средневысотной моренно-водноледниковой волнисто-эрозийной равнины на южном крыле Московской синеклизы; макроподрайоны: 7а — Москворецкого ската между речья с волнисто-эрозийным рельефом, с останцами сильно смытых моренных гряд и холмов, 7б — Окского ската между речья с комплексом широких левобережных террас рек Оки и Протвы, 7в — Подольского водораздельного плато с возвышенным моренно-водноледниковым и эрозийным рельефом. Волго-Окская область слабо расчлененных плоских моренно-зандрово-аллювиальных равнин, сформировавшаяся преимущественно под воздействием талых вод днепровского и московского ледников; 8 — макрорайон Волжско-Клязь-

строения (форм долин и междуречий, форм мезо- и микрорельефа). Таким образом, чем меньше таксономическая единица, тем однороднее она по своей геологической структуре и тем проще сочетание входящих в нее форм рельефа.

ОФОРМЛЕНИЕ КАРТ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

Границы геоморфологических регионов обозначаются линиями, причем регионы наиболее крупного ранга оконтуриваются самыми яркими (жирными) линиями. Для всех последующих градаций используется система линейных знаков все более тонких, переходящих в пунктир, благодаря чему наглядно передается соподчиненность регионов разного ранга друг другу.

Регионы наиболее низкого таксономического ранга получают общую порядковую нумерацию арабскими цифрами. На полях карты за соответствующими номерами приводится полный перечень регионов с группировкой их в более крупные таксономические единицы. Соподчиненность региона и в перечне и на карте дополнительно выделяется буквенными и цифровыми индексами: заглавными буквами, прописными буквами, римскими цифрами. Можно также использовать ряды арабских цифр, положение которых в ряду отвечает таксономическому рангу, а сами цифры — номеру соответствующего региона. Например, ряд цифр 1, 3, 7, 4 означает 4 регион 4 ранга, входящий, соответственно, в 7 регион 3 ранга, 3 регион 2 ранга, 1 регион 1 ранга.

В таком оформлении карта геоморфологического районирования может быть совмещена с типологической геоморфологической картой. Если карта районирования самостоятельна (например, помещена на полях типологической геоморфологической карты в более мелком масштабе), то для усиления ее наглядности может быть использован цветной фон. Возможны два способа красочного оформления карты: 1) выделение основными тонами регионов крупного таксономического ранга, а оттенками — регионов более мелких рангов, 2) выделение тонами и оттенками регионов по их основным показателям, т. е. типов геоморфологических регио-

минской моренно-зандровой равнины на размытых пермских и мезозойских отложениях центральной части Московской синеклизы; 8а — макроподрайон Ивановской зандровой равнины; 9 — макрорайон Мещерской озерно-аллювиально-зандровой низменности с участками плоских моренных равнин на сниженном коренном основании из мезозойских отложений Московской синеклизы, осложненной Владимирско-Шилловским прогибом; макроподрайоны: 9а — озерно-зандрово-аллювиальной Центральной Мещоры, 9б — аллювиальной террасированной Южной Мещоры, 9в — аллювиально-зандровой Подмосковной Мещоры с островами плоских моренных всхолмлений. *Область Средне-Русской эрозионной возвышенности:* 10 — макрорайон северного ската Средне-Русской возвышенности на приподнятом коренном основании из палеозойских и мезозойских отложений южного крыла Московской синеклизы; макроподрайоны: 10а — Калужско-Алексинский глубоко расчлененного долинно-балочно-овражного рельефа, 10б — Веневско-Каширский сильно расчлененного долинно-балочного рельефа, 10в — Скопинско-Михайловский северо-восточного склона возвышенности с менее интенсивным эрозионным расчленением, с участками плоских моренно-водноледниковых поверхностей на междуречьях

нов. Первый способ лишь подчеркивает индивидуальность каждого региона, второй дает дополнительную информацию о его типологической принадлежности. При наличии типологической карты первый способ красочного оформления карты геоморфологического районирования предпочтительнее.

На рис. 19 представлена карта геоморфологического районирования, которая для удобства сопоставления разных принципов картографирования охватывает ту же территорию, что и типологические карты аналитическая (см. рис. 1) и синтетическая (см. рис. 2).

Карты геоморфологического районирования представляют широкий теоретический и практический интерес. На них отображаются результаты регионально-геоморфологического анализа и синтеза, естественно вытекающие из результатов общего изучения рельефа с выделением его типологических категорий. Поэтому карта геоморфологических районов хорошо дополняет типологическую геоморфологическую карту, и лучший способ их совместного использования — это когда на полях типологической карты помещается карта-врезка геоморфологического районирования.

На основе карты геоморфологических районов составляется региональная характеристика рельефа, вырабатываются и характеризуются те или иные мероприятия по хозяйственному использованию территории, например, по борьбе с почвенно-овражной эрозией, по сельскохозяйственной организации территории, в той мере, в какой она определяется рельефом, и т. п.

КАРТЫ ОТДЕЛЬНЫХ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА

На геоморфологических картах обычно фиксируют данные о существующем рельефе в тех его формах, в каких он сложился к настоящему времени. Но карты названных типов могут отображать не только современную обстановку, но и обстановку прошлых или, наоборот, будущих этапов развития рельефа. В первом случае получается карта реконструкции прошлых геоморфологических условий — палеогеоморфологическая, во втором — карта прогноза. Обе они строятся на основании изучения современных геоморфологических условий и являются гипотетическими.

Современные геоморфологические условия можно передать на карте не только с качественной, но также и с количественной стороны, с оценкой интенсивностей происходящих геоморфологических процессов.

Морфодинамическая карта — карта современных геоморфологических процессов и их интенсивности. Общая геоморфологическая карта отражает преимущественно роль древних геоморфологических процессов, приведших к образованию определенных, сложившихся к настоящему времени, форм рельефа: речных и морских террас, древнеледниковых образований, древних поверхностей денудации и аккумуляции и пр. Современные же процессы отража-

ются на ней путем показа наиболее интенсивным цветным тоном и значками современных деятельных и недейтельных форм: овражных, обвально-осыпных, оползневых, карстовых, ветровых и др.

Многие формы, несут на себе отпечаток древних стадий развития и одновременно испытывают более или менее интенсивное воздействие современных рельефообразующих факторов. Так, на древних делювиальных склонах в сильно распаханых степных и лесостепных районах происходит интенсивный процесс почвенно-овражной эрозии, на древних речных террасах развиваются современные ветровые процессы и т. д. Изобразить эти процессы способом наложения дополнительной штриховки на основную карту не всегда возможно. Поэтому наряду с общей геоморфологической картой необходимо составлять специальную карту современных геоморфологических процессов и их интенсивности, которая может иметь большое практическое значение.

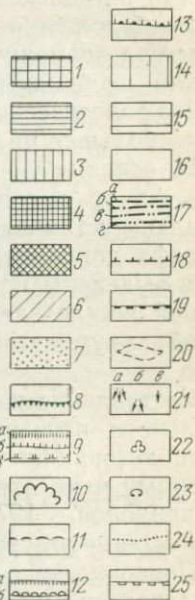
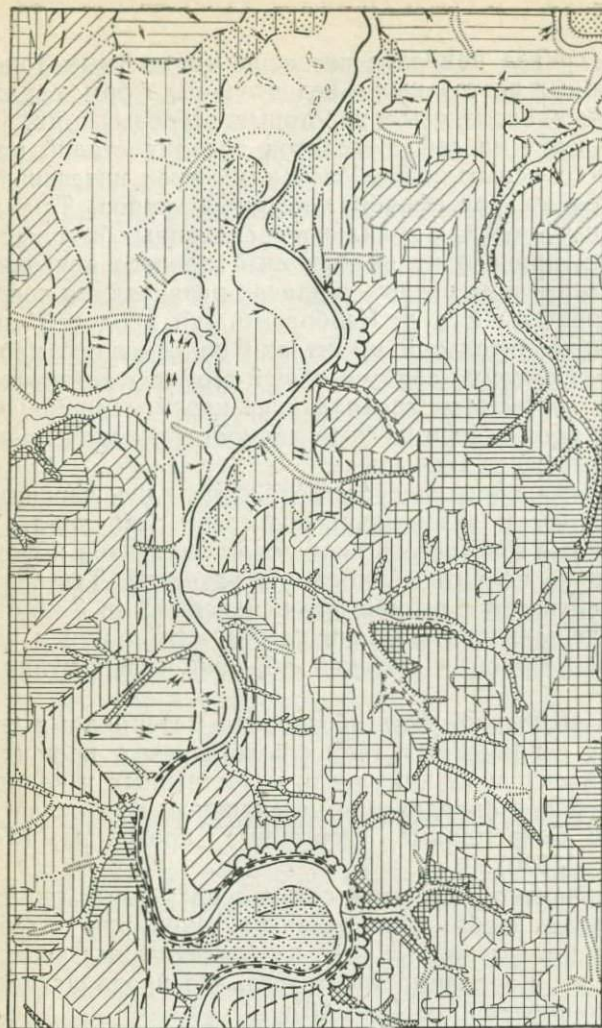
В основу ее построения следует положить классификацию рельефа по эндогенным и экзогенным процессам (см. табл. 1), разделив установленные генетические категории элементов и форм рельефа дополнительно по интенсивности их развития. Так могут быть выделены поверхности с разной интенсивностью (в 3—5-ступенной шкале) делювиального смыва и намыва, дефляции и ветровой аккумуляции, озерной и морской абразии и аккумуляции и пр.

Составление карты должно быть обосновано материалами специального изучения современных геоморфологических процессов с использованием объективных критериев, качественных и количественных показателей для определения интенсивности их развития (Спиридонов, 1970; Современные экзогенные процессы..., 1970; Współczesne procesy..., 1970).

Поверхности с различной интенсивностью современных геоморфологических процессов изображают цветным фоном или штриховыми знаками. При этом использование изобразительных средств может быть различно, в зависимости от того, что предполагается выделить на карте наиболее ярко (рис. 20).

Один вариант оформления сводится к показу цветными тонами (или разного рисунка одноцветными штриховками) типа процесса, а насыщенностью цветных тонов (плотностью штриховки) — их интенсивности. Другой вариант предусматривает изображение деструктивных процессов теплыми тонами (красным, коричневым), а аккумулятивных процессов — холодными (зеленым, голубым) с усилением насыщенности тона для наиболее интенсивных процессов. Наконец, разными цветными тонами может быть передана интенсивность процессов (например, красным — наиболее интенсивные, зеленым — слабой интенсивности), а штриховыми знаками — их тип (плоскостной смыв, дефляция и пр.).

Динамичные элементы и формы рельефа, не выражающиеся в масштабе карты качественным фоном, изображаются внемасштабными и линейными знаками. При этом в одних случаях цвет



0 500 1000 м

Рис. 20. Карта современных геоморфологических процессов

Водораздельные массивы. Водораздельные плато: 1—пояс наиболее слабого плоскостного смыва. Склоны водоразделов: 2—пояс слабого смыва и наиболее слабого размыва; 3—пояс среднего смыва и слабого размыва; 4—пояс сильного смыва и среднего размыва; 5—пояс наиболее сильного смыва и сильного размыва; 6—пояс взаимного уравновешивания эрозии и аккумуляции; 7—пояс дельвиальной аккумуляции. Эрозионная долино-балочная и овражная сеть. Склоны с преобладанием обваль-но-осыпных процессов: 8—обваль-но-осыпные склоны; 9—дельвиально-эрозионные склоны с преобладанием смыва и намыва, сопровождаемых размывом а—пологие, лишенные перегибов, б—крутые, с отчетливыми бровками, в—с преобладанием размыва, сопровождаемого смывом. Склоны, формируемые при участии грунто-вого стока: 10—оползневые склоны; 11—оплывные склоны; 12—оплывно-оползневые склоны: а—малых и начальных форм, б—крупных и зрелых форм; 13—оплывно-дель-виальные склоны. Террасы: 14—аккумулятивная надпойменная терраса; 15—эрозионная надпойменная терраса; 16—пойма и днища овражно-балочных форм; 17—прочие обозна-чения а—граница долины, б—тыловой шов эрозионной террасы, в—тыловой шов аккумулятивной террасы; г—тыловой шов поймы; 18—размываемые склоны, сложенные известняками; 19—ледовые ниши в известняковых склонах; 20—старичи; 21—смыв на террасах: а—сильный, б—средний, в—слабый; 22—оползни; 23—ниши оплывания; 24—крупнейшие эрозионные борозды; 25—склоны, сильно измененные деятельностью человека

знака обозначает генезис форм, а рисунок — их морфологию и интенсивность развития. В других случаях, наоборот, цветом знаков передают интенсивность развития форм, а рисунком — их морфологию и генезис. Например, сильно растущие овраги показываются знаками красного цвета, а слабо растущие — зеленого.

С целью облегчения издания изыскиваются и другие упрощенные способы оформления карт. Так, на картах современных морфогенетических процессов масштаба 1:10 000 и 1:25 000 Южной Польши использованы только значковый и штриховой способы изображения, отпечатанные всего в три цвета. Красными знаками обозначены деструктивные процессы, зелеными — аккумулятивные. Тип и интенсивность процессов переданы рисунком знаков. Серым цветом отпечатаны топооснова, горизонтали и штриховки, характеризующие типы растительного покрова.

При повышенных требованиях к изучению и картографированию современных рельефообразующих процессов могут быть составлены не одна, а несколько морфодинамических карт: общая морфодинамическая карта с изображением всех современных процессов на данной территории, частные карты, характеризующие лишь определенную группу процессов и форм рельефа, карты районирования территории по морфодинамическим показателям.

Специальную нагрузку морфодинамических карт наносят на топографическую основу с горизонталями. Знаками, не загружающими основное содержание, изображают растительный покров, типы сельскохозяйственных угодий и другие элементы природно-хозяйственных условий, важные для выяснения закономерностей распространения и интенсивности современных геоморфологических процессов. Для тех же целей рекомендуется составлять карты угла наклона земной поверхности, длин линий стока, глубины расчленения рельефа, экспозиции склонов, физико-механических свойств грунтов и др.

Палеогеоморфологические карты. Общие геоморфологические карты, особенно карты аналитического типа, содержат богатый материал для палеогеоморфологических реконструкций и выводов по истории развития рельефа. Однако на этих картах изображаются лишь отдельные реликты рельефа различного морфологического облика, происхождения и возраста и притом главным образом видимого, или открытого (экспонированного). Представление же о рельефе в целом, слагавшееся в отдельные этапы его развития, на этих картах непосредственно не передается. Подобное представление можно дать только на специальных палеогеоморфологических картах, полностью отражающих облик и генетические особенности того рельефа, который существовал в различные отрезки времени геологического прошлого.

В зависимости от содержания могут быть следующие категории палеогеоморфологических карт:

1) палеоорграфические карты и схемы, палеогипсометрические и палеотопографические карты;

2) общие палеогеоморфологические карты с широкой общей реконструкцией геоморфологической обстановки в определенный этап развития земной поверхности;

3) частные палеогеоморфологические карты: структурно-геоморфологические и др.

Карты первой категории посвящены отображению чисто внешних черт восстановленного палеорельефа, его морфографии, морфометрии. На палеоорографических картах и схемах выделяют горные поднятия, возвышенности и низменности, горные хребты, гряды, речные долины и другие орографические единицы. Все эти элементы нагрузки показывают обобщенно цветным фоном, штрихами, линейными и внемасштабными знаками.

Если позволяет фактический материал, то составляют палеогипсометрические и палеотопографические карты, на которых внешний облик восстановленного рельефа передают с помощью горизонталей. Такая возможность представляется, когда палеорельеф полностью сохранился в погребенном состоянии. Если же древний рельеф сильно разрушен, то его гипсометрию восстанавливают путем интерполяции по отдельным сохранившимся остаткам.

Однако погребенный рельеф чаще всего не отражает в полной мере тех форм, которые существовали на данной территории в прошлом до их захоронения под различными осадками. Это объясняется тем, что в процессе захоронения рельеф подвергается более или менее значительным воздействиям морской абразии, ледниковой, водной эрозии и других факторов. Кроме того, во время и после захоронения он испытывает тектонические деформации, тем более значительные, чем подвижнее земная кора и чем древнее поверхность несогласия. Все эти изменения должны быть учтены, чтобы воссоздать рельеф в его первоначальном виде. Если же данных для реконструкции палеорельефа в горизонталях недостаточно, его изображают цветным или штриховым фоном, значками, характеризующими отдельные формы и группировки форм в общих формулировках с указанием их предполагаемых морфографических и морфометрических признаков.

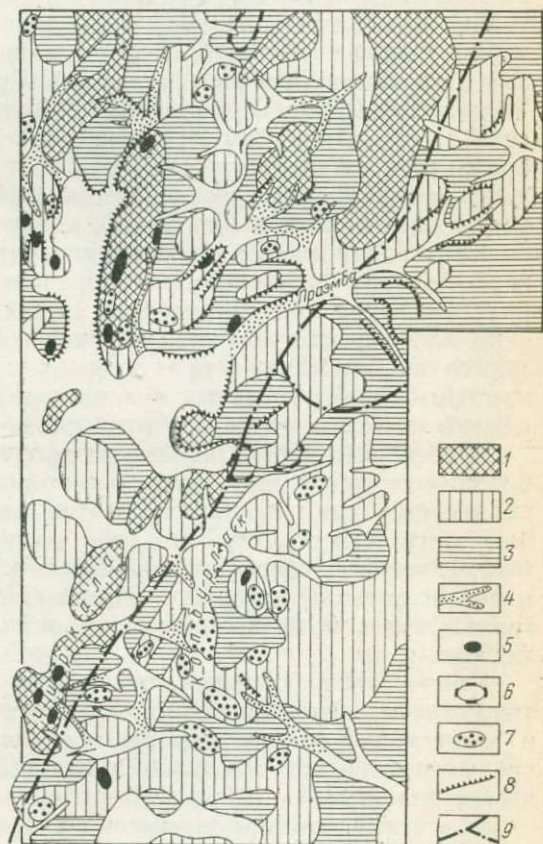
Можно привести много примеров палеогипсометрических карт. Особенно широко практикуется составление карт доледникового рельефа для областей древнего материкового оледенения.

Собственно палеогеоморфологические карты подразделяются на различные виды в зависимости от детальности и полноты характеристики палеорельефа. Создание полной и достаточно детальной палеогеоморфологической карты — очень сложная задача, которая требует не только восстановления внешнего облика рельефа, но и его генетической оценки. Это можно сделать путем специального палеогеоморфологического анализа с применением комплекса методов генетической геоморфологии, палеогеографии и палеотектоники. Сюда относятся анализ существующего рельефа ископаемой поверхности несогласия, изучение мощности перекрывающих осад-

ков, литолого-фациальный и структурный анализ подстилающих и перекрывающих толщ и другие методы, предложенные А. И. Спиридоновым (1960, 1970 гг.), В. И. Галицким (1966 г.), С. И. Проходским (1970 г.), М. В. Проницовой (1973 г.). Установленные морфологические и генетические категории палеорельефа затем изображают на палеогеоморфологической карте (рис. 21). Тот же палеорельеф может быть предметом структурно-геоморфологического анализа, результаты которого также отображают на карте.

Рис. 21. Палеогеоморфологическая карта юго-восточной части Прикаспийской впадины (по Ф. М. Мещалкину и М. В. Проницовой).

Предсантонский рельеф: 1 — структурно-денудационные возвышенности с грядово-останцовым рельефом, сильно расчлененные (отн. высоты до 150 м); 2 — пологоволнистые денудационные возвышенности слабо расчлененные (отн. высоты более 50 м); 3 — плосковолнистые равнины (отн. высоты менее 50 м); 4 — долины и места скопления аллювиальных отложений; 5 — останцы; 6 — платообразные возвышенности, бронированные песчаниками; 7 — реликты первичной аккумулятивной равнины альбского времени; 8 — денудационные уступы; 9 — границы геоморфологических районов



В связи со спецификой палеогеоморфологических реконструкций не всегда оказывается возможным построение детальной карты аналитического типа. Материалов анализа бывает достаточно лишь для составления синтетических карт с выделением наиболее крупных форм и группировок форм рельефа, характеризующихся в обобщенных морфологических и генетических показателях.

Необходимость показать рельефообразующие факторы приводит к тому, что на таких картах изображение рельефа обычно совме-

щается с прочей географической нагрузкой. Поэтому их можно также называть картами палеогеографическими. На них обычными условными знаками изображаются: рельеф, ледники, гидрографическая сеть и иногда растительный покров для определенных отрезков времени, например для ледниковых и межледниковых эпох четвертичного периода, для доледникового, доверхнеюрского времени и т. д.

Существенная геоморфологическая нагрузка обычно содержится на литолого-палеогеографических картах, характеризующих не только литолого-фациальные типы отложений, но также основные черты рельефа областей сноса и накопления осадков (альбомы литолого-палеогеографических карт Русской платформы, СССР, Украинской ССР и Молдавской ССР и др.). Эти карты, особенно если их обогатить геоморфологическим содержанием, следует рассматривать в качестве полноценного итогового документа, отображающего результат проведенного комплексного литолого-фациального и палеогеоморфологического анализа.

Следует стремиться к созданию серии палеогеоморфологических карт, дающих наглядное представление об истории формирования рельефа изучаемой территории. Подобные палеогеоморфологические альбомы могут быть широко использованы для решения многих теоретических и практических задач, например при поисках месторождений россыпных полезных ископаемых, приуроченных к погребенным долинам и другим формам рельефа.

В последнее время палеогеоморфологический анализ приобрел большое значение при поисках месторождений нефти и газа. Это объясняется тем, что ловушки этих полезных ископаемых могут быть не только структурные, но и неструктурные — литолого-стратиграфические, нередко приуроченные к эрозионно-денудационным и аккумулятивным формам погребенного палеорельефа: холмам, грядам, куэстам, речным террасам, эоловым и прибрежно-морским формам и др.

Карты геоморфологического прогноза. Прогнозирование развития рельефа — важная задача геоморфологии. Решение этой задачи в комплексе работ по прогнозированию развития окружающей среды представляет исключительно большое прежде всего практическое значение.

Объектами геоморфологического прогноза являются главным образом экзогенные процессы. Исходными данными для прогнозирования служат результаты изучения современной динамики рельефа. Само прогнозирование осуществляется с использованием комплекса геолого-географических методов, подкрепленных методами математической статистики (Звонкова, 1970).

При составлении геоморфологического прогноза следует учитывать два возможных варианта, когда условия развития рельефа или длительное время остаются постоянными, или же испытывают существенные изменения по сравнению с современными. Во втором случае необходимо установить, что произойдет с рельефом, как он

будет развиваться при изменившихся условиях. Именно этим и приходится заниматься геоморфологам при проведении многих геоморфологических изысканий прикладного значения. Например, как изменится процесс почвенно-овражной эрозии при осуществлении комплекса мероприятий по сельскохозяйственному освоению территории, какие геоморфологические процессы и с какой интенсивностью будут развиваться на берегах проектируемого водохранилища и т. д.

Карта геоморфологического прогноза должна составляться как дополнительная к основной общей геоморфологической или же к морфодинамической карте, на которой отражается современное состояние рельефа и интенсивность его развития. Путем сопоставления карт легко устанавливаются направление и размеры ожидаемых в рельефе изменений.

Чтобы быть сравнимыми, обе карты должны быть построены обязательно в одном и том же масштабе и на основе одной и той же классификации. Как уже отмечалось, для этой цели наиболее пригодна классификация элементов и форм рельефа по геоморфологическим процессам (см. табл. 1).

Карту прогноза составляют по типу карты интенсивности геоморфологических процессов с обозначением всех новых элементов рельефа, которые должны возникнуть в изменившихся условиях. Например, если речь идет о развитии побережья будущего водохранилища, предположительно показываются: поверхности, где будет происходить абразия и аккумуляция разной интенсивности, места оживления обвально-осыпных, оползневых, водноэрозионных процессов, границы предельного отступления абразионных уступов к определенным отрезкам времени и пр.

Кроме основной геоморфологической нагрузки, должны быть показаны все проектируемые мероприятия, которые существенно изменят условия развития рельефа: лесные полосы и массивы, пруды, инженерные сооружения по балкам и оврагам, плотины, берега будущих водохранилищ, полевые угодья и т. п. Естественно, что подобная детальная нагрузка может быть уместна только на картах крупного масштаба, а для отдельных особо важных участков — в масштабе планов. Для наглядности отображения предвидимого развития рельефа прогнозные данные можно показать непосредственно на общей или на морфодинамической карте, используя для этого линейные и контурные условные знаки различного цвета и рисунка: предвидимые положения берегов водохранилищ, оврагов, карстовых форм и других развивающихся элементов и форм рельефа.

На картах более мелких масштабов результаты геоморфологического прогнозирования показывают в обобщенном виде с выделением геоморфологических районов по типам и интенсивности предвидимых процессов рельефообразования.

ПРИКЛАДНЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Прикладные, или специальные, карты предназначаются для решения различных народнохозяйственных задач. Они отличаются целенаправленностью своего содержания и оформления, т. е. наиболее ярким изображением тех геоморфологических объектов и явлений, которые имеют значение для решения данной хозяйственной проблемы (Спиридонов, 1952; Звонкова, 1959, 1970; Лебедев и Третьякова, 1962). Такие карты создаются обычно на основе общих геоморфологических карт, содержание которых претерпевает изменения: некоторые элементы их нагрузки обобщаются и исключаются, а другие, наоборот, детализируются и пополняются. Некоторые специальные карты могут создаваться по особой программе, приближающей их к разряду частных геоморфологических карт, однако в большинстве случаев отправным документом для прикладного картографирования служит общая геоморфологическая карта.

В качестве основы для прикладного картографирования общие аналитические карты более пригодны, чем синтетические. Это объясняется тем, что именно на аналитических картах детально отображаются такие показатели, которые одинаково важны для решения любых народнохозяйственных задач: морфология рельефа, его происхождение, возраст, относимые не к группировкам форм рельефа, а к его отдельным элементам взаимосвязанно со слагающими их коррелятными отложениями. Из таких карт легко вычитаются сведения по истории рельефа, стадии его развития, современной динамике — т. е. все то, что может быть использовано в практических целях. На синтетической основе лучше всего строить прикладные карты обзорных масштабов, карты прикладного геоморфологического районирования.

Основные особенности построения прикладных геоморфологических карт прежде всего зависят от их назначения, которое может быть очень разнообразным: поиски полезных ископаемых, различного рода строительство, сельскохозяйственное использование территории, картографическое производство. Немаловажное значение имеют также масштаб карт и стадия проектирования хозяйственных работ.

КАРТЫ ДЛЯ ПОИСКОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Геоморфологическая съемка, проводимая в нашей стране партиями Министерства геологии как часть государственной комплексной геологической съемки, уже имеет определенную поисковую направленность, хотя она призвана обслуживать также и другие отрасли народного хозяйства. Все же когда проводятся специальные поисковые и поисково-разведочные работы необходимо прибегать к построению специальных карт. Их назначение — способствовать выяснению геоморфологических закономерностей размещения

полезных ископаемых и вытекающих отсюда критериев и признаков, которые могут быть использованы для поисков новых месторождений. Подобные карты различаются в зависимости от видов месторождений полезных ископаемых, ради которых ведутся поиски. Сюда относятся поиски россыпей, коренных месторождений, нефтегазовых месторождений, месторождений строительных материалов.

Карты для поисков россыпей. В связи с широким использованием геоморфологических исследований для поисков россыпей эти карты получили у нас широкое применение. Способы их построения излагаются в трудах А. К. Рюмина, И. П. Карташова, М. В. Пиотровского, С. С. Лапина, Г. А. Постоленко, Г. С. Ананьева, В. Г. Миллера и др.

Рассматриваемые карты создаются с целью общей характеристики геоморфологических условий, определяющих перспективность территории в отношении поисков россыпей, выделения районов и отдельных геоморфологических элементов с оценкой их перспективности, характеристики известных и возможных месторождений, типа и условий залегания россыпей, их строения и генезиса. Детальные карты крупных масштабов должны помочь в решении вопросов о полноте и правильности проведенных разведочных работ и о их дальнейшем направлении, в промышленной оценке месторождений, при проектировании мероприятий по добыче россыпей и их дальнейшему изучению в процессе эксплуатации (Лапин, 1965). Чтобы удовлетворять своему назначению, карты наряду с собственно геоморфологической нагрузкой должны содержать необходимые данные о россыпях, о литологии и петрографии рыхлых и коренных пород, о тектонике, о проведенных поисково-разведочных работах и их результатах.

Геоморфологическая нагрузка детальных карт для поисков россыпей включает все то, что содержится на общих геоморфологических картах аналитического типа. Как отмечают многие исследователи (И. П. Карташов, С. С. Лапин, Г. А. Постоленко, В. Т. Миллер и др.), эти карты дают особенно ценную информацию для поисков россыпей, так как характеризуют рельеф по отдельным элементам, отличающимся разными поисково-разведочными признаками. Например, совершенно неодинаковы в отношении содержания россыпей и условий проведения поисково-разведочных работ коренные склоны разного генетического типа деструктивные (денудационные) и аккумулятивные, площадки речных террас эрозионные, эрозионно-аккумулятивные и аккумулятивные, уступы террас, флювиальное дно и склоны ложков и др. Таким образом, при заполнении геоморфологической нагрузки карт наряду с выделением генетических категорий элементов и форм рельефа, обусловленных воздействием различных рельефообразующих факторов, особое внимание обращают на отображение направленности рельефообразующих процессов: деструктивной, деструктивно-аккумулятивной, аккумулятивной.

Среди деструктивных форм склонового (коллювиального) ряда выделяют водораздельные гребни — острые (альпийского типа), узкие, сглаженные и широкие; уступы гравитационного срыва структурные и аструктурные, седловины на водоразделах — глубокие и неглубокие, широкие и узкие. Среди флювиально-эрозионных форм показывают не только древние, но и современные элементы, в частности пороги, водопады, врезанные русла ручьев, узкие днища глубоко врезанных долин, резкие изломы их продольного профиля и пр.

Деструктивно (денудационно)-аккумулятивные и аккумулятивные формы и элементы рельефа изображаются взаимосвязанно со слагающими их рыхлыми отложениями. Особенно важно выделение деструктивно-аккумулятивных элементов, так как их образование сопровождалось неоднократным переывом и переотложением обломочного материала и его обогащением полезными компонентами.

На общих картах аналитического типа аккумулятивный рельеф принято различать путем наложения штриховки, характеризующей литологические особенности самого верхнего рельефоформирующего слоя. С. С. Лапин (1965) считает, что на крупномасштабных картах необходимо отображать строение всей рыхлой толщи от поверхности до плотика или до подошвы продуктивного горизонта. С этой целью на основании разведочных данных должны быть установлены типичные для данного района литолого-стратиграфические комплексы, т. е. различные по возрасту, литологическим признакам и генезису отложения, отличающиеся определенным выдерживающимся на некотором протяжении напластованием в вертикальном разрезе.

Таковыми комплексами могут быть: 1 — голоценовые делювиальные суглинки (мощностью до 3 м) на коренных породах, 2 — голоценовые аллювиальные песчано-галечные отложения (4 м) на коренных породах, 3 — голоценовые делювиальные суглинки (3 м), верхнечетвертичные аллювиальные галечники (0,5—12 м), нижне- и среднечетвертичные песчано-глинистые аллювиальные отложения с галькой (1—10 м) на коренных породах. Таким образом, основанием для выделения новых комплексов служат изменения количества слоев, их литологических особенностей, генезиса, возраста, а также изменения последовательности чередования слоев в разрезе. Но при этом изменения в мощности слоев, составляющих комплексы, и общая мощность отложений не должны приниматься во внимание. Среднюю общую мощность рыхлого покрова на разных участках С. С. Лапин рекомендует показывать на карте цифрой, помещаемой среди контура данного комплекса, а мощность отдельных слоев — цифрами в скобках при характеристике комплексов в легенде карты. При исполнении карты в цветном варианте цифры мощностей и штриховые обозначения рыхлого покрова наносятся оранжевым цветом по цветному качественному фону, отображающему геоморфологическую обстановку.

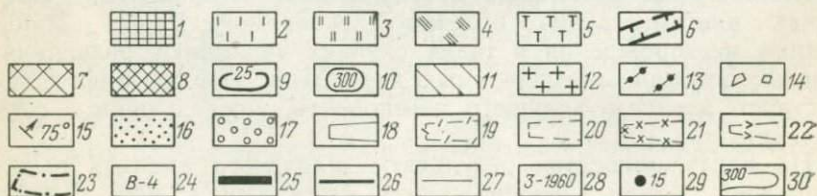
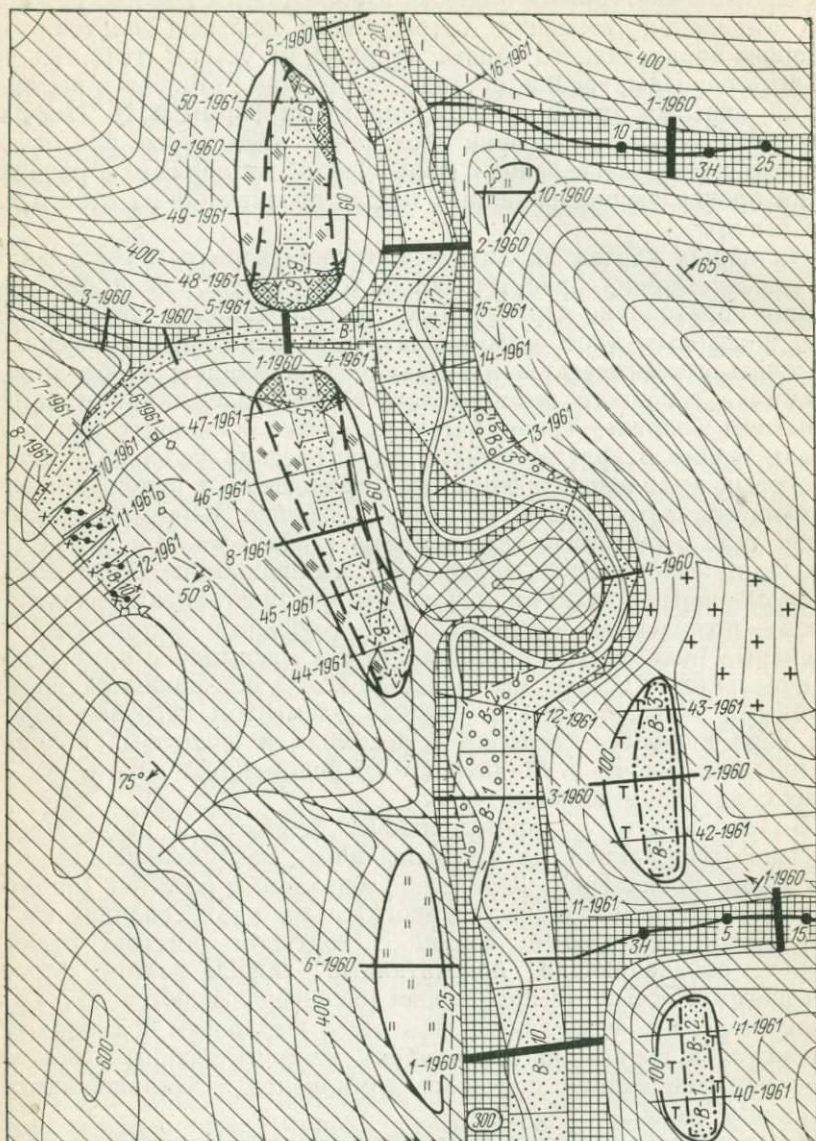
Черными контурными линиями изображаются важные в поисковом отношении элементы погребенного рельефа плотика или подошвы продуктивного пласта: террасы, их уступы, тальвеги, эрозионные борозды, гребни, останцы, поперечные ступени и рытвины, ложки, обрывки древних долин, карстовые формы и др. Цифрами в разрывах контурных линий обозначают абсолютные или относительные высоты погребенных форм. Таким же образом в разрывах линий бровок экспонированных террас обозначают их относительные высоты.

На общих картах аналитического типа элементы геологии коренных отложений присутствуют в той мере, в какой они определяют образование структурных бронированных поверхностей. Для поисковых карт может оказаться необходимым несколько увеличить геологическую нагрузку с тем, однако, чтобы она не затемняла основного геоморфологического содержания и данных о рыхлом покрове. Такая нагрузка дается дополнительно с той целью, чтобы охарактеризовать геологические условия участков, в которых выявлены коренные месторождения и рудопроявления, являющиеся источниками россыпей. Линейно вытянутые геологические тела и тектонические элементы (дайки, жилы и другие рудные тела, тектонические нарушения) изображаются соответствующими линейными знаками, а площади распространения различных пород — штриховыми обозначениями. Коренные месторождения и отдельные рудные тела показываются в масштабе с сохранением их очертаний в плане; маломощные жилы обозначаются внемасштабными знаками. Весьма важным элементом нагрузки поисковых карт являются сведения о россыпях и некоторых коренных месторождениях. В. Г. Миллер (1970) рекомендует давать эти сведения следующим образом.

В зависимости от промышленной ценности и разведанности россыпи разделяются на промышленные, непромышленные и на россыпные проявления. Детально разведанные россыпи (промышленные и непромышленные) наносятся на карту сплошными закрашенными контурами. Рядом с контуром россыпи ставятся цифры, обозначающие подсчитанные запасы золота, олова и вольфрама. Россыпные проявления расшифровываются по каждой поисково-разведочной линии. Для этого выработки в линиях объединяются в группы промышленных, непромышленных, знаковых и пустых содержаниями полезного компонента и закрашиваются в различных цвет.

Комплексные россыпные месторождения и проявления закрашивают цветом ведущего полезного ископаемого. Рядом с изображением месторождения в таких случаях указывают разведанные запасы металлов, обозначаемых индексами. Первая цифра соответствует запасам ведущего компонента, последующие — сопутствующих.

На карту наносятся результаты шлихового анализа рыхлых отложений, которые изображаются кружками в местах отбора



проб. Пометальная раскраска знаков та же, что и для месторождений. В зависимости от содержания металла кружок закрашивается по периферии, наполовину или полностью. Пустые пробы наносятся сепией.

Из общей массы коренных месторождений и рудопроявлений на карте выделяют только те, которые могут служить источниками россыпей. К ним, в частности, относятся месторождения редкометально-кварцевой, редкометально-силикатной и золотокварцевой формаций, с которыми связано основное количество месторождений касситерита и вольфрамита (первые две формации) и золота (последняя формация). Для всех месторождений одной формации подбирается единый цвет внешнего контура знака. Генетический тип отражается различными расцветками внутреннего заполнения.

В зависимости от промышленной ценности и разведанности коренные месторождения подразделяются на: промышленные (сплошная закрашка внутреннего контура знака), непромышленные (закрашиваются только обводы внутреннего контура знака) и рудопроявления (знаковые — закрашиваются по контуру, с содержанием — сплошной заливкой). Над значком месторождения указывают разведанные запасы золота в тоннах, олова и вольфрама — в тысячах тонн. Над знаками рудопроявления проставляются содержания полезного компонента. По морфологии рудные тела разделяются на секущие, пластовые и зоны дробления, отображаемые различными условными знаками.

На рис. 22 дан пример специализированной геоморфологической карты для поисков россыпей, совмещающей геоморфологи-

Рис. 22. Образец специализированной геолого-геоморфологической карты пойменно-долинных и террасовых россыпей золота (по С. С. Лапину)

Рельеф и рыхлый покров: 1 — пойма высотой 0,5—1,5 м, сложенная аллювиальными золотоносными галечниками (2—5 м), залегающими под слоем илстого тонкого песка (0,5—2 м) на коренном плотике; 2 — 1-я надпойменная аккумулятивная терраса высотой 5—7 м, сложенная аллювиальными голоценовыми галечниками и песками (10—12 м), перекрытыми слоем тонкого песка (0,5—1 м); 3 — 2-я надпойменная (25 м) эрозионно-аккумулятивная терраса с покровом из верхнечетвертичных песков и галечников (5—7 м), залегающих на приподнятом коренном покое; 4 — 3-я надпойменная (60 м) эрозионно-аккумулятивная терраса с мощным (20 м) покровом среднечетвертичных песков и галечников, перекрывающих золотоносную россыпь и древнюю долину; 5 — 4-я надпойменная (100 м) эрозионно-аккумулятивная терраса с покровом из древнечетвертичных аллювиальных золотоносных галечников и песков (2—5 м); 6 — погребенная долина среднечетвертичного возраста; 7 — эрозионный останец обтеканья, сложенный гранитом и прикрытый маломощным чехлом делювиальных суглинков со щебенкой и обломками коренных пород; 8 — аккумулятивные уступы террас; 9 — высота террас над уровнем реки в м; 10 — отметки абсолютной высоты урвня рек. Элементы геологии коренных пород: 11 — верхнепротерозойские филлиты; 12 — биотитовые граниты; 13 — кварцевые золотоносные жилы; 14 — свалы кварца с признаками золотоносности; 15 — элементы залегания пород. Россыпи и: 16 — балансовые блоки россыпей; 17 — забалансовые блоки россыпей; 18 — контуры блоков пойменно-долинной верхнечетвертичной россыпи, предназначенной для дренажной отработки; 19 — контуры забалансовых блоков россыпей; 20 — контуры блоков ложковой россыпи, предназначенной для гидравлической отработки; 21 — контуры блоков делювиальной россыпи, предназначенной для отработки открытым способом; 22 — контуры блоков погребенной в древней приподнятой долине среднечетвертичной россыпи, предназначенной для подземной отработки; 23 — контуры блоков древнечетвертичной россыпи высокой террасы, предназначенные для открытой отработки; 24 — категории запасов и номер блока. Поисковые и разведочные данные: 25 — линии поисковой разведки; 26 — линии предварительной разведки; 27 — линии детальной разведки; 28 — номер разведочной линии и год разведки; 29 — поисковая проба и содержание в мг/м³; 30 — горизонталы и отметки абсолютной высоты

ческую нагрузку с данными о рыхлом покрове. В отдельных случаях при очень сложном строении рельефа и рыхлого покрова С. С. Лапин рекомендует составлять две карты отдельно: геоморфологическую с данными о россыпях и разведочных работах и карту рыхлых отложений с выделением литолого-стратиграфических комплексов и элементов коренной геологии. Также самостоятельно может быть составлена специальная палеогеоморфологическая карта с изображением форм погребенного рельефа горизонталями, с их генетической оценкой способом качественного фона (цветного, штрихового) и с выделением погребенных россыпей.

Все сказанное можно в полной мере отразить лишь на картах масштаба 1 : 50 000 — 1 : 25 000 и крупнее, создаваемых для поисково-разведочных и разведочных целей. На картах масштаба 1 : 100 000 — 1 : 200 000, предназначенных для поисковых работ, вместе с генерализацией геоморфологического содержания обобщается также специальная нагрузка. Этот масштаб позволяет показать отдельные формы и элементы рельефа взаимосвязанно с рыхлыми отложениями, выделить основные места концентрации россыпей различного типа с оценкой конкретных поисковых объектов. Карты масштаба 1 : 1 000 000 и 1 : 500 000 предназначаются для районирования территории по геоморфологическим условиям поисков и по относительной перспективности районов на россыпи (Звонкова, 1959; Пиотровский, 1963). Они составляются на основе общей геоморфологической карты аналитического или синтетического типа с выделением категорий рельефа в различной степени благоприятных для формирования и сохранения россыпей и с разной глубиной их залегания.

По В. Г. Миллеру (1970), обычно выделяют следующие четыре категории районов:

1) весьма благоприятные — не подвергавшиеся оледенениям, с нормальным эрозийным развитием рельефа; процессы образования россыпей не прерывались здесь в течение всего континентального развития;

2) благоприятные — расположенные в области разгрузки ледников; процессы образования россыпей прерывались оледенениями; доледниковые россыпи захоронены под мощной толщей моренных отложений; в зависимости от количества эпох оледенения возможны находки многослойных россыпей;

3) мало благоприятные — охватывающие троговые отрезки долин и области интенсивного врезания рек, обусловленного тектоническими причинами; доледниковые россыпи уничтожены; возможны находки современных, небольших по масштабам россыпей;

4) неблагоприятные — охватывающие области питания ледников, где процессы россыпеобразования не происходят.

Могут быть использованы и другие критерии поисково-геоморфологического районирования:

1) по генетическим и возрастным признакам поверхностей

выравнивания, остаточных и переотложенных кор выветривания с приуроченными к ним различными комплексами полезных ископаемых;

2) по соотношению интенсивности новейших поднятий и денудации с выделением областей высокогорного, среднегорного, низкогорного, холмистого рельефа, характеризующихся своими масштабами россыпеобразования, возрастными и морфологическими типами россыпей, степенью их распространения; с детальным оконтуриванием низкогорий, как наиболее продуктивных, где морфологические типы россыпей оказываются особенно разнообразными;

3) по типам речных долин с выделением горно-геоморфологических зон со старыми, зрелыми и молодыми долинами, в разной степени охваченными современным эрозионным врезом, с совершенно различными условиями поисков, разведки и разработки россыпей и др.

Карты для поисков коренных месторождений. К коренным месторождениям относится обширный класс эндогенных образований, связанных с воздействием тектоники и магматизма. В отличие от россыпных месторождений, для которых существенными поисковыми признаками служат показатели экзогенного морфогенезиса, поисковые признаки коренных месторождений основаны преимущественно на различном выражении в рельефе структурно-тектонических факторов и магматизма, что находит прямое или косвенное отображение на общих геоморфологических картах.

На специальных картах для поисков рудных месторождений более подробно характеризуют элементы морфоструктуры. Среди элементов денудационной препарировки рудовмещающих горных пород и самих горных тел: положительные и отрицательные, изометричные в плане, вытянутые в виде гривок, гряд, увалов, глубоких и узких или широких и неглубоких эрозионных форм, седловин и других, в зависимости от формы и сопротивляемости размыву самих препарлируемых геологических тел. Изображают формы проявления в пластике земной поверхности древнего уже сложившегося структурного плана, складчатых и в особенности глыбовых структур разного порядка и разной глубины заложения, разделяющей их сети разломов, зон дробления, в значительной степени определяющих заложение и развитие эрозионной сети. Все указанные элементы на карте обозначают штриховыми, линейными и внемасштабными знаками черного цвета.

Большое внимание уделяют выявлению и отображению на карте новейшего структурного плана, амплитуды новейших тектонических движений (поднятий или опусканий), морфологий новейших структурных форм. Для этого используют способы морфоизогипс, линий ограничения областей поднятий и опусканий разной величины и интенсивности, линейные и внемасштабные знаки красного цвета. Из сопоставления изображений древнего и новейшего структурных планов выявляется их соотношение и роль в

последовательном формировании морфоструктуры территории: черты унаследованности, наложенности и пр. Все это необходимо для выяснения положения рудоконтролирующих, рудовмещающих структур среди безрудных, для прослеживания подводящих структур за пределами известного оруденения, для установления взаимосвязи проявлений и месторождений единого рудного поля (Лукашов и Симонов, 1971).

Очень важным критерием для поисков эндогенных месторождений является глубина денудационного среза первичного тектонического и вулканотектонического рельефа, так как с этим связаны различные по площади и ассоциациям руды, образовавшиеся на значительной глубине и затем оказавшиеся на дневной поверхности или близко от нее. На карте тщательно изображают все элементы рельефа, которые могут служить исходными уровнями для отсчета величины денудационного среза: поверхности денудационного выравнивания региональные и локальные, развитые на вершинах горных хребтов и на их бортах, денудационно-аккумулятивные и аккумулятивные поверхности речных, озерных, морских террас и равнин, в различной степени поднятых и расчлененных эрозионной сетью.

Цветными контурными линиями, значками на карту наносят все коренные месторождения и рудопроявления с подразделением их по морфологии рудных тел, по промышленной ценности и разведанности с обозначением разведанных запасов полезного ископаемого.

В конечном счете, карта должна помочь в изучении общего морфоструктурного плана территории, истории развития морфоструктур разного порядка, соотношений морфоструктурных планов, возникших в эпохи оруденения и пострудной тектоники, величины денудационного среза и степени вскрытия залегающих на глубине рудоносных геологических образований. Опираясь на выявленные закономерности выражения в рельефе элементов новейшей тектоники и ранее сложившихся отпрепарированных рудоносных структур (при нередко наблюдаемой унаследованности новейшего структурного плана), удается оценить перспективность различных морфоструктур в отношении месторождений рудных полезных ископаемых, прогнозировать локализацию рудных полей, зон и узлов.

Показать все отмеченные выше показатели не всегда удается на одной карте. Если обстановка достаточно сложна и есть потребность и возможность в детализации отдельных показателей, прибегают к построению ряда специальных дополнительных карт. Так, на особой карте может быть дана характеристика морфоструктурного плана территории. Цветным фоном выделяются отдельные морфоструктуры, разделяемые по морфологии, возрасту, соотношению со структурами более древних ярусов, по режиму и размаху тектонических движений. Особо выделяют разломы и зоны дробления и обособляемые ими глыбовые морфоструктуры разного порядка. Детальное прослеживание и изображение разломов

представляет большой интерес потому, что ими контролируется локализация магматической и гидротермальной деятельности, т. е. локализация эндогенного оруденения. Также на особой карте может быть показано распределение величины денудационного среза, для определения которой используют арсенал самых различных методов.

Указанные элементы нагрузки, включая поисково-разведочные данные, в полной мере могут быть отображены только на картах масштаба 1:50 000—1:25 000 и крупнее. На картах масштаба 1:100 000—1:200 000 общегеоморфологическую и специальную нагрузку отбирают с таким расчетом, чтобы показать основные особенности геоморфологического строения и развития территории и генетически связанные с ними места локализации коренных рудных месторождений, оценить конкретные поисковые объекты. Карты масштаба 1:500 000—1:1 000 000 используют для специального районирования по геоморфологическим условиям поисков и по перспективности районов на оруденение.

Карты для поисков нефтегазоносных структур. Важнейшая задача этой карты состоит в том, чтобы помочь в выявлении и изучении структур, которые могут быть местами месторождений нефти и газа. В качестве основы для ее построения должна быть использована общая геоморфологическая карта аналитического типа, которая дает достаточно богатую информацию, необходимую для решения указанной выше задачи. Это обстоятельство отмечается в руководстве «Применение геоморфологических методов в структурно-геологических исследованиях» (1970) и в других работах.

При проведении специальных исследований содержание общей карты частично генерализуют, частично дополняют и детализируют. При отборе геоморфологической нагрузки наиболее полно и выразительно показывают элементы рельефа, имеющие диагностирующее значение при выделении древних и новейших структурных форм. Так, существенно генерализуя контуры выделенных историко-генетических категорий рельефа, особенно подробно отображают на карте разновозрастные геоморфологические уровни. К ним относятся поверхности денудационного выравнивания, аккумулятивные равнины, террасы различного происхождения и возраста, позволяющие судить о характере новейшей тектоники и созданных ею новейших структурных формах. С той же целью отмечают деструктивный, деструктивно-аккумулятивный или аккумулятивный генезис элементов рельефа, строение и мощность слагающих эти элементы рыхлых отложений (см. рис. 4).

Наглядное представление о новейших тектонических деформациях дают системы страто и морфоизогипс, проведенных по разным геоморфологическим уровням с подчеркиванием форм локальных поднятий и опусканий, соляно-купольной тектоники, разрывных нарушений. Чтобы на карте яснее выделялись опорные геоморфологические уровни, некоторые авторы рекомендуют по-

казывать разным цветом фона не генезис, как на общих картах, а возраст элементов рельефа. Однако эта рекомендация едва ли оправдана, так как для диагностики структурных форм важно отобразить прежде всего генезис рельефа (денудационный или аккумулятивный), генетический тип речных террас (эрозионных, эрозионно-аккумулятивных или аккумулятивных; коренных, цокольных или аллювиальных), генетический тип склонов, например, обвально-осыпных с преобладанием стенок срыва, или же склонов плоскостного смыва с широким развитием мощных делювиальных шлейфов и т. д.

Возможно детальнее на карте изображаются формы и элементы рельефа, возникшие в результате денудационной препарировки относительно прочных геологических тел: гривы, гряды, кряжи, увалы, холмы и др. Различная их форма в плане, пространственная ориентировка, особенности группировки и сочетания с отрицательными формами рельефа, возникшими в результате разрушения относительно менее прочных геологических тел — все это дает богатый материал для суждения о сложившихся структурных формах и о их соотношении с новейшим структурным планом. Для тех же целей на картах рассматриваемого типа нередко наносят другие характерные компоненты ландшафта, которые могут служить целям структурной диагностики.

Особым разделом нагрузки карты является изображение выявленных структурных форм. Для этого используют контурные знаки, позволяющие выделить соподчиненные друг другу положительные и отрицательные структуры разного порядка, в первую очередь те, которые расцениваются как перспективные на поиски месторождений нефти и газа. Сплошными, прерывистыми или пунктирными контурными линиями характеризуется степень достоверности выявленных структур.

Более полная характеристика структур, их оценка как возможных коллекторов нефти и газа с рекомендациями для разведочных работ возможна на карте, позволяющей использовать весь арсенал изобразительных средств, включая цветной и штриховой фон. Цветным фоном выделяют морфологические типы региональных и локальных, положительных и отрицательных структур, развивающихся с определенного времени унаследованно или испытывавших перестройку в некоторый отрезок времени. Особое внимание уделяют изображению унаследованно развивавшихся структур, так как они могут рассматриваться в качестве первоочередных объектов разведки. При сложных соотношениях новейшего и более древнего структурных планов используют штриховку для изображения типов этих соотношений и отдельных перестроенных (наложенных) структур. Контурными линиями разного рисунка и цвета характеризуют достоверность показа отдельных структур: только по некоторым геоморфологическим показателям, по комплексу разнообразных геоморфологических показателей, подтвержденных геофизическими данными или комплексом данных геофизической раз-

ведки, подтвержденных результатами геоморфологических, геофизических исследований, а также материалами детальной геологической разведки (бурением и т. п.). Наконец, на этой же карте выделяют перспективные объекты (структуры) для постановки детальных разведочных работ.

Наряду с картами указанных типов могут создаваться и другие карты, на которых более детально отображаются те или иные разделы геоморфологической нагрузки, представляющие большой интерес при поисках нефтегазоносных структур. Сюда прежде всего относятся частные структурно-геоморфологические (морфоструктурные, морфотектонические) карты, дополняемые или детализируемые по некоторым показателям, имеющим поисковое значение на нефтегазоносные структуры. Подобные карты могут иметь различный масштаб (1 : 1 000 000 и крупнее) в зависимости от которого находятся их детальность и назначение (поисковое, разведочное).

КАРТЫ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЦЕЛЕЙ

Для обоснования проектирования различных видов строительства и для осуществления других инженерных мероприятий проводятся инженерно-геологические исследования, сопровождаемые построением инженерно-геологических карт. Одним из существенных элементов содержания этих карт является характеристика геоморфологических особенностей территории, имеющих большое значение при оценке условий строительства и эксплуатации различных инженерных сооружений. Эта характеристика настолько важна и многообразна, что может быть вынесена на специальные инженерно-геоморфологические карты, которые приобретают самостоятельное значение при решении практических задач. В то же время они могут использоваться в качестве подсобных источников при построении инженерно-геологических карт, характеризующих более широкий круг явлений и объектов. Некоторые инженерно-геологические карты несут такую большую геоморфологическую нагрузку, что с наименьшим основанием могут быть названы инженерно-геоморфологическими.

Содержание и масштаб специальных геоморфологических карт должны быть различны в зависимости от того, для какой стадии проектирования инженерных работ они предназначены (Звонкова, 1959). Также как и инженерно-геологические карты (Попов, 1951), геоморфологические карты для инженерных целей можно разделить на следующие виды:

1. Общие обзорные карты геоморфологических условий строительства и карты районирования по условиям строительства масштаба 1 : 500 000 и мельче — используются для планирования и размещения строительства.

2. Обзорные карты геоморфологических условий масштаба 1 : 200 000 — 1 : 100 000 — предназначаются для проектирования строительства конкретных сооружений разного рода.

3. Карты с детальной характеристикой геоморфологических условий масштаба 1 : 50 000—1 : 25 000 — предназначаются для обоснования проектного задания при составлении планов создания различных видов сооружений.

4. Карты с очень детальной характеристикой геоморфологических условий масштаба 1 : 10 000 и крупнее — предназначаются для обоснования проектного задания и технического проекта строительства конкретных инженерных объектов.

Основой для составления специальных геоморфологических карт может служить общая геоморфологическая карта аналитического типа. Достоинство ее состоит в том, что она уже отображает многие важные условия строительства: морфографию, строение рельефа в связи с особенностями геологии коренных и четвертичных отложений, происхождение рельефа, его современную динамику. Нагрузку этой основы дополняют и детализируют так, чтобы специальные геоморфологические карты лучше отвечали практическим требованиям, связанным с проектированием определенных видов строительства. В этом отношении можно различать карты для проектирования промышленного и гражданского строительства, дорожного, гидротехнического строительства, строительства портов и др. Наряду с основной картой могут создаваться специальные частные карты с отображением некоторых геоморфологических показателей, имеющих особо важное инженерное значение.

Карты для проектирования промышленного и гражданского строительства. Эти карты должны характеризовать геоморфологические условия для строительства населенных пунктов, отдельных гражданских и промышленных объектов. Особый интерес представляют морфографические и морфометрические особенности территории: величина уклонов земной поверхности, глубина и густота расчленения рельефа, которые в первую очередь определяют выбор строительных площадок и объем необходимых земляных работ по их улучшению. Для оценки устойчивости строительных площадок и воздвигаемых объектов очень большое значение имеют современные геоморфологические процессы: обвальные, осыпные, оползневые, лавинные, овражные, селевые, карстовые, суффозионные, мерзлотные и др.

Отмеченные геоморфологические показатели находят отображение на общей геоморфологической карте аналитического типа. Чтобы эта карта получилась целенаправленной, на ней более подробно изображают формы и элементы рельефа, характеризующие его современную динамику. Для этого используют достаточно подробную систему условных знаков разного размера, рисунка и цвета, позволяющих отобразить степень распространения, размеры и интенсивность развития современных форм разного генезиса. Например, на основании определенных количественных и качественных характеристик выделяют интенсивно, средне и слабо растущие овраги; подвижные, малоподвижные (приостановившиеся), остановившиеся и неподвижные оползни и т. п. Штриховыми знаками

на самой карте и пояснениями в легенде более полно характеризуют геологическое строение элементов и форм рельефа: террас, склонов и др.

Морфометрические признаки на общей карте достаточно наглядно передаются горизонталями и высотными отметками. Кроме того, выделяемые на ней склоны разных генетических типов вместе с тем отличаются разной крутизной. На специальной карте склоны можно показать цветным фоном с более детальной классификацией по характеру и интенсивности склоновых процессов и по крутизне.

Для обстоятельной оценки геоморфологических условий строительства составляют специальные частные карты: морфометрические, современной динамики рельефа, отдельных динамичных форм и элементов рельефа. Для морфометрических карт выбирают такую шкалу количественных показателей, которая бы наиболее отвечала практическим целям. На картах динамики рельефа детально характеризуют особенности формирования, стадию и интенсивность развития не отдельных форм, а всей поверхности изображаемой территории. Такие же карты крупного масштаба составляют для строительных площадок.

На всех картах условные обозначения группируют в первую очередь по инженерно-строительным признакам, выделяя участки: устойчивые и пригодные для строительства, условно устойчивые и условно пригодные, неустойчивые и не пригодные (рис. 23).

Карты для проектирования дорожного строительства. Эти карты характеризуют геоморфологические условия трассирования дорог с выбором для них наиболее выгодных продольного профиля и плана, трассировочного хода и способа развития линии, мест для мостовых переходов, тоннелей (в горах). Кроме чисто физиономических черт, для решения указанных задач важно также знать генезис рельефа в связи с его геологическим строением, современные геоморфологические процессы, оказывающие большое влияние на условия строительства, устойчивость дорог и различных дорожных сооружений в процессе их эксплуатации.

Общие геоморфологические карты аналитического типа, характеризующие рельеф по элементам, позволяют оценить условия сооружения дорог не только на некоторой площади, но и по различным вариантам трассировочных ходов, по отдельным отрезкам этих ходов, проложенным на плакорах, склонах водоразделов и долин, на речных террасах, пойме и т. д.

На специальных картах для проектирования дорог нагрузку общей карты дополняют и детализируют с таким расчетом, чтобы она полнее характеризовала важные в практическом отношении черты рельефа, особенно вдоль проектируемых трасс дорожных магистралей. С помощью такой карты можно оценить крутизну, длину и форму склонов, густоту и глубину расчленения рельефа, его морфографический тип, генезис элементов рельефа. Например, выделить пойму, надпойменные террасы разной высоты и степени расчленения, аккумулятивные, эрозионно-аккумулятивные и эро-

зионные, аллювиальные и цокольные террасы, резко отличающиеся по условиям строительства и эксплуатации дорожной сети.

Для полноты характеристики детальные морфогенетические обозначения совмещают с данными о составе и мощности рыхлых отложений слагающих аккумулятивный рельеф, о выступающих на дневную поверхность коренных горных породах, формирующих деструктивные (денудационные) элементы рельефа. Детально обозначают динамичные формы рельефа, различаемые по интенсивности современного развития: оползневые склоны, карстовые провалы, современное перевеивание песков и другие явления, от которых сильно зависит устойчивость дорог и дорожных сооружений. Для более подробной характеристики рельефа по отдельным практически важным морфометрическим, генетическим или динамическим показателям составляют дополнительные частные карты. При этом шкала соответствующих показателей отрабатывается в соответствии с требованиями проектирования дорожного строительства.

Карты для проектирования гидротехнического строительства. Обзорные карты этого назначения дают общую характеристику геоморфологических условий строительства, необходимую для планирования гидротехнических сооружений, создания схемы размещения основных частей гидротехнического узла, выбора трассы канала, оценки особенностей эксплуатации будущего водохранилища. На крупномасштабных картах (района створа плотины, чаши водохранилища, включая его береговые склоны, район деривации) геоморфологические условия строительства характеризуются с детальностью, позволяющей окончательно выбрать место для створа плотины, получить обстоятельные данные о чаше водохранилища, об ее заилении, возможной потере воды, переработке берегов, затоплении и подтоплении прилегающих территорий и пр.

Для предварительной оценки условий гидротехнического строительства пригодны общие геоморфологические карты аналитического типа. В случае проведения специальных изысканий эти карты насыщают необходимыми дополнительными сведениями, генерализуя или опуская то, что не представляет специального интереса. Как и при других видах строительства, существенное значение имеют прежде всего морфометрические данные (уклоны, глубина, густота расчленения), от которых зависят условия трассирования канала, форма и размеры самой чаши водохранилища, интенсивность эрозионно-денудационных процессов на ее склонах и в бассейне, в свою очередь определяющих интенсивность заилиения водохранилища.

На специальных картах возможно детальнее изображают рельеф поверхности скального основания, выделяя участки неглубокого залегания скальных пород, погребенные долины, что важно при оценке условий возведения створа плотины и других тяжелых сооружений, условий фильтрации вод в обход плотины (по погребенным понижениям). Для изображения погребенного рельефа

применяют контурные знаки, а при необходимости для особо важных мест — горизонтали. Штриховыми знаками обозначают состав и мощность рыхлых образований, залегающих на скальном основании.

Морфогенетическая характеристика, передаваемая цветным фоном, детализируется таким образом, чтобы на карте выделялись генетические разновидности элементов и форм рельефа с дополнительной оценкой по их морфологии, геологическому сложению, по современной динамике. С целью усиления морфодинамических показателей элементы и формы рельефа, изображаемые внемасштабными и линейными знаками (овраги, оползни, карстовые формы и др.) более детально, чем на общей карте, подразделяют по давности образования и по интенсивности развития. Особое внимание уделяют изображению форм поверхностного, подземного и погребенного карста.

Геоморфологические показатели, особо важные для гидротехнического строительства и не получившие достаточно полного отображения на специальной общей карте, более обстоятельно отображают на специальных частных картах (морфометрических, динамики рельефа, карстовых форм, их морфологии, генезиса, современной динамики и густоты распространения и пр.).

На специальных картах для строительства портов и других береговых сооружений отображают геоморфологические условия не только надводной, но обязательно также подводной части побережья. Наиболее детально характеризуют рельеф береговой зоны и совершающиеся в ее пределах современные береговые процессы, которые в значительной степени определяют условия строительства и эксплуатации береговых сооружений. Цветным фоном выделяют абразионную надводную платформу, абразионный подводный склон (бенч), аккумулятивные береговые формы и аккумулятивный подводный склон. Дополнительно эти элементы рельефа подразделяют по морфологическим признакам, по характеру слагающих отложений. Например, выделяют глыбовый, скалистый бенч, песчаные, галечные аккумулятивные формы.

По цветному фону наносят линейные и внемасштабные знаки абразионных уступов (клифов), абрадируемых и отмерших, подразделяемых по моделирующим склоновым процессам (абразионно-обвальные, абразионно-осыпные, абразионно-оползневые и пр.); абразионных останцов, гротов, арок, подводных уступов; аккумулятивных береговых валов (современных и отмерших), подводных валов, карманных пляжей и пр. На приливо-отливных побережьях в зоне осушки наносят деятельные и отмершие каналы стока, каналы стока сгонно-нагонных потоков.

Для характеристики современной динамики береговых процессов линиями движения разного цвета и толщины показывают направление и мощность береговых потоков наносов с выделением вдольберегового, поперечного перемещений и потоков наносов, поступающих с суши, главным образом с реками.

С целью более конкретной оценки геоморфологических условий на всех специальных картах для проектирования строительства наносят проектируемые сооружения: строительные площадки, контуры крупных промышленных или гражданских объектов, варианты дорожных трасс, мостовые переходы, тоннели, створы плотин, границы затопления, трассы каналов, береговые сооружения и пр. С учетом возведения запроектированных сооружений разрабатывают прогноз развития рельефа, последствия этого развития на окружающей территории. Соответствующие данные отображают на специальной карте геоморфологического прогноза. Так могут быть составлены карты предполагаемого развития берегов запроектированного водохранилища, ожидаемых изменений рельефа и всей природной обстановки в зоне затопления и подтопления.

КАРТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Эти карты предназначаются для освещения геоморфологических условий организации сельскохозяйственного производства, размещения различных сельскохозяйственных культур, нарезки полей севооборота, использования машинного парка, борьбы с почвенно-овражной эрозией, с перевеванием песков.

Общая геоморфологическая карта аналитического типа вполне пригодна для предварительной оценки территории при ее сельскохозяйственном использовании. Изображаемые на такой карте элементы и формы рельефа, различающиеся по внешнему облику, происхождению и развитию, вместе с тем характеризуются особыми геологическими, микроклиматическими, гидрологическими, почвенно-растительными условиями, от которых зависят возможности и характер использования каждого участка местности для сельскохозяйственных целей. В условиях Центра Русской равнины, например, пойма используется обычно под сенокос и огороды, надпойменные террасы и выположенные делювиально-дефлюкционные склоны — под зерновые культуры, плохо дренированная моренная равнина — под пастбища, частично (на относительно возвышенных холмистых участках) — под зерновые культуры; ложбины стока талых вод, моренные западины обычно заболочены и могут быть использованы для добычи торфа, а после осуществления мелиоративных мероприятий — для расширения площади сельскохозяйственных культур.

При решении отмеченных выше частных задач сельскохозяйственного производства необходимо построение карт с отображением некоторых геоморфологических показателей, представляющих практический интерес. Сюда относятся: морфометрические карты и карты интенсивности развития некоторых геоморфологических процессов, в особенности почвенно-овражной эрозии и дефляции.

Морфометрические карты (углов наклона земной поверхности, глубины и густоты расчленения рельефа) составляются в такой шкале показателей, которая бы полнее отвечала поставленным

целям. В США при почвенной съемке принято различать по крутизне следующие классы земель: до 2° , $2-4,5^\circ$, $4,5-9^\circ$, $9-17^\circ$, $17-36^\circ$ и более 36° (Soil survey... 1951). Для оценки потенциальной опасности развития эрозии М. Н. Заславский (1972) рекомендует выделять склоны крутизной: $1-3^\circ$, $3-5^\circ$, $5-8^\circ$, $8-10^\circ$, $10-15^\circ$, $15-20^\circ$, $20-40^\circ$ и более 40° .

При построении карты углов наклона сельскохозяйственных областей нашей страны В. И. Кравцова (1958) и Е. М. Николаевская (1966) предлагают использовать другую шкалу: до $1,5^\circ$, $1,5-3^\circ$, $3-6^\circ$, $6-12^\circ$, $12-20^\circ$, $20-45^\circ$, более 45° . Эти ступени крутизны выделяют склоны, на которых оказываются разными возможность и эффективность механизированной обработки почвы, интенсивность эрозионных процессов, приемы агротехники и направление использования земельных угодий.

Степень менее $1,5^\circ$ характеризует поверхности, где почвенный смыв и линейный размыв практически отсутствуют и где возможно использование любых сельскохозяйственных механизмов с высокой производительностью. Степень $1,5-3^\circ$ — начинает проявляться слабый смыв, и поэтому при вспашке следует предусмотреть специальные почвозащитные и агротехнические мероприятия; производительность сельскохозяйственных механизмов практически не снижается. Степень $3-6^\circ$ — смыв и размыв, особенно на склонах южной экспозиции, может достигать значительной интенсивности, поэтому в районах, подверженных эрозии, на таких склонах вводятся специальные противоэрозионные мероприятия; производительность сельскохозяйственных машин может снижаться до 15%, а затраты горючего увеличиваться до 10%. Степень $6-12^\circ$ характеризуется наличием средне и сильно смытых почв; обязательно проведение коренных противоэрозионных мероприятий и строгое соблюдение правил противоэрозионной агротехники (в частности ограничение и недопущение пропашных культур); в ряде районов подобные склоны не подлежат распашке как эрозионно опасные; там, где вспашка возможна, применяют специальные сельскохозяйственные машины. Степень $12-20^\circ$ — склоны непригодны для распашки как под пропашные, так и под зерновые, за исключением некоторых районов, где необходимо применение специальных сельскохозяйственных машин; могут быть использованы для разведения садов, а также под пастбища и под сенокосы. Степень $20-45^\circ$ — склоны не используются для земледелия, но могут отводиться под выпас скота; подлежат облесению и залужению. Степень более 45° ограничивает наиболее труднодоступные участки местности.

Для карты густоты горизонтального расчленения целесообразно принять такие показатели, которые бы отражали минимальную и оптимальную, с точки зрения удобства механизированной обработки, величину земельных массивов и удобства транспортировки машин между массивами и хозяйствами. Для карты Алтайского края В. И. Кравцова (1958) выбрала сле-

дующую шкалу расчленения: 1) менее $0,3 \text{ км/км}^2$ —средний размер нерасчлененных массивов более 50 км^2 ; эта величина соответствует площади среднего колхоза, что практически означает беспрепятственную по условиям рельефа транспортировку машин на территории хозяйства; 2) $0,3-0,9 \text{ км/км}^2$ —средний размер нерасчлененных массивов $5-50 \text{ км}^2$; это означает, что весь массив севооборота находится на едином нерасчлененном участке; 3) $0,9-2,0 \text{ км/км}^2$ —средний размер нерасчлененных массивов $1-5 \text{ км}^2$; обеспечивается нормальный размер целостных полей севооборота; 4) более $2,0 \text{ км/км}^2$ —средний размер нерасчлененных массивов менее 1 км/км^2 ; нормальный размер целостных полей севооборота не обеспечивается.

Приведенные морфометрические показатели можно совместить на одной карте, показав углы наклона цветным фоном, а густоту расчленения—штриховкой. На карте сельскохозяйственной оценки рельефа Алтайского края В. И. Кравцова углы наклона выделила штриховкой, а густоту расчленения—точечным крапом разной плотности. Углы наклона дополнительно отнесены к разным морфографическим типам местности, у которых при одинаковой крутизне оказываются различными длина и профиль склонов, что также представляет интерес для оценки рельефа.

Различаются следующие типы местности: плоские равнины, слабо волнистые равнины с очень длинными склонами (до 3 км), волнистые сильно расчлененные равнины с короткими склонами ($0,5 \text{ км}$), предгорья с выпуклыми длинными склонами, горы. Названные типы местности выделены штриховкой, разной по рисунку и ориентировке.

Контурными линиями, линейными и внемасштабными знаками на карте показывают отдельные формы и группировки форм мезо-, микро- и нанорельефа, ослабляющие или усиливающие эрозию, ограничивающие механизированную обработку почвы или иным путем осложняющие ее сельскохозяйственное использование. Сюда относятся западины, карстовые воронки, ложбины, промоины, овраги, песчаные бугры и гряды, обрывы, оползни, скалистые останцы, каменистые россыпи и др.

При построении карты густоты расчленения в качестве показателя целесообразно взять длину линий стока. Такая карта может быть использована для оценки величины склонового стока и связанной с ним почвенно-овражной эрозии. Кроме того, она более наглядно и непосредственно характеризует протяженность полей севооборота, чем карта, на которой использован относительный показатель расчлененности в км/км^2 .

Большое значение имеют карты интенсивности развития геоморфологических процессов, карты типов отдельных динамичных форм рельефа и густоты их распространения на территории сельскохозяйственного землепользования. Например, карты интенсивности почвенно-овражной эрозии, карты типов оврагов и овражности, типов карстовых форм и закарстованности. Эти кар-

ты необходимы для разработки мероприятий по борьбе с вредными для сельского хозяйства последствиями современных процессов рельефообразования. Отображаемая на них шкала показателей также выбирается целенаправленно. Например, типы оврагов различаются по интенсивности происходящей в них глубокой и регрессивной эрозии.

Кроме специальной нагрузки на общих и частных геоморфологических картах сельскохозяйственного назначения наносят границы землепользования, типы угодий, дороги, колодцы, пруды и другие сельскохозяйственные объекты.

Карты районирования территории по геоморфологическим условиям сельскохозяйственного производства составляют на основе комплекса показателей. Так, для оценки потенциальной опасности развития эрозии учитывают интенсивность горизонтального и вертикального долинно-балочного и овражного расчленения, средневзвешенные крутизну и длину склонов, морфологические типы макро-, мезо- и микрорельефа, типы склонов, их экспозицию (Заславский, 1972).

ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

При создании специальных карт любого содержания осуществляется картографическая генерализация, т. е. отбор и обобщение изображаемых на них явлений. Более развернуто процесс генерализации, по И. П. Заруцкой, можно представить как: 1) отбор элементов содержания карты, 2) обобщение их качественных и количественных показателей (в процессе разработки легенды), 3) отбор отдельных объектов или участков, выделяемых по обобщенным показателям, 4) обобщение очертаний выделяемых участков (контуров, границ), 5) выделение главного содержания средствами оформления. Все эти действия неразрывно связаны и осуществляются на разных этапах создания карты.

Степень генерализации специального содержания зависит от содержания и назначения карты, ее масштаба, способа использования (стенная, настольная карта), средств картографического изображения и характера источников составления. По словам Н. Н. Баранского, чем более узкий круг явлений охватывает карта, тем проще и легче осуществляется генерализация. Комплексные и синтетические карты генерализовать значительно труднее.

Особый интерес представляет генерализация общих геоморфологических карт широкого (государственного) значения в зависимости от масштаба.

Генерализация любой карты начинается с легенды. Как указывает И. П. Заруцкая (1966), применительно к типологическим картам возможны два случая обобщения легенд: обобщение легенд, выполненных в единой (унифицированной) системе, и обобщение легенд, основанных на разных принципах, на различных вариантах естественной классификации картографируе-

мых объектов. К первому случаю И. П. Заруцкая относит легенды геологических и почвенных карт, а ко второму — геоморфологических, геоботанических и др.

Единые легенды отличаются тем, что они строятся на основе единых классификаций изучаемых объектов с выделением категории разного таксономического ранга (классов, семейств, родов, видов и пр.), подчиненных друг другу как видовое понятие родовому, т. е. как частное более общему. Такие классификации обычно используют ограниченный набор существенных признаков, позволяющий дать наиболее простую, логически выдержанную и всеобъемлющую систематику изучаемых явлений, пригодную для создания легенд специальных карт. Так, на почвенных картах по генетическим признакам изображают типы, подтипы, роды и виды почв, на геологических картах по относительному возрасту — стратиграфические единицы разного порядка (системы, отделы, ярусы, серии, свиты и горизонты).

В зависимости от масштаба карт на них изображаются категории объектов разного таксономического ранга. Чем крупнее масштаб, тем более дробные категории служат объектами картографирования и, соответственно, с переходом ко все более мелкому масштабу начинают изображать все более и более крупные (общие) таксономические единицы. Так, на почвенных картах очень мелких масштабов порядка 1:10 000 000 ограничиваются выделением типов и подтипов почв, а на картах более крупных масштабов — родов, видов и подвидов почв.

На картах определенного масштаба обычно выделяют не одну, а две—три смежных категории. Например, на геологических картах масштаба 1:1 000 000, как правило, выделяются ярусы и серии, а в отдельных случаях свиты пород. На геологической карте масштаба 1:2 500 000 в качестве основной изображаемой категории принят ярус, но для некоторых систем выделяются также серии. На карте масштаба 1:5 000 000 показаны отделы системы и ярусы, а на карте масштаба 1:10 000 000 — системы, и отделы систем (в виде исключения, ярусы пермской системы).

Единые системы объектов картографирования создают условия для применения единых систем условных обозначений (цветного качественного фона, значков), на картах любых масштабов. При этом для изображения самых крупных классификационных единиц используют наиболее четко различимые основные цветные тона, а для их более дробных подразделений — оттенки соответствующих тонов. Так, на геологических картах отложения палеогеновой, меловой, юрской систем выделяют, соответственно, оранжевым, зеленым, синим цветом, а на почвенных картах черноземы, подзолистые почвы — коричневым, розовым и т. д.

Карты, создаваемые на основе единых легенд, обладают огромными преимуществами во многих отношениях. Благодаря использованию общепринятых привычных условных обозначений

они легко читаются, без труда сопоставляются между собой независимо от их масштаба и от изображаемой территории. Сильно упрощаются составление и генерализация подобных карт по картографическим источникам более крупного масштаба, включая полевые съемочные карты. Естественно поэтому стремление ряда геоморфологов разработать единую легенду также и для геоморфологических карт разных масштабов. Однако приемлемое для всех решение этой важной задачи еще не найдено.

Как было сказано, рельеф земной поверхности представляет собой сочетание элементов, простых и сложных форм рельефа разного порядка. Каждую из этих составных частей, а также их сочетания, можно классифицировать с выделением подчиненных друг другу таксономических категорий разного ранга — классов, семейств, родов, видов.

Один путь генерализации легенд геоморфологических карт, приводящий к построению единой легенды, основан на изображении генетически однородных поверхностей (элементов, форм рельефа). Другой путь сводится к отбору в качестве объектов изображения форм разного размера в зависимости от масштаба карт. На картах наиболее крупных масштабов изображают элементы, микро- и мезоформы рельефа, а на картах более мелких масштабов — макро-, мегаформы и сочетания форм разного порядка. Этот путь приводит к созданию ряда легенд разномасштабных карт, хотя и взаимосвязанных, но лишенных той логической стройности, которая свойственна подлинно единой легенде.

ОБОБЩЕНИЕ ЕДИНОЙ ЛЕГЕНДЫ АНАЛИТИЧЕСКИХ КАРТ

На картах аналитического типа объектами изображения в любых масштабах служат элементы рельефа — поверхности, или грани, различаемые, как было сказано выше, по генетическим, возрастным и внешним признакам. Каждый из названных показателей рельефа передается в своей системе условных обозначений: генезис — цветными тонами, возраст — интенсивностью тонов, внешний облик — горизонталями и значками.

Аналитический принцип картографирования нашел широкое признание при крупномасштабной полевой съемке. Однако возможность его использования также при построении обзорных геоморфологических карт иногда представляется сомнительной. Обычно высказываются следующие возражения.

1. Поверхности, или грани рельефа (по терминологии Н. В. Башениной, части форм) можно представить, когда речь идет об отдельных формах и их изображении на картах крупных масштабов. Это понятие утрачивает смысл при сильно генерализованном изображении рельефа на картах мелких масштабов.

Данное возражение необоснованно, так как генерализация рельефа сводится, в конечном счете, к генерализации граней —

там, где на картах крупного масштаба выделяется много разрозненных плакорных или иных поверхностей, на картах мелкого масштаба показывается единая грань, которая картографически представляет такую же реальность, как и отдельные ее части, наблюдаемые в природе.

Преимущество граней рельефа как объектив картографирования и состоит в том, что они ограничивают формы рельефа разного порядка и могут быть переданы по законам генерализации на картах самых различных масштабов. Единство объекта картографирования открывает путь к созданию единой легенды для геоморфологических карт.

2. Изображение генетически однородных поверхностей на обзорных картах дает обедненное представление о рельефе, так как при этом не выражаются некоторые генетические особенности, которые более полно могут быть переданы на картах синтетического типа (морфологических комплексов). Сюда относится, например, степень переработки первичного аккумулятивного рельефа равнин последующими эрозионными процессами.

Это возражение также не учитывает законов картографической генерализации. Как известно, обобщение изображения рельефа на гипсометрических картах не приводит к его полному обезличению. Расчлененность поверхности передается изгибами горизонталей, рисующими эрозионные формы, размер которых отвечает масштабу карты. Точно также и на обзорных геоморфологических картах аналитического типа — различия в степени эрозионного расчленения исходной поверхности передаются непосредственно путем изображения эрозионных форм (флювиальных поверхностей, сопряженных со склоновыми элементами) с допустимой в данном масштабе полнотой.

3. На картах аналитического типа пропадают региональные различия между горами и равнинами, внутри горных и равнинных областей. С целью отображения региональных особенностей рельефа авторы некоторых обзорных карт допускают неправильное смешение принципов картографирования, изображая типологические категории рельефа наряду с его регионально развитыми индивидуальными комплексами. В действительности на типологических картах аналитического типа местные геоморфологические черты легко вычитываются из сочетания непосредственно изображенных на них элементов рельефа, различаемых по происхождению, возрасту и физиономическому облику. Аналогичным путем региональные особенности геологического строения, почвенного покрова передаются на геологических и почвенных картах.

4. Изображение элементов рельефа (поверхностей, склонов) приводит к сильной перегрузке карты деталями, к потере ею читаемости. По этому поводу следует заметить, что геоморфологические карты скорее страдают от недогрузки и схематизма, так как выделяемые на них морфологические комплексы скрывают все то разнообразие форм, которое следовало бы передать с не-

обходимой для данного масштаба генерализацией и сохранением полной наглядности изображения.

Таким образом, вполне возможно добиться полной сопоставимости и сравнимости геоморфологических карт разных масштабов, строя их в единой легенде на основе единой генетической классификации элементов рельефа. Необходимо только при этом рационально использовать существующие правила картографической генерализации и в первую очередь обобщения легенды.

С переходом к картам более мелких масштабов обобщение единой легенды должно осуществляться следующим образом.

1. Выделение качественным фоном все более крупных классификационных (таксономических) категорий рельефа, т. е. переход от видовых понятий к родовым. При этом следует руководствоваться генетической классификацией элементов рельефа, опыт построения которой применительно к общим и частным аналитическим картам был изложен выше. Приведенные в табл. 1 самые крупные генетические категории рельефа, могут быть выделены на картах мелких масштабов. Соподчиненные друг другу более дробные систематические единицы выделяют на картах более крупных масштабов. Способы подобного деления (обобщения) легенды вытекают из помещенных выше классификационных схем.

Также как на геологических и почвенных картах, на геоморфологических картах определенного масштаба выделяются генетические категории не одного, а двух-трех смежных рангов в зависимости от занимаемой ими площади в масштабе карты. Небольшие контуры объединяют в единый контур более крупного таксономического ранга, в то же время обширные контуры более мелкого ранга показывают раздельно.

2. Выделение родовых понятий оттенками одного основного тона, общего для всех субкатегорий данного морфогенетического ряда. Чтобы сделать чтение геоморфологических карт легким и привычным, необходимо добиться единообразия их красочного оформления во всех масштабах. Для этого каждой генетической категории рельефа присваивается свой строго определенный цвет (см. табл. 1). Субкатегории рельефа изображаются оттенками основных тонов, систему которых еще предстоит разработать. Элементы и формы рельефа смешанного происхождения передаются смешанными оттенками соответствующих основных цветов. Например, формы озерно-аллювиального происхождения выделяются зелено-голубым, формы аллювиально-морского происхождения — сине-зеленым.

В случае издания карт в черно-белом оформлении рисунок штриховки также должен отображать таксономическую соподчиненность форм. Более дробные генетические категории рельефа должны выделяться соответственно более дробной проработкой рисунка штриховок, общий характер которого сохраняется единым для каждого генетического ряда форм. В этом отношении

типовым примером могут служить условные обозначения для карт мерзлотного рельефа, составленные Б. П. Любимовым и Ю. В. Мудровым (1969). Авторы различают множество генетически соподчиненных разновидностей мерзлотных форм, изображаемых путем дополнения некоторых деталей в рисунок основных видов штриховок, принятых для выделения исходных категорий мерзлотного рельефа.

3. Замена метода качественного фона значковым методом изображения. К этому способу прибегают в том случае, когда элементы и формы рельефа в связи с уменьшением масштаба карты уже не могут быть выделены в своих реальных границах. Так, многие оползневые формы на картах крупного масштаба легко обозначаются качественным фоном, на картах же мелкого масштаба они обычно выделяются только линейными значками. Аналогичным образом значками выделяют небольшие участки почв на почвенных картах. Поэтому легенда почвенных карт предусматривает два типа условных обозначений для всех генетических категорий и субкатегорий почв, — цветной фон и значки. Для геоморфологических карт также необходимо разработать две взаимозаменяемые параллельные системы условных обозначений — цветной фон и значки. При этом может быть использована значковая легенда Д. В. Борисевича (1966, 1969), международной комиссии по геоморфологической съемке и картографированию.

4. Выделение одним знаком (цветным фоном) не только отдельных генетических категорий рельефа, но также типов их сочетаний (комплексов). Так поступают в том случае, когда наблюдается дробное чередование форм и элементов рельефа разного генезиса, которые по мелкости контуров не могут быть обозначены раздельно в масштабе карты. Например, одним тоном выделяют расчлененную водной эрозией морскую аккумулятивную равнину, переработанный эрозионно-денудационными процессами ледниково-аккумулятивный рельеф. Такой способ генерализации легенды широко применяется на почвенных картах. Он ведет к увеличению количества фоновых условных обозначений, выпадающих из общей схемы построения унифицированной единой легенды. Поэтому для изображения морфологических комплексов следует по возможности использовать уже существующие фоновые и значковые обозначения. Так, расчлененная эрозией морская равнина изображается цветным фоном, принятым для морских равнин, по которому наносят линейные и внешмасштабные знаки эрозионных форм: оврагов, балок и небольших долин. Кроме того, цветным фоном выделяют изображающиеся в масштабе карты флювиальные и склоновые элементы более крупных речных долин.

Такие же способы применяют при обобщении других компонентов легенды общих геоморфологических карт аналитического типа. Возраст рельефа, обозначаемый интенсивностью цветного фона, показывают в более разреженной шкале с объединением мел-

ких стратиграфических подразделений в более крупные единицы. Например, московскую, одинцовскую и днепровскую террасы выделяют одним тоном как нерасчлененный комплекс среднечетвертичных террас, верхне-, средне- и нижнечетвертичные террасы объединяют в комплекс четвертичных террас и т. д. Однако широкие террасы и элементы рельефа любого другого генезиса, которые даже в мелком масштабе занимают на карте достаточно различные площади, следует по возможности показывать раздельно в наиболее дробной возрастной шкале.

С уменьшением масштаба увеличивают сечение изобаз (страто-, морфоизогипс), характеризующих неотектоническую обусловленность рельефа. На обзорных картах мелких масштабов выделяют лишь наиболее крупные морфотектонические образования, применяя для этого наряду с линейными и внесмасштабными знаками линии ограничения форм интенсивных поднятий и опусканий в подвижных областях и форм относительно слабых поднятий и опусканий в платформенных областях.

Обозначаемые штриховкой структурные поверхности объединяют в более общие типологические единицы, заменяя в случае необходимости штриховку внесмасштабными и линейными условными знаками.

ОБОБЩЕНИЕ ЛЕГЕНД СИНТЕТИЧЕСКИХ КАРТ

Как уже было сказано, наряду с единой легендой допустимо построение нескольких легенд общих геоморфологических карт по группам масштабов, для которых различными оказываются объекты картографирования, их систематика и способ изображения. Широко распространено убеждение, что только такой способ построения легенд единственно возможен при решении проблемы разномасштабного геоморфологического картографирования. При этом объекты изображения должны быть увязаны в единую систему таксономического соподчинения, чтобы обеспечить преемственность содержания карт разных масштабов. То, что является главным содержанием мелкомасштабных карт, должно по мере укрупнения масштабов переходить либо в текст легенды, либо в ее «шапку» (т. е. общий поясняющий текст к группе условных обозначений), или в карты-врезки более мелкого масштаба. Некоторые авторы более конкретно связывают показ форм рельефа разного порядка с картами определенных масштабов. Согласно Н. В. Башениной (1967), элементы рельефа 3-го порядка — группы типов мегарельефа, — выделяемые ею в общей систематике рельефа, могут служить объектами геоморфологического картографирования в масштабе 1:150 000 000, элементы 4-го порядка — типы и подтипы мегарельефа — в масштабе 1:90 000 000 и 1:40 000 000, типы и подтипы рельефа — в масштабе 1:1 000 000 и 1:500 000. В масштабах 1:500 000 и 1:100 000 изображаются формы рельефа и элемента (части)

сложных и элементарных форм, в масштабах 1:50 000—1:25 000—элементы (части) мезоформ и микроформы рельефа.

Во многом сходную рекомендацию по выбору объектов изображения на геоморфологических картах разных масштабов дает И. П. Заруцкая (см. табл. 4).

Таблица 4

Масштабы карт	Объекты картографирования						
	Типы мегарельефа	Подтипы мегарельефа	Типы рельефа	Подтипы рельефа	Комплексы форм	Формы	Части форм
1:50 000						▬▬▬▬▬▬	▬▬▬▬▬▬
1:100 000 1:200 000						▬▬▬▬▬▬	▬▬▬▬▬▬
1:500 000 1:1000 000				▬▬▬▬▬▬	▬▬▬▬▬▬	▬▬▬▬▬▬	
1:2500 000 1:4000 000			▬▬▬▬▬▬	▬▬▬▬▬▬	▬▬▬▬▬▬		
1:7 000 000 1:10 000 000		▬▬▬▬▬▬	▬▬▬▬▬▬	▬▬▬▬▬▬			
1:20 000 000 1:40 000 000	▬▬▬▬▬▬	▬▬▬▬▬▬					

И. Геллерт (Т. Gellert, 1968) разделяет общие (комплексные) геоморфологические карты в зависимости от масштаба на 7 классов и для каждого класса указывает свои основные и дополнительные объекты картографирования и характерные признаки рельефа (см. табл. 5).

Я. Демек (J. Demek, 1967, 1969) полагает, что на детальных картах масштаба 1:25 000—1:50 000 следует изображать части форм рельефа (генетически однородные поверхности), на картах средних масштабов 1:100 000—1:500 000—формы рельефа и на обзорных картах масштаба 1:1 000 000 и мельче—типы рельефа.

Такой подход к построению взаимосвязанных легенд геоморфологических карт разных масштабов в принципе не вызывает возражений. С уменьшением масштаба вполне допустим переход к изображению все более крупных объектов, хотя в то же время следует признать вполне возможным составление карт с обобщенной характеристикой микрорельефа в любом, даже самом мелком масштабе.

Таблица 5

Классы масштабов	Морфография				Морфологическая характеристика							
	Части форм	Формы	Комплексы форм	Группы форм	Морфометрия	Лито-логия, седиментология	Морфодинамика	Морфогенезис	Морфохронология	Типы макроформ	Морфоструктура	
Геоморфологические планы 1:5000 1:10 000	+	+			+	+	(+)	(+)				
Детальные геоморфологические карты 1:25 000 1:50 000		+	+		+	+	(+)	[+]	+			
Обзорные геоморфологические карты средних масштабов 1:100 000 1:200 000		(+)	+	+		(+)		[+]	+			
Обзорные карты более мелких масштабов 1:500 000 1:750 000			+	+				+	(+)	[+]	[+]	
Геоморфологические карты стран 1:1 000 000 1:5 000 000				+					(+)	[+]	[+]	
Геоморфологические карты континентов 1:10 000 000 1:30 000 000										[+]	[+]	
Геоморфологические мировые карты 1:50 000 000 и мельче												[+]

+ Изображаемые элементы.

(+) Подчиненные элементы.

[+] Главные элементы.

На пути создания подобных легенд возникают затруднения, связанные с необходимостью сочетать показ формы разной величины с их определенной таксономической принадлежностью в генетической классификации. Как уже было сказано, элементы, формы рельефа разной величины и их группировки можно классифицировать с выделением систематических категорий различного таксономического ранга. Каждая из этих классификаций самостоятельна и может служить основой для построения и обобщения легенд, привязанных к заданным масштабам. Выше уже было показано, что для целей создания единой легенды в качестве объектов картографирования особенно пригодны элементы рельефа, объединяемые в генетически однородные поверхности.

Этот единый принцип обобщения легенд с переходом от видовых понятий к родовым предлагается дополнить переходом к

изображению более крупных геоморфологических объектов, которые относятся друг к другу не как видовое понятие к родовому, а как часть к целому. Сочетать такое двойное соподчинение в единой системе — это значит создать настолько громоздкую классификацию, которая едва ли окажется пригодной для ее использования в картографических целях. Классификационные схемы такого рода, предложенные рядом авторов (Боч и Краснов, 1958; Эпштейн, 1959; Башенина, 1967), далеки от завершения и лишены необходимой логической стройности (Спиридонов, 1961). Фактически они распадаются на несколько дополняющих друг друга самостоятельных звеньев.

В качестве объектов картографирования в крупных масштабах (1 : 25 000—1 : 50 000) принимаются части форм и мезоформы рельефа, близкие к нашему пониманию генетически однородных элементов рельефа, или поверхностей (склонов, площадок террас, плакоров). Развернутая легенда для проведения крупномасштабной геоморфологической съемки разработана группой авторов (Башенина, Леонтьев и др., 1962). Однако практическое использование этой легенды затрудняется тем, что элементы и формы рельефа некоторых генетических групп классифицированы недостаточно полно для крупномасштабной геоморфологической съемки, например, вулканические, склоновые и др. Во многих других группах элементы и формы рельефа, изображаемые цветными оттенками, выделяются не только по генетическим, но также и по чисто морфологическим признакам (вулканические, ледниковые и др.), что нарушает принцип использования цветного качественного фона.

Нет достаточной четкости в изображении денудационных и аккумулятивных форм, возраста рельефа. Фигурные сетки для показа возраста подобраны неудачно — они не создают гаммы постепенного усиления или ослабления тона от молодых форм к более древним.

Как было показано, в последнее время проект легенды для детальных геоморфологических карт масштаба 1 : 25 000—1 : 50 000, а в мало изученных областях до масштаба 1 : 100 000 был разработан комиссией по геоморфологической съемке при Международном географическом союзе (1971). Не повторяя критических замечаний по поводу этой легенды, отметим лишь, что крупномасштабные геоморфологические карты безусловно должны быть аналитическими, а при их построении целесообразнее руководствоваться теми принципами, которые были изложены выше.

Хотя в настоящее время аналитический тип крупномасштабных геоморфологических карт можно считать общепризнанным, не очень давно высказывались и другие суждения. Так, впервые разработанная у нас унифицированная легенда З. А. Сваричевской (1937) делает основной упор на изображение геоморфологических ландшафтов, передаваемых различными видами одноцветных (черных) штриховок и цветным фоном.

На картах масштаба 1 : 200 000 и мельче в качестве объектов картографирования предлагается использовать единицы более крупного порядка, чем части форм и мезоформы рельефа. В классификационных схемах С. Г. Боча и И. И. Краснова, Межведомственной геоморфологической комиссии, Н. В. Башениной и др. этим единицам присваиваются различные наименования (подтипы, типы и группы типов рельефа, подтипы и типы мегарельефа и пр.), которые по существу представляют собой систему подчиненных друг другу классификационных категорий равнинного и горного рельефа (Спиридонов, 1961). Это обстоятельство позволяет применить метод обобщения легенды, основанный на переходе от видовых понятий к родовым.

При генерализации генетических категорий рельефа можно воспользоваться классификационными схемами Межведомственной геоморфологической комиссии, Н. В. Башениной и пр. Однако следует еще раз отметить, что при использовании в этих классификациях множества разнообразных геоморфологических показателей открывается возможность для широкого варьирования тех признаков, по которым должно осуществляться не только построение самой классификации, но и обобщение легенд геоморфологических карт.

Это особенно касается самых нижних звеньев названных классификационных схем (типов и подтипов рельефа), для которых намечены только классификационные признаки.

Аналогичные замечания можно сделать в отношении классификационной схемы А. К. Рюмина. В ней выделены соподчиненные друг другу категории рельефа, причем на картах масштаба 1 : 100 000—1 : 200 000 рекомендуется изображать подтипы рельефа, масштаба 1 : 500 000 — типы рельефа, и масштаба 1 : 1 000 000 — группы и комплексы типов рельефа.

При обобщении легенды с переходом от видовых понятий к родовым необходимо строго придерживаться правила красочного оформления карт, согласно которому цветные оттенки, принятые для изображения дробных таксономических категорий рельефа должны выдерживаться в том же основном тоне, который принят для выделения категории рельефа более крупного таксономического ранга.

При оформлении синтетических карт морфологических комплексов, выделяемых с учетом их эндогенной и экзогенной обусловленности, это правило полностью соблюсти невозможно. При чрезмерно большом количестве типов и подтипов рельефа потребовалось бы создать множество таких оттенков, которые для глаза оказались бы совершенно неразличимыми.

Для того чтобы отмеченные трудности преодолеть, на картах синтетического типа, также как и на аналитических картах, приходится прибегать к раздельному отображению различных геоморфологических показателей своими независимыми системами условных обозначений. При этом многие авторы считают, что с

переходом к картам наиболее мелких масштабов приходится снова менять характер использования изобразительных средств и самые объекты картографирования. Методологической предпосылкой для такого изменения служит представление о рельефе как о совокупности морфоструктурных и морфоскульптурных элементов (Герасимов, 1946; Герасимов и Мещеряков, 1967). Первые формируются под решающим воздействием тектоники и представлены преимущественно крупными формами рельефа (мега- и макроформами). Вторые формируются под воздействием экзогенных факторов и представлены более мелкими формами рельефа (мезо- и микроформами), осложняющими морфоструктурные образования и как бы накладывающимися на них. На этом основании морфоскульптурные элементы рассматриваются как подчиненные морфоструктурным, т. е. более низкого таксономического ранга, хотя в действительности это не так — и те, и другие элементы классификационно совершенно равнозначны (Спиридонов, 1961).

Различия в формах рельефа по величине позволяют принять в качестве основных объектов картографирования в средних масштабах элементы морфоскульптуры и в мелких масштабах — элементы морфоструктуры, используя в каждом случае для изображения свой независимый цветной качественный фон. Благодаря этому красочное оформление карт значительно облегчается, так как цветные тона и оттенки используются для изображения более ограниченного круга только морфоскульптурных или только морфоструктурных образований (ср. рис. 2 и рис. 24).

Определенных правил для построения и обобщения легенд геоморфологических карт на морфоскульптурной или на морфоструктурной основе не выработано. Точно также не установлен масштаб, к которому должно быть приурочено изменение легенды. В этих отношениях наблюдаются значительные вариации во взглядах разных ученых. Обычно на картах с изображением морфоскульптурных комплексов фигурируют также элементы морфоструктуры, и наоборот — на морфоструктурных картах в обобщенном виде отображаются также элементы морфоскульптуры, включаемые в основной цветной или же во второй (дополнительный) качественный фон в виде системы штриховок, линий ареалов со значками и пр.

В качестве примера геоморфологических карт на морфоскульптурной основе можно привести карту Прикаспийской впадины масштаба 1:500 000 (Аристархова, 1963), Геоморфологическую карту Европейской части СССР и Кавказа масштаба 1:2 500 000 (1970 г.), Геоморфологическую карту СССР масштаба 1:4 000 000 (1959 г.).

Примерами карт на морфоструктурной основе могут служить проектируемая Международная геоморфологическая карта Европы масштаба 1:2 500 000 (Детек и др., 1969 г.), геоморфологическая карта СССР масштаба 1:5 000 000 (1960 г.), обзорные геоморфо-

логические карты СССР, материков, мира в монографии «Рельеф Земли» (1967).

Общая тенденция обобщения легенд синтетических карт такова: переход к выделению горных и равнинных комплексов по основным

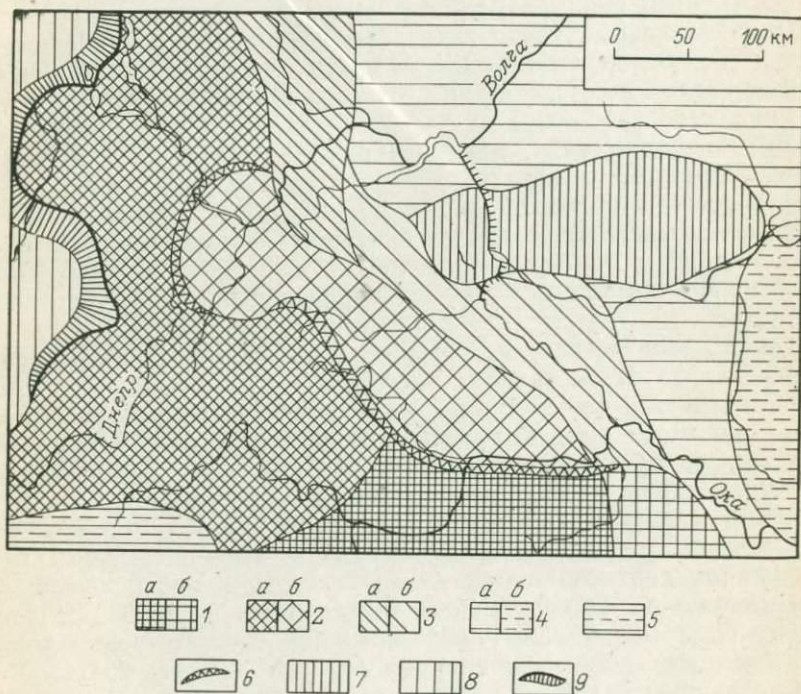


Рис. 24. Морфоструктурная карта (центр Русской равнины)

Прямые и переходные макроморфоструктуры: 1а—пластово-денудационная возвышенность на карбониферных и меловых отложениях внешней части северного крыла Воронежской антеклизы, южного крыла Московской синеклизы, 1б—сниженный северо-восточный склон возвышенности; 2а—пластово-моноклиальная денудационная возвышенность на карбониферных отложениях внешней части северо-западного и западного крыльев Московской синеклизы—карбовое плато, 2б—то же, сниженный северо-восточный склон; 3а—средневысотная пластово-моноклиальная денудационная равнина на карбониферных отложениях внутренней части западного крыла Московской синеклизы, 3б—то же, на карбониферных и меловых отложениях внутренней части юго-западного и южного крыльев Московской синеклизы; 4а—пластово-денудационная низменность на мезозойских отложениях внутренней части Московской синеклизы—мезозойская низина, 4б—то же, на Владимиро-Шилловском прогибе; 5—пластово-денудационная средневысотная и низменная равнина на карбониферных и меловых отложениях наложенной Брянско-Рославльской мезо-кайнозойской впадины; 6—структурно-денудационные уступы. Инверсионные макроморфоструктуры: 7—останцово-денудационная возвышенность на меловых отложениях осевой зоны Московской синеклизы; 8—пластово-моноклиальная денудационная средневысотная и низменная равнина на девонских отложениях Главного девонского поля (девонская низина); 9—структурно-денудационный уступ карбового плато

высотным показателям, по ведущим группам экзогенных факторов, по направленности процессов (деструкция, аккумуляция), по их приуроченности к крупным геоструктурным единицам земной коры.

ОТБОР КАРТОГРАФИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ. ОБОБЩЕНИЕ КОНТУРОВ

Отбор содержания специальных карт осуществляется в три стадии с последовательным приближением картографического изображения к требованиям заданного масштаба (Заруцкая, 1966).

Первоначальный отбор нагрузки определяется обобщенной легендой. Те геоморфологические объекты, которые на крупномасштабных картах в соответствии с их подробной легендой дробились на множество небольших контуров, на картах более мелкого масштаба объединяются в один контур, отвечающий обобщенной легенде. Например, вместо отдельного изображения элементов и форм рельефа морского волнового и морского неволнового происхождения выделяют единым контуром формы морского происхождения; вместо верхне-, средне- и нижнечетвертичных террас показывают комплекс террас нерасчлененного четвертичного возраста.

Такой отбор не следует совершать механически и однообразно на всей карте. В местах, где элементы и формы рельефа определенного генезиса или возраста занимают достаточно большую площадь, они могут быть выделены в масштабе карты самостоятельным контуром с соответствующим отображением в легенде. Например, в одних местах речные террасы показываются нерасчлененными, в других (в широких долинах) — каждая или некоторые террасы отдельно. Таким образом, первоначальный отбор содержания карты и отработка ее легенды должны совершаться взаимосвязанно. Одновременно может быть решено произвести замену ряда мелких или узких контуров соответственно внемасштабными или линейными знаками (см. рис. 1 и рис. 25).

Следующую стадию работы составляет отбор контуров и объектов, отвечающих легенде, но не выражающих в масштабе карты. При этом руководствуются определенными количественными показателями, позволяющими хотя бы приблизительно установить те объекты, которые сохраняются на карте без ее перегрузки. Для элементов, форм рельефа и морфологических комплексов такими показателями могут быть размеры (площадь, длина, ширина), для линий движения — протяженность, мощность, скорость соответствующих потоков наносов и пр. Для правильного отображения степени распространения отдельных небольших форм используют показатель густоты, выражаемый в количестве или в длине форм на единицу площади. По этому показателю выделяют районы с разной густотой размещения объектов в трех степенной или более дробной шкале. Например, слабо-, средне- и сильноовраженные районы; слабо-, средне-, сильно- и очень сильно закарстованные участки. Для каждой градации указывают количество наносимых объектов на 10 см² площади карты так, чтобы наглядно передать различную степень распространения данных форм в каждом районе.

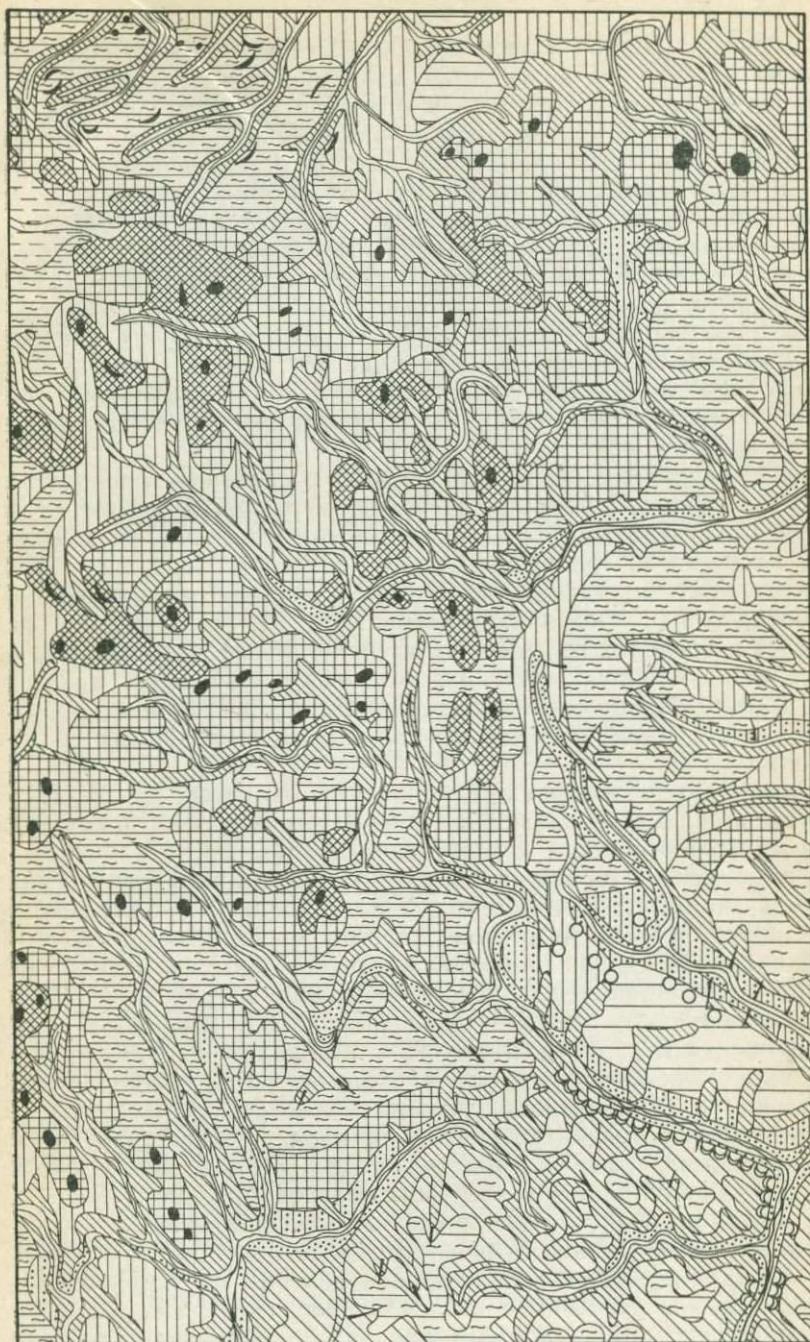


Рис. 25. Фрагмент аналитической геоморфологической карты центра Русской равнины. Усл. обозн. см. к рис. 1

Наряду с количественными показателями для отбора специальной нагрузки привлекаются качественные показатели объектов: их значение, типичность и особенно характер распространения. Это значит, что на геоморфологических картах нагрузка должна отбираться с учетом прежде всего генетических, возрастных и современных динамических особенностей рельефа, местами даже вопреки его количественным показателям. В первую очередь отбираются для показа основные формы, характеризующие наиболее важные черты геоморфологического строения и развития территории, тогда как второстепенные детали могут быть исключены. Например, изображаются речные террасы, зандровые равнины, исключаются осложняющие их редкие золотые бугры, мелкие овраги. Однако в тех местах, где эти небольшие формы многочисленны и составляют характерный элемент ландшафта, показ их на карте обязателен.

При генерализации малых форм с рассеянным распространением по мере уменьшения масштаба нередко переходят от изображения отдельных форм локализованными значками к выделению площади их распространения способом ареалов. Ареалы показываются значками или точками, условно расположенными в обозначенных пределах, или границей. И. П. Заруцкая рекомендует в пределах выявленных ареалов производить отбор знаков по индивидуальному значению объектов. Например, показывая район распространения горных ледниковых форм, целесообразно разместить значки на месте наиболее ярко выраженных трогов и каров.

Важным показателем генерализации является, по И. П. Заруцкой, «тенденция развития». Руководствуясь этим показателем, на геоморфологической карте следует оставлять те элементы нагрузки, которые отображают основную тенденцию развития рельефа, его динамику. При тенденции роста дельты и обмеления реки, мелкие острова и отмели целесообразно объединять и при необходимости преувеличивать, исключая протоки между ними. Наоборот, в районах шхерного побережья, где море наступает на сушу, недопустимо объединять острова; лучше исключать мелкие, не выражающиеся в масштабе. При изображении оврагов, оползней, карстовых форм, уступов и обрывов также учитывается направление и интенсивность развития рельефа. В частности, для выявления районов интенсивной овражной эрозии, развития современных оползневых явлений необходим особый подход к отбору значков для изображения растущих оврагов, оползней.

Говоря о характере распространения форм рельефа, следует иметь в виду не только отмеченную выше плотность их размещения, но также особенности их распределения по территории, например, редкое рассеянное распределение, гнездовое, распределение небольшими рассеянными ареалами, сплошное распределение на значительной площади; беспорядочное или упорядоченное распределение в виде цепочек прямолинейных или извилистых,

ориентированных в определенных направлениях, и т. п. Так при отборе карстовых воронок следует показать их размещение вдоль линий преобладающей тектонической трещиноватости, значительные сгущения провалов в местах выхода на поверхность сильно карстующихся пород; при отборе вулканов показать их закономерную приуроченность к тектоническим разломам.

Для линейных геоморфологических объектов (эрозционных форм, гребневых линий, тектонических уступов и др.) существенными критериями отбора являются характер ориентировки, ее выдержанность, протяженность, высота или глубина форм. Так, при генерализации сети долин, водораздельных гребневых линий, берегов стремятся сохранить их рисунок в плане, преобладающие направления, отвечающие системам разломов, трещиноватости и другим особенностям структуры основания. С этой целью на карте изображают не только наиболее протяженные долины, но и короткие их развилки, если они подчеркивают общую схему плановой ориентировки форм.

Третья стадия отбора заключается в отбрасывании деталей геоморфологического строения, не выражающихся на карте данного масштаба и не имеющих значения при ее использовании. На этой стадии отбор сводится преимущественно к обобщению контуров площадных геоморфологических объектов, упрощению очертаний линейных элементов рельефа, изолиний. Степень обобщения и характер границ контролируют по гипсометрическим картам. В том случае, когда гипсометрическая основа входит в содержание геоморфологической карты, необходимо добиться полного соответствия специальной нагрузки (границ и характеристик выделенных объектов) рисунку горизонталей, так чтобы эти два приема изображения рельефа были увязаны между собой, дополняя и поясняя друг друга.

Правила обобщения геоморфологических контуров во многом сходны с правилами рисовки и генерализации горизонталей, которые излагаются в специальных руководствах по изображению рельефа на картах. Разработаны приемы обобщенного изображения рельефа с выделением типических черт, обусловленных его происхождением и развитием. Эти приемы могут быть использованы при проведении границ также на геоморфологических картах.

Построение упрощенного, но подобного изображения, сохраняющего типические черты и общее сходство с источником, достигается сохранением характера кривизны линий (границ), типичных углов выклинивания или поворотов, типичных, хотя и преувеличенных деталей. При этом неизбежно приходится несколько сдвигать граничные линии по отношению к их положению на источниках, что никак нельзя считать погрешностью в точности изображения. Прием сдвигов границ, согласно И. П. Заруцкой, — основной прием графической генерализации, без применения которого невозможно добиться научно грамотного и

правдоподобного изображения на специальных, в том числе и на геоморфологических картах.

Один из наиболее широко используемых сдвигов границ — утрирование изображения небольших или очень узких контуров, позволяющее применить метод качественного фона для выделения некоторых важных геоморфологических объектов даже на картах относительно мелкого масштаба. Особенно часто приходится давать утрированное изображение речных, морских террас, что особенно важно для полноты геоморфологической характеристики территории.

Попытки сочетать изложенные принципы генерализации геоморфологических карт были предприняты автором этой книги на примере центральной части Русской равнины, Крыма и других территорий нашей страны с построением образцов карт от 1 : 50 000 до 1 : 2 500 000 масштаба (Спиридонов, 1958, 1971), Д. В. Борисевичем (1966, 1969), создавшем образцы геоморфологических карт крупного, среднего и мелкого масштаба Северного Кавказа, Среднего Урала, Н. В. Башениной и И. П. Заруцкой (1969) и другими авторами.

Эта работа должна быть продолжена, так как многие вопросы еще остаются нерешенными. Это касается и вопроса об использовании единой легенды для карт разных масштабов. Опытные исследования автора, Д. В. Борисевича, Г. С. Ганешина, на наш взгляд, убедительно доказывают возможность и целесообразность построения геоморфологических карт на основе единых унифицированных принципов. Однако нужны еще дополнительные картографические эксперименты с использованием всех средств картографического изображения и прежде всего цветной легенды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

Ананьев Г. С. Геоморфологическое картографирование при поисках россыпных месторождений полезных ископаемых.—«Вестник МГУ», География, 1969, № 2, с. 25—30.

Апродов В. А. Изображение эндогенных и экзогенных процессов образования рельефа на геоморфологических картах (о геоморфологическом картировании). «Жизнь Земли». Сб. Музея Землеведения МГУ, 1961, № 1, с. 137—145.

Аристархов Л. Б. О принципах составления обзорных среднемасштабных (1:500 000 и 1:1 000 000) геоморфологических карт.— В сб.: «Геоморфологическое картирование». М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 5—18.

Аристархова Л. Б. О структурно-геоморфологической карте.— «Вестник МГУ», География, 1971, № 5, с. 102—105.

Башенина Н. В. Формирование современного рельефа земной поверхности. М., «Высшая школа», 1967, 388 с.

Башенина Н. В., Заруцкая И. П. Принципы генерализации геоморфологических карт крупных и средних масштабов.— «Вестник МГУ», География, 1969, № 2, с. 18—24.

Башенина Н. В., Леонтьев О. К. и др. Методическое руководство по геоморфологическому картированию и производству геоморфологической съемки в масштабе 1:50 000—1:25 000. Изд. МГУ, 1962, 202 с.

Борисевич Д. В. Универсальная легенда для геоморфологических карт. Землеведение, 1950, № 3, с. 169—182.

Борисевич Д. В. Два типа геоморфологических карт.— «Изв. АН СССР, сер. географ.», 1966, № 1, с. 129—131.

Борисевич Д. В. Черно-белый вариант универсальной морфохроногенетической легенды для геоморфологических карт масштаба 1:25 000—1:250 000.— «Географ. об. ин-т научн. информ. АН СССР», 1966, № 2, с. 5—17.

Борисевич Д. В. Универсальная морфохроногенетическая легенда для геоморфологических карт крупного, среднего и мелкого масштабов и принципы генерализации при переходе к картам более мелкого масштаба.— «Географ. сб. ВИНТИ», № 3, 1969, с. 137—153.

* Борисевич Д. В., Любимцева Е. А. Геоморфологическое картирование.— «Серия Итоги науки. Геоморфология, ВИНТИ», 1971, вып. № 2, 149 с.

Боч С. Г. К вопросу о содержании общей геоморфологической карты. Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода, 1955, № 20, с. 1—15.

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

Васильев В. А., Костенко Н. П. и др. Принципы геоморфологической съемки территории Таджикистана в масштабе 1:500 000.— «Уч. Зап. САИГИМС», Ташкент, 1960, вып. № 4, с. 87—88.

Введенская И. Э. Принципы составления и оформления обзорных геоморфологических карт древнеледниковых областей (на примере Мещерской низменности). Сб. «Методика геоморфологического картирования», М., «Наука», 1965, с. 71—84.

Волков Н. М. Принципы и методы картометрии. М.-Л., 1950, 328 с.

Востряков А. В., Дедков А. П. и др. Историко-генетический принцип

* Более полная библиография приводится в работах, отмеченных знаком *.

картирования на примере карт Поволжья и Урала.— В кн.: Методика геоморфологич. картирования», М., «Наука», 1965, с. 60—63.

Ганешин Г. С. Принципы построения легенд сводных геоморфологических карт масштаба 1 : 500 000—1 : 1 500 000.—Тр. ВСЕГЕИ», 1963, вып. 90, с. 7—23.

Ганешин Г. С. Геоморфологическая карта СССР масштаба 1 : 1 000 000 и некоторые вопросы крупномасштабной геоморфологической съемки. Геоморфология, 1970, № 1, с. 53—60.

Ганешин Г. С., Селиверстов Ю. П. Принципы составления мелко-масштабных геоморфологических карт СССР. В сб. Геоморфол. картирование, АН СССР, М., 1963, с. 36—61.

Ганешин Г. С., Эпштейн С. В. Современное состояние вопросов геоморфологического картирования в средних масштабах и основные пути их решения.— В кн.: Матер. 2-го геоморфолог. совещ., М., 1959, 27 с.

Геворкян Ф. С. О комплексных морфометрических показателях для характеристики эрозийного расчленения в горных районах. Геоморфология, 1972, № 3, с. 44—48.

* Геоморфологическое картоведение СССР и частей света. Ответств. редактор Л. Р. Серебрянный. Изв. АН СССР, ин-т Географии. М., «Наука», 1973, 247 с.

Герасимов И. П. Опыт геоморфологической интерпретации общей схемы геологического строения СССР. Пробл. физич. геогр., 1946, № 12, с. 33—46.

Герасимов И. П. Основные вопросы геоморфологического картирования в СССР.— В кн.: Методика геоморфологич. картирования. М., «Наука», 1965, с. 3—8.

Горелов С. К. Геоморфологическое картирование нефтегазоносных областей в связи с поисками тектонических структур.— В кн.: Методы геоморфологических исследований. Т. 1. Новосибирск, «Наука», 1967, с. 219—227.

Грубрин Ю. Л. О составлении карты геоморфологического районирования территории Украины.— В кн.: Комплексное картографирование производит. сил. УССР. Киев, «Наук. Думка», 1967, с. 31—33.

Девдариани А. С. Математические методы. Итоги науки. Серия география. ВИНТИ. М., 1966, вып. 1.

Думитрашко Н. В. Содержание и легенды геоморфологических карт крупных и средних масштабов.— В кн.: Геоморфологическое картирование. М., АН СССР, 1963, с. 73—90.

Думитрашко Н. В. Принципы составления геоморфологических и морфоструктурных карт.— В кн.: Советские географы XXI Междунар. Геогр. конгрессу. М., «Наука», 1968, 37 с.

Думитрашко Н. В., Антонов Б. А. и др. Легенды геоморфологических карт молодых горных стран (на примере Кавказа и Предкавказья).— В кн.: Методика геоморфологического картирования. М., «Наука», 1955, с. 90—107.

Ермолов В. В. Вопросы составления геоморфологических карт при среднемасштабной комплексной геологической съемке северных районов.— Тр. научн. исслед. ин-та геологии Арктики». 1958, т. 83, с. 5—32.

Ермолов В. В. Генетически однородные поверхности в геоморфологическом картировании. Ин-т Географии Сибири и Дальнего Востока. Сиб. отд. АН СССР, Новосибирск, 1964, 41 с.

Ефремов Ю. К. Классификация рельефообразующих факторов в связи с задачами геоморфологического картирования.— «Вопросы Географии». 1954, сб. 36, с. 71—90.

Заруцкая И. П. Методы сопоставления рельефа на гипсометрических картах. М., Геодезиздат, 1958, 216 с.

Заруцкая И. П. Сопоставление специальных карт природы. Изд. МГУ, 1966, 230 с.

Заславский М. Н. Об учете факторов, определяющих потенциальную опасность проявления эрозии.— В кн.: Вопросы методики почвенно-эрозийного картирования. Гос. науч.-иссл. ин-т земельных ресурсов. М., 1972, с. 7—27.

Звонкова Т. В. Изучение рельефа в практических целях. М., Географиз, 1959, 304 с.

Звонкова Т. В. Прикладная геоморфология. М., «Высшая школа», 1970, 270 с.

Зенгина С. М. Краткий обзор картографирования поверхностных карстовых форм за рубежом.—«Изв. Всес. геогр. о-ва», 1970, № 6, с. 559—563.

Измайлова Н. В. Способ определения показателей расчлененности рельефа.—В сб. геол.-геогр. ф-та Одесск. ун-та. 1954, т. 2, с. 251—260.

Канаев В. Ф., Удинцев Г. Б. Происхождение донного рельефа дальневосточных морей СССР и его развитие в четвертичное время. Тр. ин-та геологии АН Эстонск. ССР, т. 8, Таллин, 1961, с. 175—180.

Карандеева М. В. Принципы и методы составления геоморфологической карты европейской части СССР и Кавказа в масштабе 1 : 2 500 000.—«Вестн. МГУ, сер. географ.», 1962, № 6, с. 32—36.

Карташов И. П. О принципах построения геолого-геоморфологических прогнозных карт россыпей.—«Тр. ВНИИ», вып. 1, Магадан, 1963, вып. 3, 49 с.

Кветкаускас В. И. Четырехцветная морфологическая карта. «Geographinis metraštis». 6—7, 1963—1964, pp. 87—107 (на лит. языке).

Корженевский А. А. Историко-генетический принцип геоморфологического картографирования и его развитие в Саратовском университете. Саратовский ун-т, 1965, 38 с.

Косов Б. Ф., Константинова Г. С., Губанов М. Н. Составление карт густоты и плотности оврагов на территории СССР.—«Вестн. МГУ, сер. географ.», 1970, № 2, с. 100—105.

Костенко Н. П. Развитие складчатых и разрывных дислокаций в орогенном рельефе. М., «Недра», 1972, 320 с.

Кравцова В. И. Опыт составления карты оценки рельефа для сельскохозяйственных целей (на примере Алтайского края).—«Изв. АН СССР, сер. географическая», 1958, № 5, с. 90—98.

Кривоносова Н. М. Опыт отображения элементов динамики и морфологии береговой зоны на картах и схемах среднего и крупного масштаба.—«Труды ин-та океанографии», М., 1961, т. 8, с. 195—200.

Кусков А. П. О принципах составления легенды геоморфологической карты масштаба 1 : 50 000. Вопросы региональной геологии СССР. М., «Недра», 1971, с. 148—156.

Лапин С. С. Содержание и принципы составления детальных геолого-геоморфологических карт россыпей.—«Тр. ин-та ЦНИГРИ», М., 1965, вып. 63.

Лебедев В. Г. О принципах геоморфологического районирования.—«Вестн. МГУ, сер. географ.», 1961, № 2, с. 48—52.

Лебедев В. Г., Третьякова С. И. Основные принципы составления и содержание прикладных геоморфологических карт.—В кн.: Вопросы физич. географии. Изд. Саратовск. ун-та, 1962, № 2, с. 97—102.

Лебедева Н. А. О легенде геоморфологической карты.—«Вестн. ЛГУ», 1952, № 1, с. 115—119.

Леваднюк А. Г., Беленький Ю. Л. Опыт крупномасштабного инженерно-геоморфологического картирования.—В кн.: Комплексное картографирование Молд. ССР, Кишинев, «Штиинца», 1972, с. 26—27.

Леонтьев Н. Ф. Классификация рельефа и ее отражение в легендах геоморфологических карт.—«Изв. АН СССР, сер. географ.», 1964, № 6, с. 85—91.

Леонтьев Н. Ф. Морфоструктурные и морфоскульптурные категории рельефа — основа мелкомасштабного геоморфологического картирования.—В кн.: Структурная и климатическая геоморфология. М., «Наука», 1966, с. 173—177.

Леонтьев О. К. Дно океана. М., «Мысль», 1968, 319 с.

Лукашов А. А., Симонов Ю. Г. Геоморфологический анализ при изучении эндогенных рудных полей Восточного Забайкалья.—«Вестн. МГУ», 1971, № 4, с. 35—41.

Любвин Н. И., Спиридонов А. И. Практическое пособие по составлению топографических карт. Вып. 3. Рельеф и его изображение на топографических картах. М., 1953, 147 с.

Любимов Б. П., Мудров Ю. В. Крупномасштабные карты мерзлотного рельефа. В сб. Проблемы криолитологии. Изд-во МГУ, 1969, вып. 1, с. 114—127.

Марков К. К. Методика составления геоморфологических карт.— «Труды института географии АН СССР», 1948, вып. 39, с. 278—290.

Марков К. К. Основные проблемы геоморфологии. М., Географгиз, 1948, 344 с.

Мещеряков Ю. А. Геоморфологические карты атласа мира и принципы их составления.— В кн.: Методы геоморфологического картирования. М., «Наука», 1965, с. 115—131.

Миллер В. Г. Принципы составления геоморфологических карт при поисках россыпей золота (на примере районов Якутии). Геоморфология, 1970, вып. 2, с. 35—47.

Миронова Е. А. Опыт морфометрической характеристики эрозийного рельефа.— В кн.: Сельскохозяйств. эрозия и новые методы ее изучения. М., 1958, с. 193—222.

Николаев Н. И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР. М., Геологиздат, 1962, 392 с.

Николаев Н. И. О легенде международных карт новейшей тектоники Европы, Мира и составлении атласа неотектонических карт Европы.— В кн.: Новейшие движения, вулканизм и землетрясения материков и дна океанов. М., «Наука», 1969, с. 12—27.

Николаевская Е. М. Морфометрические карты рельефа. Методические указания по проектиров. и составлению компл. научно-справ. атласов. Вып. 4, М., 1966, 30 с.

Патяева И. А. К вопросу о разработке принципиальной схемы генетической систематизации рельефа. Вопросы региональной геологии СССР. М., «Недра», 1971, с. 94—112.

Пиотровский М. В. Комплексное геолого-геоморфологическое картирование при поисково-разведочных работах на россыпи. Сб. «Геоморфол. картирование». Изд. АН СССР, М., 1963, с. 139—163.

Пириев Р. Х. О картах густоты речной сети Азербайджанской ССР.— «Уч. зап. Азербайдж. Гос. ун-та», 1960, № 4, с. 95—100.

Пириев Р. Х. Карта относительных высот Азербайджанской ССР.— «Уч. зап. Азербайдж. Гос. ун-та», 1964, № 6, с. 75—84.

Подобедов Н. С. Полевая картография. М., «Недра», 1970, 238 с.

Попов И. В. Инженерная геология. изд-во МГУ М., 1959, 510 с.

Пославская О. Ю. Обоснование границ геоморфологических регионов.— «Научные труды Ташкент. ун-та», 1962, вып. 193, с. 38—44.

Постоленко Г. А. Крупномасштабные геоморфологические карты золотоносного района.— «Вестник МГУ, География», 1968, № 6, с. 61—89.

Применение геоморфологических методов в структурно-геологических исследованиях. М., «Недра», 1970, 296 с.

Проничева М. В., Жернаков П. И., Мешалкин Ф. М. Опыт применения крупномасштабного геоморфологического картирования при геологической съемке для нефтегазопоисковых работ.— «Матер. Харьковск. отд. географ. об-ва Украины». М., 1968, вып. VI, с. 25—32.

Проничева М. В., Жернаков П. И. Опыт разработки количественных методов анализа палеорельефа. «Геоморфология», 1970, № 1, с. 70—82.

Рельеф Земли (морфоструктура и морфоскульптура). Ин-т географии АН СССР. М., «Недра», 1967.

Родман Б. Б. О картах элементарных, синтетических и комплексных.— «Изв. АН СССР, сер. географ.», 1959, № 4, с. 119—125.

Рюмин А. К. К теории построения легенд геоморфологических карт среднего и мелкого масштабов.— «Вести. ЛГУ», 1958, № 6, с. 101—118.

Салищев К. А. Картография. М., «Высшая школа», 1971, 245 с.

Сваричевская З. А. Легенда для геоморфологической карты крупного масштаба. Географо-эконом. научно-исследов. ин-т Ленинград. гос. ун-та, 1937, 23 с.

Сваричевская З. А. Опыт составления легенды для обзорных геоморфологических карт.— В кн.: Геоморфологическое картирование. М., АН СССР, 1963, с. 62—72.

Селиверстов Ю. П. Основные принципы построения легенд и составле-

ния мелкомасштабных геоморфологических карт. — «Изв. Всес. Географ. об-ва», 1963, т. 95, № 5, с. 415—419.

Скворцов Ю. А. К методике геоморфологической и четвертичной съемки. Проблемы сов. геологии, 1934, № 10.

Современные экзогенные процессы рельефообразования. Материалы 7 пленума Геоморфол. комиссии АН СССР. М., «Наука», 1970, 226 с.

Спирidonов А. И. Геоморфологическое картографирование. М., Географгиз, 1952, 187 с.

Спирidonов А. И. Опыт составления геоморфологических карт разных масштабов (1:50 000, 1:200 000 и 1:1 000 000) в единой легенде. — «Вестник МГУ, сер. биол.-почв. и геол.-геогр.», 1958, № 3, с. 185—204.

Спирidonов А. И. О геоморфологической таксономии и некоторых основных геоморфологических понятиях. — «Изв. АН СССР, сер. географ.», 1961, № 4, с. 127—136.

Спирidonов А. И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. М., «Высшая школа», 1970, 456 с.

Спирidonов А. И. О легенде геоморфологической карты СССР масштаба 1:2 500 000. — Вестник МГУ, «География», 1971, № 5, с. 38—46.

Стрелков С. А. О двух принципиальных направлениях в геоморфологическом картографировании и о понятии общих геоморфологических карт. Геолог и геофизик. СОАН СССР, 1960, № 51, с. 73—79.

Удинцев Г. Б. Рельеф дна Охотского моря. — «Труды и-та Океанологии АН СССР», 1957, т. 22, с. 390.

Удинцев Г. Б. Тектоника и геоморфология дна Тихого океана. М., «Наука», 1972, 392 с.

Уткина Н. Г., Чедия О. К. К вопросу о принципах геоморфологического картирования применительно к горным областям. — В кн.: Материалы по новейшему этапу геологич. развития Тянь-Шаня, Фрунзе, «Илим», 1971, с. 69—82.

Федорович Б. А. Основные проблемы изучения и картирование рельефа. — В кн.: Методика геоморфологического картирования. М., «Наука», 1965, с. 28—39.

Философов В. П. Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур. Изд. Саратовск. у-та, 1960.

Философов В. П., Романов А. А. и др. Принципы и основное содержание легенды геоморфологических карт равнинных областей для съемочных масштабов. — В кн.: Методы геоморфологических исследований. Т. 1. Новосибирск, «Наука», 1967, с. 209—218.

Худяков Г. И., Знаменщиков Г. И. Карта и картограмма показателя интенсивности эрозионных процессов. — «Вопросы картографии». Новосибирск, 1963.

* Чемяков Ю. Ф., Ганешин Г. С. и др. Методическое руководство по геоморфологическим исследованиям. Л., «Недра», 1972, 384 с.

Ченцов В. Н. Морфометрические показатели рельефа применительно к геоморфологическим картам. — «Тр. ин-та географии АН СССР», 1940, вып. 36, с. 69—71.

Ченцов В. Н. Морфометрические показатели на геоморфологической карте мелкого масштаба. — «Тр. ин-та географии АН СССР», 1948, вып. 39, с. 291—306.

Чернин В. М. О методике составления мелкомасштабных морфометрических карт. — В кн.: Геодезия, картография и аэрофотосъемка. Изд. Львовского ун-та, 1966, вып. 4, с. 102—105.

Щукин И. С. Опыт генетической классификации форм рельефа. Сб. Вопросы географии, 1946, вып. 1, с. 33—62.

Щукин И. С. Общая геоморфология. Т. I, 1960; Т. II, 1964, 615 с. Изд. Московского ун-та.

Щукин И. С. К вопросу о принципах построения классификации форм рельефа и ее использования для геоморфологического картирования. — «Вестник МГУ, географ.», 1962, № 2, с. 8—15.

Эпштейн С. В. Отчет о деятельности пост. межвед. Геоморфологической комиссии за 1956—58 гг. — «Изв. АН СССР, сер. географ.», 1959, № 2, с. 147—153.

Эпштейн С. В. Проект единой легенды для геоморфологических карт

съемочных масштабов. Методика геоморфологического картирования. М., «Наука», 1965, с. 9—18.

Якименко Э. Л. Построение карты интенсивности эрозийного расчленения с целью изучения характера проявления новейших движений. — В кн.: Структурно-геоморфол. исследования в Сибири, вып. I. Новосибирск, «Наука», 1970, с. 105—110.

Якушева А. Ф. О методике структурно-геоморфологических исследований в «закрытых» районах и о содержании структурно-геоморфологических карт. — В кн.: Природные и трудовые ресурсы Левобережн. Украины и их исследования. М., «Недра», 1966, т. 7, с. 6—10.

Гълъбов Ж. Относно принципите и методите на геоморфоложката картирование с оглед средномасштабната обща геоморфоложка карта на България. — «Изв. Геогр. ин-т Бълг. АН», 1964, т. 8, с. 15—44.

Demek J. Generalisation of geomorphological maps. Proc. Made Geomorphol. Mapping. Brno, 1967, p. 36—72.

Demek J., Gellert J., Scholz E. Legend to the international geomorphological map of Europe 1:2,5, ill. Stid. Geogr. 1969, N 4, p. 53—76.

Extensions and corrections to the UDC. Ser. 8, N. 1, International federation for documentation 1972.

Gellert J. E. Das system der komplex Geomorphologischen karten. Pet. Mitt. 1968, 112, N 3, p. 185—190.

Kaszowski L., Katarba A., Niemirowski M., Starkel L. Maps of contemporaneous morphogenetic processes in Southern Poland. «Bull. Acad. polon. Sci. Ser. Geol. et geogr.», 1966, 14, N 2, p. 113—118.

Klimaszewski M. Landform list and sign used in the detailed geomorphological map. Prace geogr. PAN. Inst. Geogr. 1963, N 46, p. 139—177.

Kugler H. Zur Erfassung und Klassifikation geomorphologischer Erscheinungen bei der ingenieurgeologischen Spezialkartierung. Z. angew. Geol. 1963, 9, N 11, p. 591—598.

Kugler H. Die geomorphologischer Kartierung. Wissenschaftl. veröffent. des Deutsch. Inst. für Landeskunde, 21/22, Leipzig, 1964, p. 541—655.

Manual of detailed geomorphological mapping. Ed. by J. Demek Prague, 1972, s. 344.

Pal S. K. A classification of morphometric methods of analysis, an appraisal. «Geogr. Rev. India», 1972, 34, N 1, 61—84.

Raisz A. G. The physiogeographic method of representing scenery of maps. Geogr. Rev. April, 1931, p. 297—304.

Soil survey Manual. USD Agricultur Handbook, N 18, Washington, 1951, 508 s.

Tricart J. Principes de réalisation de la carte géomorphologique détaillée de la France. 1970, 14, p. 61—74.

Troppmair H. Estudo comparativo de mapeamentos geomorfológicos, Natio Geomorfol. 1970, 10, N 20, p. 3—11.

The unified key to the detailed geomorphological map of the world 1:25 000—1:50 000. Folia geographica, series geographicaphysica. Vol. II, 1968, Krakow.

Ungureanu Jrina. Harta geomorfologica a zonei carstce Balta — Ponoare din podisul Mehedinti. An Sti Univ. Jasi., 1970, Sec. 20, 16, p. 39—46.

Współczesne procesy geomorfologiczne. Metody badan. Warszawa, 1970, 150 s.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Введение	4
Геоморфологические объекты и способы их изображения, типы геоморфологических карт, географическая основа	7
Объекты геоморфологического картографирования	7
Способы изображения геоморфологических объектов	9
Типы геоморфологических карт	12
Географическая основа геоморфологических карт	15
Общие геоморфологические карты	16
Аналитические карты	17
Синтетические карты	36
Частные геоморфологические карты	55
Структурно-геоморфологические карты	56
Карты вулканического рельефа и экзогенной морфоскульптуры	67
Карты возраста рельефа	88
Морфографические и морфометрические карты	90
Карты густоты расчленения	93
Карты глубины расчленения	102
Карты крутизны земной поверхности	108
Комплексные и синтетические морфометрические карты	110
Геоморфологические карты дна Мирового океана	115
Карты геоморфологического районирования	124
Таксономические единицы районирования	125
Показатели геоморфологического районирования	126
Оформление карт геоморфологического районирования	131
Карты отдельных этапов развития рельефа	132
Прикладные геоморфологические карты	140
Карты для поисков полезных ископаемых	140
Карты для инженерных целей	151
Карты сельскохозяйственного назначения	156
Генерализация геоморфологических карт	159
Обобщение единой легенды аналитических карт	161
Обобщение легенд синтетических карт	165
Отбор картографируемых объектов, обобщение контуров	172
Список литературы	177

Алексей Иванович Спиридонов

Геоморфологическое картографирование

Редактор издательства *М. Д. Мирзоева*
Переплет художника *В. Д. Епанешников*
Технический редактор *О. Ю. Третьяков*
Корректор *Э. А. Ляхова*

Сдано в набор 21/X 1974 г.

Подписано в печать 13/II 1975 г.

Т-00399 Формат 60×90^{1/16}. Бумага № 2.
Печ. л. 12,50 с вкл. Уч.-изд. л. 14,04.
Тираж 4200 экз. Заказ № 1372/5182-1. Цена 1 р. 54 к.

Издательство «Недра».

103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19.
Московская типография № 6 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета
Министров СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли.
109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.

1 р. 54 к.

1264

НЕДРА

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Современные экзогенные процессы, формы их проявления и динамика				Геоморфологическое районирование по степени закарстованности территории							
Группа процессов	Форма проявления и стадия	Относительный возраст	Условное изображение на карте	Морфометрические характеристики карстовых форм			Геоморфологические районы	Условное изображение на карте	Количественная оценка закарстованности геоморфологических районов		
				Средние диаметры форм (d) в м	Средние глубины форм (h) в м	Коэффициент рельефности (d/h)			Кое-во карстовых форм		
								Всех	Свежих	Обновившихся	Плотность карстовых форм на км ²
Карстовая	Колодецеобразные воронки	свежие	○	5-15	8-12	2-5	Сильно закарстованные днища падей, сложенные аллювиально-пролювиальными отложениями мощностью более 5 м	30	1	2	6
	Конусообразные воронки	молодые	⊙	20-30	6-8	5-8					
	Чашеобразные воронки		●	30-40	3-6	8-10					
	Блюдцеобразные западины значительных размеров	давние	⊗	40-50	1,0-3	10-15	Сильно закарстованные поверхности цокольных среднетерцирных (Q _{II}) террас р. Ангары среднего высотного комплекса (50-70 м), с наклоном 2-5° сложенных аллювиальными отложениями мощностью до 15 м	270	53	14	2,5
	Западина неправильной формы, слабовыраженная в рельефе		⊕	50-60	0,2-1,0	>15					
Рвы проседания	Рвы проседания	намечающиеся	⋈	● обновившаяся воронка ⊙ слившиеся воронки 37 диаметр воронки 3,5(2) глубина воронки (глуб. обновл.)	Полгие водораздельные склоны со средней закарстованностью (2-10°), расчлененные выходящими безводными балками, покрытые элювиально-делювиальными отложениями мощностью до 5 м	55	3	—	0,44		
		свежие	⋈								
		молодые	⋈								
Суходолы	Суходолы	молодые	↘	Примечание: Под свежими подразумеваются формы образовавшиеся после заполнения водохранилища	Слабо закарстованные водораздельные склоны средней крутизны (10-20°), покрытые элювиально-делювиальными отложениями мощностью до 3 м	16	6	—	0,1		
		давние	↘								
Овраги	Овраги	свежие	↘	Примечание: Бровки уступов, выработанных в коренных отложениях Бровки уступов, выработанных в четвертичных отложениях	Незакарстованные крутые водораздельные склоны (20-30°), покрытые делювиальными отложениями мощностью до 2 м	—	—	—	0		
		молодые	↘								
Рвы отседания	Рвы отседания	свежие	↘	Прочие обозначения: Границы геоморфологических районов по степени закарстованности Границы участков по устойчивости закарстованных территорий	Полого-холмистые водоразделы с абсолютными высотными отметками до 530 м, покрытые элювиально-делювиальными отложениями до 3 м ничтожной закарстованности.	2	1	—	0,01		
		молодые	↘								
Оползни-блоки	Оползни-блоки	свежие	↘	Степень устойчивости Условное обозначение на карте Количество воронок возникающих за 1 год на 1 км ²	Участки по устойчивости закарстованных территорий (по Г.А. Максимовичу, 1961 г.)	Весьма неустойчивые	1-10	Поверхности террас, расчлененные эрозией, тыловые швы террас, поверхности террас, находящиеся в зоне современной проработки берегов и близлежащие участки современного заболачивания			
		молодые	↘								
		давние	↘								
Абразионные уступы	Абразионные уступы	свежие	↘	Неустойчивые Слабо устойчивые Устойчивые	Поверхности террас, пологие водораздельные склоны близ тыловых швов Водораздельные склоны средней крутизны, пологие склоны Крутые водораздельные склоны, водоразделы	0,1-1	0,01-0,1	0,01			
		молодые	↘								
		давние	↘								
Участки формирования пляжей	Участки формирования пляжей	свежие	⊙								
		свежие	⊙								
Участки	Участки	свежие	⊙								
		свежие	⊙								

