

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева»

В.П. Чеха, Т.А. Ананьева, С.А. Ананьев

Геоморфология – основные понятия и процессы

Учебное пособие

Электронное издание

Красноярск
2014

ББК 26.8

Ч 56

Рецензенты:

Р.А. Цыкин,

доктор геолого-минералогических наук, профессор

А.И. Шадрин

доктор экономических наук, профессор

Чеха В.П., Ананьева Т.А., Ананьев С.А.

Ч 56 Геоморфология – основные понятия и процессы: учеб. пособие для студентов вузов; [Электронный ресурс] / Электрон. дан. / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2014. – Систем. требования: PC не ниже класса Pentium I ADM, Intel от 600 MHz, 100 Мб HDD, 128 Мб RAM; Windows, Linux; Adobe Acrobat Reader. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-85981-785-6

Даны определения основных геоморфологических понятий и приведены классификации рельефа (морфологические, морфо-структурные и др.).

Поскольку рельеф земной поверхности является объектом и предметом изучения не только физико-географических наук, но и представляет практический интерес в геологии, при инженерно-геологических, инженерно-строительных изысканиях, данное пособие может быть использовано и в указанных направлениях.

Предназначено для студентов и преподавателей как естественно-научных (геолого-географических) дисциплин, так и в более широком плане – для соответствующих инженерных дисциплин.

ББК 26.8

Издается при финансовой поддержке проекта № 12/12 «Инновационный подход в профессиональной подготовке педагогических кадров по предметам естественнонаучного цикла» Программы стратегического развития КГПУ им. В.П. Астафьева на 2012–2016 годы.

ISBN 978-5-85981-785-6

© Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2014

© Чеха В.П., Ананьева Т.А., Ананьев С.А., 2014

Оглавление

Предисловие	5
-------------------	---

ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Глава 1. Геоморфология как наука. Объект ее изучения.

Краткая история возникновения и развития

геоморфологической науки.....	7
--------------------------------------	----------

Глава 2. Общие сведения о рельефе	11
------------------------------------------------	-----------

2.1. Морфология рельефа	11
-------------------------------	----

2.2. Генезис рельефа	13
----------------------------	----

2.3. Возраст рельефа	15
----------------------------	----

Глава 3. Факторы рельефообразования	18
--------------------------------------------------	-----------

3.1. Свойства горных пород и их роль в рельефообразовании	18
--------------------------------------------------------------------	----

3.2. Геолого-тектоническое строение и рельеф (структурная геоморфология)	22
-----------------------------------------------------------------------------------	----

3.3. Климатические условия и рельеф	26
-------------------------------------------	----

ЧАСТЬ 2. ГЕОМОРФОЛОГИЯ:

ТЕРМИНЫ, ПОНЯТИЯ, КЛАССИФИКАЦИИ

Глава 4. Основные геоморфологические понятия	29
-----------------------------------------------------------	-----------

Глава 5. Геоморфологические процессы и рельефообразование	33
----------------------------------------------------------------------------	-----------

5.1. Принципы выделения и классификации.....	33
----------------------------------------------	----

5.2. Характеристика основных процессов рельефообразования	48
--------------------------------------------------------------------	----

5.3. Классификации рельефа.....	66
---------------------------------	----

5.3.1. Элементы рельефа.....	66
------------------------------	----

5.3.2. Формы рельефа.....	67
---------------------------	----

5.3.3. Основные формы мегарельефа и макрорельефа.....	77
----------------------------------------------------------	----

5.3.4. Основные формы мезорельефа.....	85
5.3.5. Основные формы микрорельефа.....	95
5.4. Геоморфологические ландшафты (геоморфологические комплексы, типы рельефа морфогенетические и возрастные).....	95
Заключение.....	99
Библиографический список.....	100

Предисловие

Геоморфология как наука о рельефе развивается на стыке геологии и физической географии. Рельеф является важнейшим составляющим элементом не только географической оболочки и геосистем различной иерархии, но и земной коры.

Основные представления, понятия о рельефе земной поверхности – как важнейшем составляющем географической оболочки в целом, геосистем различного иерархического уровня – входят во все базовые дисциплины физической географии: землеведение, почвоведение, геологию, физическую географию России, материков и океанов и др. Но, с другой стороны, неоднозначность терминологии, сложность и многообразие понятийного аппарата геоморфологии как науки о рельефе приводят к тому, что понятия о рельефе недостаточно усваиваются студентами.

Необходимо иметь в виду, что рельеф земной поверхности определяет геоморфологические условия ведения хозяйства: градостроительного, горнодобывающего, сельского, гидротехнического и др. Рельеф – это состояние ресурсов жизнеобеспечения человека: земельных, водных, растительных, почвенных, рекреационных.

Поэтому цель данного пособия – дать систематизированные определенным образом основные геоморфологические понятия и классификации рельефа. Приводятся наиболее общепринятые и устоявшиеся термины и понятия. Исходя из вышесказанного, данное пособие будет интересным не только преподавателям естественнонаучных дисциплин, но и специалистам-проектировщикам, геоэкологам и др.

В условиях обучения, в первую очередь на лабораторно-практических занятиях, рекомендуется использовать указанные понятия параллельно с излагаемым материалом, подкрепляя его соответствующими определениями. По опыту работы авторов рекомендуется давать задания студентам по графическому воспроизведению тех или иных микро-мезо-макро-мегаформ рельефа. Для формирования географического мышления пособие рекомендуется как базовое для описания рельефа, при проведе-

нии различных полевых практик – геологической, геоморфологической, ландшафтной и др.

Исходя из сказанного, определены структура и содержание пособия. В первой части рассмотрены общие вопросы геоморфологической науки – история развития, современное состояние, общие сведения о рельефе, факторы рельефообразования, вопросы прикладной геоморфологии и методологии.

Во второй части даны систематизированные определенным образом основные геоморфологические понятия и классификации рельефа. При этом приведены наиболее общепринятые и устоявшиеся термины и понятия. В условиях обучения, в первую очередь на лабораторно-практических занятиях, рекомендуется использовать приведенные понятия и классификации параллельно с излагаемым материалом.

В заключение отметим, что авторы пособия стремились представить рельеф в достаточно простой форме, без формализации понятий и не уходя в философию геоморфологии.

ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Глава 1. Геоморфология как наука. Объект ее изучения. Краткая история возникновения и развития геоморфологической науки

Геоморфология – наука о строении, происхождении, истории развития и современной динамике рельефа земной поверхности. Объектом изучения геоморфологии является рельеф – совокупность неровностей земной поверхности, разных по форме, размерам, происхождению, возрасту и истории развития [Леонтьев, Рычагов, 1988].

История геоморфологии тесно связана с историей развития географии и геологии. Сведения о рельефе как важнейшем условии обитания человека, его хозяйственной деятельности накапливались с ранних этапов возникновения и развития человеческого общества. Но как научная дисциплина геоморфология начала оформляться в конце XVIII – начале XIX веков, вслед за геологией.

В России основоположником геологии и физической географии, соответственно – геоморфологии, принято считать М.В. Ломоносова (работа «О слоях земных»). Во второй половине XVIII века возникли два противоположных научных учения об образовании земной коры и соответственно изменениях земной поверхности. Основоположником нептунизма был А. Вернер, плутонизма – Д. Геттон. Значительное внимание вопросам эволюции рельефа уделял основоположник научной геологии Ч. Лайель («Основы геологии», 1830).

Вторая половина XIX в. ознаменовалась появлением ряда работ по геологии и рельефу как общего, так и специального характера: Э. Зюсс («Лик Земли») – строение планетарных форм рельефа; П.А. Кропоткин – теория материкового оледенения (1876 г.); В.В. Докучаев – законы раз-

вития речных долин (1878 г.); Ф. Рихтгофен – впервые систематически описаны и классифицированы формы земной поверхности (1886 г.); А. Пенк («Морфология земной поверхности»); И.В. Мушкетов («Физическая геология» – динамика геоморфологических явлений); А.П. Павлов – происхождение основных форм земной поверхности.

Первые научные общегеоморфологические концепции неразрывно связаны с именами американского ученого В. Девиса (1899 г.) и немецкого исследователя В. Пенка (1924 г.). В. Девис разработал учение о географических (геоморфологических) циклах. Это учение, реализующееся в формуле «структура – процесс (цикл) – стадия», долгое время служило теоретической основой геоморфологии. По признаку ведущего процесса были выделены циклы: «нормальный» (водно-эрозионный), гляциальный (ледниковый), аридный (эоловый), морской. Конечной стадией «нормального» цикла является почти равнина – пенеплен.

В. Пенк опубликовал труд «Морфологический анализ». Главное внимание в книге уделено связи денудационных процессов с вертикальными движениями земной коры. Основным геоморфологический закон В. Пенка: «Для формирования земной поверхности решающее значение имеет соотношение интенсивности эндогенных и экзогенных перемещений масс».

В послевоенные годы наряду с обобщением большого фактического материала по геолого-географическим наукам активно развиваются геоморфологические исследования. Это связано, помимо прочего, с разнообразным практическим применением их результатов, в т.ч. геоморфологического картирования. Отметим труды ученых, в которых представлены общегеоморфологические материалы и концепции.

К.К. Марков [Марков, 1948] выдвинул и разработал представление о геоморфологических уровнях. Выделено 4

уровня: абразионно-аккумулятивный (деятельность морей и больших озер); денудационный (общая денудация, деятельность поверхностных водотоков); уровень снеговой границы в горах; верхний денудационный уровень (самые высокие вершины гор).

Л. Кинг [Лестер Кинг, 1967] выдвинул в противоположность теории пенеplanation В. Девиса теорию педипленизации. Выравнивание рельефа происходит не «сверху», а путем параллельного отступления склонов, формирования педиментов и в конечной стадии образования педипленов.

И.П. Герасимов, Ю.А. Мещеряков [Герасимов, Мещеряков, 1964] выдвинули тезис о «геоморфологическом этапе» развития Земли. Это отрезок геологической истории от среднего-позднего мезозоя до наших дней, когда формировался современный рельеф. Ими же развито представление о геотектурах и морфоструктурах – крупнейших и крупных элементах рельефа, сформированных преимущественно эндогенными процессами в земной коре и выраженных в современном рельефе.

Наиболее полным, учитывающим практически все аспекты геоморфологии является трехтомный труд «Общая геоморфология» И.С. Щукина [Щукин, 1960, 1964, 1974]. Важное место в геоморфологии отводится учению о древнем рельефе – палеогеоморфологии, эволюционной геоморфологии. Результаты изучения палеорельефа широко применяются при поисках гипергенных полезных ископаемых, россыпных месторождений [Воскресенский, 1971; Горелов, Розанов, 1977; Филатов, Лоскутов, 1972 и др.].

Успешно развивалась геоморфология в региональном плане. В частности, в издании монографий под эгидой СО АН СССР, посвященных истории развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Это пять томов серии «Геоморфология СССР» (1974–1988).

К настоящему времени структура геоморфологии как науки достаточно сложна и выглядит следующим образом:

- общая геоморфология – выявление общих закономерностей в развитии и распространении рельефа, характеристика методологических и теоретических вопросов;

- планетарная геоморфология – общие закономерности развития материков, дна океанов Земли;

- структурная геоморфология – связь «рельеф – геологическая структура»);

- климатическая геоморфология;

- динамическая геоморфология – исследование экзогенных геоморфологических процессов;

- инженерная геоморфология;

- экологическая геоморфология;

- геоморфологическое картирование и др.

Глава 2. Общие сведения о рельефе

Геоморфология как наука о рельефе земной поверхности предполагает изучение последнего со следующих позиций: морфологии (внешнего облика), генезиса (происхождения), возраста, современного состояния и динамики изменения.

2.1. Морфология рельефа

Морфология земной поверхности – изначальная характеристика геоморфологических образований, которая дается вне зависимости от целей, генетических, исторических и иных воззрений исследователей. Под морфологией понимается совокупность форм рельефа, которые состоят из элементов рельефа (см. ч. 2 пособия). В объеме морфологии земной поверхности выделяют морфографию (орографию) – описание внешних черт рельефа, морфометрию – определение числовых характеристик форм рельефа (длина, площадь, высота, глубина, густота расчленения и др.).

По размерам рельеф разделяется на следующие категории [Леонтьев, Рычагов, 1988]. *Планетарный рельеф* – наиболее крупные элементы рельефа площадью в сотни тысяч квадратных километров. Площадь земного шара составляет 510 млн. км², следовательно, количество планетарных форм рельефа невелико, и они представлены материками и океанами.

Мегарельеф – наиболее крупные элементы материков и дна океанов площадью в сотни, десятки тысяч квадратных километров. Это горные пояса, равнинные страны на суше (Урало-Монгольский горный пояс, Западно-Сибирская равнина), крупные впадины и поднятия на ложе океана (Марианский и Чилийский желоба, Срединно-Атлантический хребет).

Макрорельеф – измеряется сотнями или тысячами квадратных километров. Это горные хребты, межгорные впадины, плато, нагорья (Восточный Саян, Минусинские межгорные впадины, плато Путорана).

Мезорельеф – это объекты площадью от первых до десятков квадратных километров. Например, холмы, овраги, балки, долины ручьев, моренные гряды.

Микрорельеф – неровности как детали более крупных форм (эрозионные борозды, карстовые воронки, береговые валы).

Нанорельеф – очень мелкие неровности, осложняющие поверхность макро-, мезо-, микрорельефа. К примеру, это луговые кочки, знаки ряби течения, эрозионные бороздки.

Планетарные, мега-, макроформы характеризуются, помимо размеров, гипсометрией или батиметрией (применительно к подводным формам). Наиболее общую характеристику рельефа в целом дает гипсографическая кривая (рис. 1). На ней четко выделяются два основных гипсометрических уровня: материковый (2000–200 м), занимающий 30% земной поверхности, и океанический на глубинах от 3000 м до 6000 м (50 % поверхности Земли). Остальные 20 % – средневисотные, высокие горы, глубоководные желоба. Средняя высота суши над уровнем моря составляет +875 м, средняя глубина океана – 3730 м. Средние высоты материков и средние глубины океанов следующие (в метрах). Материки: Евразия – 840, Африка – 750, Северная Америка – 720, Южная Америка – 600, Австралия – 320, Антарктида – 2100. Океаны: Тихий – 4280, Атлантический – 3940, Индийский – 3960, Северный Ледовитый – 1200. Помимо средних высот, значение имеют экстремальные отметки рельефа. Наивысшая точка Земли – гора Джомолунгма (Эверест) в Гималаях – 8848 м, самая большая глубина в Марианском глубоководном желобе (Тихий океан) – 11034 м.

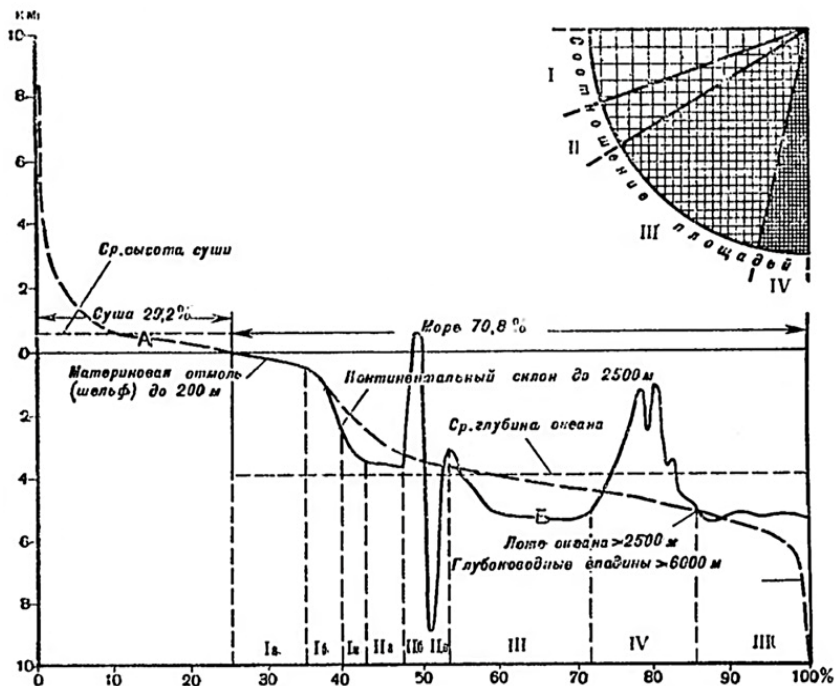


Рис. 1. Гипсографическая кривая Земли
[Леонтьев, Рычагов, 1988]

Таким образом, максимальный размах высот на поверхности земного шара достигает почти 20 км. Классификации и характеристики рельефа, в т.ч. с позиций морфологии на уровне мега-, мезо-, макро-, микроформ, приведены во второй части пособия.

2.2. Генезис рельефа

Генезис рельефа – это происхождение форм рельефа земной поверхности. Выяснение происхождения рельефа – одна из важнейших задач геоморфологии. В этом плане одно из главных исходных положений – представление о

том, что рельеф формируется в результате взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов.

Процессы эндогенные вызваны внутренними силами Земли и обусловлены энергией, выделяемой при развитии вещества Земли. Эндогенные процессы развиваются в результате действия силы тяжести и сил, возникающих при вращении Земли. Проявляются в виде орогенных (горообразовательных) процессов, колебательных движений земной коры, явлений магматизма (интрузивного и эффузивного), землетрясений. На поверхности Земли эндогенные процессы выражаются в создании морфоструктур.

Процессы экзогенные происходят на поверхности Земли и в самых верхних частях земной коры (в зоне гипергенеза). Они обусловлены главным образом энергией солнечного излучения, в меньшей мере – силами тяжести, жизнедеятельностью организмов. К ним относятся выветривание, флювиальные, эоловые, мерзлотные и другие процессы. Экзогенные процессы ведут к образованию морфоскульптур.

Указанные рельефообразующие процессы редко протекают обособленно. Рельеф любого участка проходит сложную историю развития. На флювиальные формы рельефа (например, речные террасы Енисея) накладываются мерзлотные процессы, происходит переотложение аллювия оползневыми процессами. Так, вулканические процессы сформировали эффузивные покровы в пределах Средне-Сибирского плоскогорья. Последние подвергаются процессам солифлюкции, мерзлотным, ледниковым явлениям. Таким образом, в последнем случае можно выделить ведущие процессы (вулканизм) и целый ряд второстепенных экзогенных процессов.

Генезис рельефа может значительно изменяться во времени. Приведем пример Урала. В триасовый период в условиях тектонической стабилизации и гумидного климата

сформировался пенеплен. Начиная с юрского времени, тектонические движения привели к широкому формированию эрозионного рельефа, углублению долин. В олигоцене-неогене и четвертичном периоде в условиях похолодания климата и поднятий происходило горообразование, расчленение пенепленезированных поверхностей.

Генезис рельефа определяется преимущественно в ходе полевых исследований, в результате которых устанавливаются признаки, свойственные различным генетическим типам рельефа. Для выяснения генезиса аккумулятивных форм рельефа важное значение имеет изучение слагающих их отложений, что позволяет судить о генезисе рельефа в целом.

2.3. Возраст рельефа

В геологии возраст горных пород – важнейшая характеристика и основное содержание геологических карт. Геологический возраст определяется с помощью разработанных стратиграфических, палеонтологических методов, методов абсолютного датирования и др. В геоморфологии определение возраста – задача более сложная, поскольку применение геологических методов возможно лишь для аккумулятивных форм. В геоморфологии, как и в геологии, используют понятия *относительного* (в единицах геохронологической шкалы, например, плиоцен-четвертичное время) и *абсолютного* (геологический в годах, например, 1,5 – 1,0 млн. лет) возрастов.

Относительный возраст рельефа

Это понятие имеет несколько аспектов.

1. Развитие рельефа какой-либо территории или отдельной формы является стадийным процессом, и определение стадии развития производится по комплексу харак-

терных динамических и морфологических процессов. Примерам этому являются:

– развитие овражно-балочной сети по отдельным стадиям: эрозионная рывтина – стадия юного оврага – стадия зрелого оврага – стадия старости – лог (балка);

– горы средневысотные – холмогорье – пенеплен.

2. Изучение взаимоотношений одних форм с другими. Например, морские равнины Таймыра перерабатываются термоэрозионными, криогенными процессами, которые сформировали соответствующие формы рельефа, вторичные по отношению к морским казанцевским равнинам позднелеистоценового возраста.

3. Возраст аккумулятивных форм рельефа определяется геологическими методами. Так, низкие речные террасы Енисея сложены позднечетвертичными аллювиальными отложениями, следовательно, соответствующий возраст будут иметь и террасы.

Для определения возраста выработанных форм рекомендуются следующие методы.

1. Определение возраста по коррелятным отложениям, одновозрастным с выработанными формами рельефа. Например, определение геологическими методами возраста отложений конуса выноса в нижней части оврага, являющегося выработанной формой.

2. Метод возрастных рубежей. Определяется возраст отложений, фиксирующих нижний и верхний рубежи образования данной выработанной формы рельефа. Например, долина реки врезана в неогеновые отложения, а в днище долины залегают нижнечетвертичные аллювиальные отложения. Таким образом, делается вывод о заложении долины реки на рубеже неогена и раннечетвертичного времени, когда происходило резкое усиление неотектонических движений.

3. Определение времени «фиксаций» денудационного рельефа. К примеру, денудационные поверхности фиксированы корой выветривания. Определение возраста этого образования дает ответ на вопрос о возрасте денудационной поверхности.

4. Метод фациальных переходов. Применяется при определении «немых» отложений (не содержащих палеонтологических остатков), которые фациально сменяются палеонтологически охарактеризованными отложениями.

Абсолютный возраст рельефа

Возраст аккумулятивных форм рельефа определяется радиоизотопными методами – радиоуглеродным, калий-аргоновым, термолюминесцентным и др. Каждый из них имеет свои пределы применимости. Абсолютный возраст древних отложений и форм рельефа определяется также палеомагнитным методом.

Необходимо отметить, что возраст рельефа не отвечает полностью временной характеристике рельефа. Последняя, по мнению Ю.Ф. Чемякова [Ганешин, Чемяков, 1974], включает три временные категории: длительность формирования рельефа (фаза прогрессивного развития), геологический возраст (время окончания прогрессивного развития), длительность существования реликтового рельефа (фаза регрессивного развития).

Глава 3. Факторы рельефообразования

Помимо исходного положения геоморфологии о формировании рельефа в результате взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов, имеется ряд факторов, влияющих на рельефообразование, определяющих рельефообразующие процессы, пространственную локализацию тех или иных форм рельефа и их комплексов. К числу таких факторов относятся вещественный состав пород верхних горизонтов земной коры, геолого-тектоническое строение, климатические условия.

3.1. Свойства горных пород и их роль в рельефообразовании

Земная кора сложена горными породами различного генезиса, разного химического и минерального составов, различных структур и текстур с особенностями сочетания плотных и рыхлых пород, характера трещиноватости. Все указанное определяет характер экзогенных процессов, а, следовательно, и создаваемые ими формы рельефа.

Так, осадочные породы (аргиллиты, алевролиты, мергели, песчаники) достаточно легко поддаются разрушению под действием текущих вод, ветра и т.д. Магматические породы, наоборот, слабо податливы к размыву текучими водами, но сравнительно легко поддаются процессам выветривания (как химического, так и физического). Это происходит вследствие того, что породы, попадая в новые термодинамические условия на поверхности Земли, становятся неустойчивыми и разрушаются процессами окисления, гидратации, гидролиза и др. Интенсивность и глубина разрушения зависят и от конкретных климатических условий. Например, в умеренных широтах формируются гидрослюдистые коры выветривания, а в субтропиках – лате-

ритные. Из кристаллических пород более устойчивы к физическому выветриванию мономинеральные, мелко- и равномернозернистые, светлоокрашенные с массивной текстурой.

В образовании соответствующих форм рельефа играют роль форма магматических тел (батолиты, лакколлиты, дайки, силлы, лавовые покровы), характер залегания слоистых горных пород (горизонтальное, моноклинальное, складчатое, нарушенное разломами, чередование в разрезе пород различной плотности). Большое значение имеет степень проницаемости горных пород для дождевых и талых вод. Проницаемость обусловлена либо их строением (рыхлые – пески, галечники, пористые – туфы, песчаники), либо их трещиноватостью. Этот фактор определяет степень развития эрозионных форм, склоновых процессов, в частности, оползневых. Трещиноватость способствует заложению и развитию эрозионных форм и в целом часто определяет рисунок гидрографической сети.

Находит отражение в формировании рельефа такое свойство горных пород как просадочность. В первую очередь это касается лессовых пород. Большое значение имеет растворимость ряда пород – известняков, доломитов, солей, гипсов. В местах их развития формируются карстовые ландшафты.

В целом совокупность свойств горных пород реализуется в том, что более стойкие разновидности образуют положительные формы, менее стойкие – отрицательные. Приведем конкретные примеры влияния горных пород на рельеф на примере Сибири. В горах Южной Сибири (Алтае-Саянская горная область, Забайкалье) большую роль играют батолиты – большие массивы гранитоидных палеозойских пород с повышенной устойчивостью к денудации по сравнению с вмещающими породами и образующими в рельефе куполообразные возвышенности.

За счет препарирования и разрушения некоторых разновидностей гранитов (крупнозернистые граниты), сиенитов массивы приобретают более сложный литоморфный рельеф. Примером тому являются «Столбы» в пределах Столбовской интрузии сиенитов (окрестности г. Красноярска). По окраинам гор в условиях моноклинального залегания пластов горных пород развит куэстовый рельеф (Минусинские межгорные впадины). Пологопадающие поверхности образованы кровлями устойчивых пластов, а крупные уступы – стенками отпрепарированных трещин или денудационными уступами.

В пределах Средне-Сибирского плоскогорья в раннем триасе широко проявился трапповый магматизм – эффузивный (за счет излияния по тектоническим трещинам на выровненную низменную равнину магмы основного состава) и интрузивный (неоднократное внедрение магмы в осадочные породы чехла Сибирской платформы). В первом случае были сформированы обширные лавовые покровы, к настоящему времени глубоко расчлененные и превратившиеся в результате тектонических поднятий в лавовые (вулканогенные) плато с абсолютными высотами до 1500–1700 м и имеющие выровненные водораздельные пространства.

Во втором случае образовались достаточно многочисленные пластовые интрузивные тела (силлы), обычно внедрявшиеся по плоскостям напластования осадочных пород палеозоя. Кроме этого, сформировались трещинные интрузии, вертикальные или наклонные, мощностью до 150 м (дайки). Форма даек зависит от конфигурации трещин, образуя линейные, радиальные, кольцевые структуры. К настоящему времени силлы и дайки определяют в главных чертах рельеф Средне-Сибирского плоскогорья. Часть силлов бронирует водораздельные пространства, создавая равнинный рельеф трапповых плато, другие вскрываются

на склонах речных долин и способствуют образованию четко выраженных ступенчатых склонов. Дайки создают на поверхности прекрасно выраженные гряды, которые нередко протягиваются на десятки километров.

Форма долин рек плоскогорья, их поперечные и продольные профили также определяются расположением силлов и даек. При пересечении реками интрузивных тел долины рек резко сужаются, приобретают каньонообразный, V-образный поверхностный профиль (рис. 2). Продольный профиль в этом случае характеризуется большими падениями с формированием шиверов, порогов, водопадов (рис. 3).



*Рис. 2. V-образная долина горной реки. Таймыр
(фото А.П. Романова)*

3.2. Геолого-тектоническое строение и рельеф (структурная геоморфология)

Эндогенные процессы определяют различные типы тектонических движений и связанных с ними деформаций. Они являются также причиной землетрясений, магматизма (эффузивного и интрузивного). В совокупности эндогенные процессы не только способствуют возникновению разнообразных по морфологии и размерам форм рельефа, но часто контролируют характер и интенсивность деятельности экзогенных процессов.



Рис. 3. Водопады на горной реке. Таймыр (фото А.П. Романова)

Выделяют два типа тектонических движений по преобладанию направленности – вертикальные (радиальные) и горизонтальные (тангенциальные). Все эти типы проявляются в образовании складчатых и разрывных нарушений разного масштаба. По времени участия в формировании современного рельефа выделяют возрастные категории тектонических движений: движения геоморфологического этапа развития Земли, новейшие, голоценовые и современные. По своему рельефо- и структурообразующему эффекту тектонические движения часто подразделяют на орогенические (дословно – создающие горы) и эпейрогенические (колебательные).

Складчатые нарушения формируют элементарные виды складок – антиклинали и синклинали. Они могут иметь прямое выражение в рельефе либо на их месте формируется инверсионный (обращенный) рельеф. Более крупные и сложные по внутреннему строению складчатые структуры – антиклинории и синклинории. В рельефе – это крупные горные хребты и разделяющие их понижения (антиклинории Восточного Саяна, Кузнецкого Алатау, Главного хребта Большого Кавказа, Магнитогорский синклинорий на Урале). Складкообразование наиболее полно проявляется в геосинклинальных областях и обычно сопровождается разрывными нарушениями, магматизмом.

Разрывные нарушения (дизъюнктивные дислокации, разломы) – тектонические нарушения сплошности горных пород, часто сопровождающиеся перемещением разорванных частей геологических тел относительно друг друга. Разрывные нарушения (разломы) имеют различные размеры – от глубинных, проникающих в мантию, до близповерхностных. При смещении отдельных блоков горных пород формируются сбросы, взбросы, сдвиги, надвиги, раздвиги, тектонические покровы. Соответственно, эти виды тектонических нарушений находят определенное вы-

ражение в рельефе, например, ступенчатый рельеф. Рельефообразующая роль разрывных нарушений проявляется также в том, что разломы служат местами заложения эрозионных форм разных порядков. Последние имеют ортогональный характер – прямолинейные участки долин чередуются с резкими изгибами под прямыми или острыми углами.

По разломам часто внедряется магма, формируются линейные магматические тела, часто прекрасно выраженные в рельефе (дайки). Вдоль линий разрывных нарушений нередко наблюдаются горячие и минеральные источники, иногда цепочки вулканов. К зонам глубинных разломов приурочены фокусы глубинных землетрясений.

Особенно велика рельефообразующая роль разрывных нарушений в пределах древних складчатых областей, где складчатые структуры в рельефе не выражены, восходящие тектонические движения здесь формируют глыбовые горы (Забайкалье, Енисейский кряж). По мере проявления в рельефе складчатых структур (в связи с более молодыми эпохами складчатости, вплоть до кайнозойской) горные области приобретают складчато-глыбовый, преимущественно складчатый характер.

Вертикальные движения земной коры, как было отмечено ранее, разделяются на создающие горы (орогенические) и колебательные (эпейрогенические). Последние проявляются повсеместно, охватывают большие площади, как правило, в пределах платформ с образованием положительных (антеклизы) и отрицательных (синеклизы) структур, которым соответствуют определенные формы рельефа. Например, Прикаспийской синеклизе соответствует одноименная низменность. Эпейрогенические движения контролируют распределение площадей, занятых сушей и морем (обуславливают морские трансгрессии и регрессии), определяют конфигурацию материков и океанов.

Важная рельефообразующая роль вертикальных движений заключается также в том, что они обуславливают расположение на земной поверхности областей сноса и аккумуляции, т. е. областей преобладания денудационного или аккумулятивного рельефа.

Если исходить из теории тектоники литосферных плит, не меньшее значение в формировании рельефа Земли играют горизонтальные движения. В зонах растяжения земной коры (спрединга) образуются крупные отрицательные формы рельефа (рифты), в зонах сжатия (субдукции, коллизии) – как отрицательные (глубоководные желоба), так и положительные формы (островные дуги, горные сооружения). С горизонтальными движениями связано образование таких тектонических структур, как надвиги, шарьяжи.

Если учитывать время проявления различных типов тектонических движений, то главную роль в формировании современного рельефа играют так называемые новейшие тектонические движения. Они имели место в последний неоген-четвертичный этап геологической истории, начало этого этапа – примерно 30 млн. лет назад.

Рельефообразующая роль новейших тектонических движений проявилась в разномасштабной деформации поверхности Земли, в создании положительных и отрицательных форм рельефа разного порядка – плато, плоскогорий, равнин, впадин, горных областей.

Необходимо более полно охарактеризовать важную и очень разнообразную роль в рельефообразовании магматизма – как интрузивного, так и эффузивного. Формы рельефа, связанные с интрузивным магматизмом, могут быть как результатом непосредственного влияния магматических тел (батолитов, лакколитов и др.), так и следствием препарирования интрузивных пород. Пластовые интрузии выражаются в рельефе в виде ступеней как резуль-

тат избирательной денудации в осадочных породах. Наиболее ярко отпрепарированные пластовые интрузии выражены, в частности, в пределах Средне-Сибирского плоскогорья.

Достаточно отчетливо в рельефе выражены образования, связанные с проявлением эффузивного магматизма. В зависимости от характера выводных для магмы на поверхность каналов различают извержения площадные, линейные, центральные. Площадные создают обширные лавовые плато (плато Путорана, плоскогорье Декан). В настоящее время более распространенным является центральный тип извержений, при этом над центром извержений образуется более или менее значительная аккумулятивная форма – вулкан. В верхней части канала извержения образуется отрицательная форма рельефа – кратер. В зависимости от характера накопления продуктов извержения выделяют морфогенетические типы вулканов – экструзивные купола, щитовые вулканы, стратовулканы.

3.3. Климатические условия и рельеф

Климат – один из важнейших факторов рельефообразования. Климат обуславливает характер и интенсивность процессов выветривания, определяет характер и меру денудации. В разных климатических условиях возникают разные, часто достаточно специфические формы рельефа. Климат влияет на процессы рельефообразования как непосредственно, так и через другие компоненты природной среды: гидросферу, почвенно-растительный покров и др.

Прямые и опосредованные связи между климатом и рельефом являются причиной подчинения экзогенного рельефа в определенной степени климатической зональности. В начале XX века немецкий ученый А. Пенк [География. Энциклопедия, 2006] классифицировал климаты по их

рельефообразующей роли. Им были выделены следующие типы климатов.

Нивальный климат. В условиях рассматриваемого климата во все сезоны года осадки в большей степени выпадают в твердом виде. Накопление снега приводит к образованию снежников и ледников. Основными рельефообразующими факторами являются снег и лед. В местах, не покрытых снегом или льдом, широко развиты процессы физического выветривания. Существенное влияние на формирование различных форм рельефа оказывает многолетняя мерзлота. В условиях нивального климата находятся острова Северного Ледовитого океана и вершины гор выше нижней снеговой границы.

Климат субарктического пояса и резко континентальный областей умеренного пояса. Климат характерен для северных окраин Евразии. Он характеризуется продолжительными и суровыми зимами, холодным летом и небольшим (около 300 мм) количеством осадков. Резко континентальный климат особенно ярко выражен в Средней Сибири, на северо-востоке России. Для него типичны большие сезонные колебания температур, малая облачность, небольшое количество осадков (особенно зимой).

Климатические условия благоприятствуют физическому (морозному) выветриванию, сохранению во многих районах многолетнемерзлых пород. Это обуславливает развитие мерзлотных форм рельефа (бугры пучения, солифлюкционные формы, полигонально-жильные образования, термокарст и др.).

Гумидный климат. В областях с этим климатом годовое количество осадков больше, чем их может испариться. Избыток атмосферной влаги реализуется в виде образования мелких водотоков с образованием небольших долин рек, балок, оврагов. Активно протекают процессы плоскостного смыва с формированием делювиальных отложений.

В областях с гумидным климатом интенсивно развиваются процессы химического выветривания. При наличии растворимых горных пород (известняки, доломиты, соли, гипсы, ангидриды) образуются разнообразные карстовые формы рельефа. Основная зона гумидного климата – это умеренные широты северного полушария, муссонные области восточных окраин Азии.

Аридный климат. Характеризуется малым количеством осадков, большой сухостью воздуха и высокой испаряемостью, превышающей во много раз годовую сумму осадков, малой облачностью. Растительный покров разрежен в разной степени. Интенсивно протекает физическое, преимущественно температурное выветривание. Эрозионная деятельность, в отличие от областей гумидного климата, ослаблена. Главный рельефообразующий агент – ветер. В пределах России и прилегающих с юга территорий – это зоны сухих степей, полупустынь, проникающих иногда до 50⁰ с.ш.

Переходы от одного типа климата к другому осуществляются постепенно, соответственно постепенно происходит и смена доминирующих процессов экзогенного рельефообразования. В северном полушарии широко распространены формы рельефа, созданные в прошлые геологические эпохи. Например, ледниковые формы рельефа, где в настоящее время ледники отсутствуют. Такой рельеф получил название реликтового.

ЧАСТЬ 2. ГЕОМОРФОЛОГИЯ: ТЕРМИНЫ, ПОНЯТИЯ, КЛАССИФИКАЦИИ

Глава 4. Основные геоморфологические понятия

Наука о морфологии, происхождении и истории развития рельефа называется геоморфологией. Геоморфология относится к комплексу геолого-географических наук, являясь самостоятельной дисциплиной. В понятие рельефа заложено четыре основных признака: 1) совокупность всех неровностей земной поверхности, независимо от их размеров; 2) рельеф создается на контакте «атмо(гидро)сфера – литосфера»; 3) рельеф является продуктом взаимодействия эндогенных и экзогенных факторов; 4) в ископаемом состоянии образуются формы, созданные тектоническими и нетектоническими факторами. Таким образом, рельеф есть совокупность неровностей видимой и ископаемой поверхностей.

В зависимости от предметов исследования выделяют следующие основные подразделения геоморфологии:

– *генетическое* – исследует вопросы происхождения рельефа;

– *динамическое* – изучает процессы, формирующие рельеф (тектонические, вулканические, экзогенные);

– *климатическое* – рассматривает рельеф как элемент географического ландшафта и прослеживает изменения рельефа в разных природно-климатических зонах и областях. Объект исследования – морфоскульптуры, формы рельефа, в образовании которых главную роль играют экзогенные процессы;

– *структурное* – изучает тектонически обусловленные преимущественно крупные формы рельефа и выясняет характер связи между рельефом и геолого-тектоническими

структурами, движениями земной коры. Объект исследования – морфоструктуры, возникающие в результате взаимодействия экзогенных и эндогенных факторов при ведущей роли последних.

К числу наиболее общих понятий геоморфологии относятся также факторы рельефообразования, процессы геоморфологические (рельфообразования), морфология и морфометрия рельефа, генезис рельефа, возраст рельефа, рельеф аккумулятивный, рельеф денудационный, элементы рельефа, формы рельефа, тип рельефа. По масштабности и размерам рельефа выделяют: мега-, макро-, мезо-, микрорельеф.

Возраст рельефа – понятие неоднозначное, на которое имеются четыре точки зрения:

1. Возраст рельефа есть длительность его существования – время, прошедшее с момента образования рельефа, подобного современному по облику; отрезок времени, на протяжении которого рельеф принял свой современный облик.

2. Возраст рельефа есть понятие абсолютной давности его образования (или геологический возраст).

3. Возраст рельефа есть время завершения формирования рельефа.

4. Возраст рельефа есть время возникновения данных форм рельефа и длительность их формирования (объединяет две первые точки зрения).

Генезис рельефа – происхождение форм рельефа земной поверхности. Выяснение генезиса – одна из главных задач геоморфологии.

Мегарельеф – наиболее крупные формы рельефа Земли – материка и океаны. Размер их порядка 10^7 – 10^6 км².

Макрорельеф – крупные формы рельефа, определяющие общий облик большого участка земной поверхности: горные хребты, плоскогорья, равнины, низменности. Размеры порядка 10^5 – 10^3 км² соответствуют морфоструктурам первого порядка.

Мезорельеф – формы рельефа, занимающие промежуточное положение между макро- и микрорельефом: холмы, дюны, котловины, долины малых рек и др. Размеры порядка 10^2 – 10 км².

Микрорельеф – мелкие формы рельефа, обязанные своим происхождением преимущественно экзогенным процессам. По происхождению выделяют следующие формы микрорельефа: водные аккумулятивные; эрозионные; эоловые; суффозионные; мерзлотные; биогенные (зоогенные и фитогенные); антропогенные. Размеры форм микрорельефа – несколько метров или доли метра, высота до 1,0 м, диаметр до 10–30 м.

Морфология рельефа - внешние черты рельефа, определяемые его размерами, абсолютной высотой, относительной высотой, формой вершин или впадин, крутизной и формой склонов, глубиной и густотой эрозионного расчленения.

Морфометрия рельефа – количественная характеристика рельефа, выраженная различными количественными (числовыми) показателями. Часто используются следующие морфометрические обозначения: i – крутизна склона, падение реки; α – угол наклона поверхности; h – относительная высота рельефа; H – абсолютная высота рельефа; L – длина склона, поверхности; m – ширина склона, поверхности.

Процессы геоморфологические – процессы, под действием которых формируется и развивается рельеф земной поверхности. Различают процессы эндогенные и экзогенные. Первые процессы протекают внутри Земли, проявляются в виде тектонических движений, магматизма, землетрясений. На поверхности Земли выражаются в создании морфоструктур. Экзогенные процессы происходят на поверхности Земли и в верхних частях земной коры под влиянием сил, вызванных энергией Солнца, силой тяжести,

жизнедеятельностью организмов. К этим процессам относятся: выветривание, эрозия, склоновые процессы, деятельность ветра, ледников, подземных вод и др. Они ведут к образованию морфоскульптур.

Рельеф аккумулятивный – рельеф, образованный в результате накопления принесенного рыхлого материала (наносов) либо сформировавшийся за счет выноса из глубин земной коры вулканических продуктов.

Рельеф денудационный – рельеф, созданный процессами денудации. Противопоставляется рельефу аккумулятивному. Но формирование одного и другого связано парагенетически.

Тип рельефа – комплекс форм рельефа, характеризующийся единообразным внешним обликом, единым генезисом и возрастом, развивающийся на определенной геологической структуре под воздействием одного и того же комплекса процессов рельефообразования.

Факторы рельефообразования (агенты морфогенеза) – разнообразные причинные явления, преобразующие геологическое строение и рельеф Земли. Разделяются на активные (эндогенные и экзогенные) и пассивные (геологическая структура – литология и характер залегания пород, ландшафтная зональность).

Форма рельефа – отдельные неровности поверхности литосферы, совокупность которых составляет рельеф Земли. Формы рельефа характеризуются длиной, шириной, высотой, различаются между собой происхождением, возрастом и морфологией.

Элементы рельефа – это отдельные геометрические точки, линии и поверхности, ограничивающие формы рельефа; простейшие и неделимые составные части рельефа, присущие формам любого происхождения и создающие каркас всякого рельефа. Элементы рельефа – наиболее универсальное морфографическое понятие.

Глава 5. Геоморфологические процессы

5.1. Принципы выделения и классификация

Современные геоморфологические процессы протекают неравномерно, с разной степенью интенсивности, сопровождаются формированием элементов рельефа разных морфологии и генезиса. Даже в небольших районах нередко одновременно действуют несколько рельефообразующих процессов. Например, в долине реки Енисей (Красноярское водохранилище) на ограниченных по площади участках можно наблюдать оползание, осыпание, оврагообразование, делювиальный смыв, мелкое эрозионное расчленение. Но ведущую роль обычно играют один или два ведущих процесса. Яркий пример – песчаные пустыни Центральной Азии, где господствуют процессы дефляции и эоловой аккумуляции (рис. 4). Поэтому современные рельефообразующие процессы могут быть разделены на главные (ведущие) и второстепенные. Ведущим является процесс, предопределяющий господствующий тип морфоскульптуры на 50 и более % площади при одновременно высокой степени интенсивности его развития.

Весь комплекс рельефообразующих процессов может быть подразделен на три основные категории: ведущие процессы экзо-, эндо- и антропогенного рельефообразования.



*Рис. 4. Эоловая аккумуляция – формирование висячих дюн.
Халдзан-Бурэгтэг. Западная Монголия (фото С.А. Ананьева)*

Эндогенное рельефообразование связано:

1. С быстрыми сейсмогенными движениями земной коры (рис. 5).



*Рис. 5. Оползание по сейсмогенным трещинам отрыва. Япония
(<http://www.fedpress.ru/socium/world/id>)*

2. С тектоническими движениями земной коры различного типа:

– образование рифтовых долин. Данный морфотектонический термин определяет рифтовую долину как тектоническую форму рельефа суши или дна океана, т.е. выражение в рельефе эндогенных (геодинамических) процессов (рис. 6). Известны два структурных типа рифтовых долин:

континентальная долина – первично тектонический элемент рельефа, который может быть изменен экзогенными процессами и представлен вытянутой впадиной, образованной опусканием блока между субпараллельными нормальными сбросами, падающими навстречу друг другу. В настоящее время под рифтовой долиной в более широком смысле понимают грабен, выраженный в рельефе, а термин рассматривается как синоним рифта;



*Рис. 6. Озеро Азульское (Восточный Саян) – рифт
(фото С.А. Ананьева)*

– образование горста. «Если внешние границы двух участков опускания сближены таким образом, что между ними остается возвышение, по обе стороны которого две области опускания образуют более или менее выраженные ступени, то мы имеем дело с горстом (Зюсс, 1885, перевод Солласа, 1904) (рис. 7).

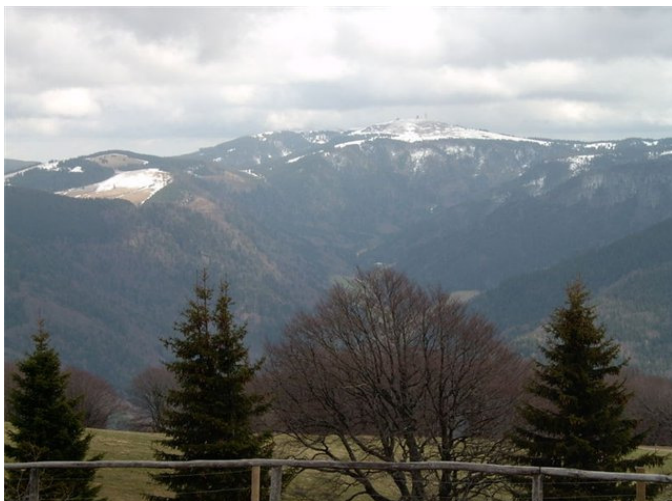


Рис. 7. Горы Шварцвальд, Германия (горст) (www.hot-shop.ru)

– с медленными колебательными движениями земной коры (рис. 8);



*Рис. 8. Дельта Нила и Синайский полуостров
(<http://dic.academic.ru/>)*

3. С современным вулканизмом (рис. 9, 10);



Рис. 9. Современные вулканы. Гавайи (фото И.А. Пашина)



*Рис. 10. Вулкан Кропоткина. Восточный Саян
(<http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/>)*

Указанные процессы создают неоструктуры земной поверхности, в различной степени измененные наложенными экзогенными процессами.

Процессы экзогенного рельефообразования играют особо важную роль в современной динамике рельефа, определяя те или иные типичные особенности и закономерности ее проявления. При этом каждому ведущему процессу присущи свои характерные морфологические черты.

Классификации процессов экзогенного рельефообразования (по отдельным группам процессов – эрозионным, карстовым, мерзлотным и т.д.) в учебной, научной литературе многочисленны и достаточно хорошо проработаны. Гораздо реже можно встретить схемы общей классификации экзогенных рельефообразующих процессов. Согласно «Карте современных геоморфологических процессов на территории Северной Евразии» выделяются следующие основные морфогенетические группы экзогенных процессов: гравитационные; флювиальные; инфильтрационные; криогенно-мерзлотные; гляциально-нивальные; эоловые; биогенно-хемогенные [Горелов, Граве и др., 1990]. Нами предлагается следующая общая классификация экзогенных рельефообразующих процессов (табл.1), построенная на основе классификаций частных процессов по данным С.С. Воскресенского (1971), Ю.Ф. Чемекова, Г.И. Галицкого, (1974), Ганешина, Чемекова и др. (1974), А.Е. Криволицкого (1977), В.Л. Суходровского, Г.Ф. Грависа (1976).

Таблица 1

Схема классификации рельефообразующих процессов

Морфогенетические группы процессов	Морфогенетические типы процессов
1	2
Выветривание	1. Физическое (температурное, морозное, солевое, механическое воздействие организмов)

1	2
	2. Химическое (растворение, гидратация, окисление и восстановление, гидролиз) 3. Биогенное (микробиологическое, почвенно-фаунистическое, фитогенное)
Склоновые	1. Собственно гравитационные (обвальные, осыпные, лавинные) 2. Блоковые движения горных масс (оползневые, оплывные, отседания) 3. Массовые смещения (сползание) чехла обломочного материала (солифлюкционные, дефлюкции или крипа, десерпции) 4. Делювиальные (плоскостного смыва).
Флювиальные (русловых водных потоков)	1. Связанные с постоянными водными потоками (эрозия, аккумуляция) 2. Связанные с временными водными потоками, пролювиальные (эрозия, аккумуляция)
Связанные с деятельностью подземных вод (инфильтрационные)	1. Суффозионные 2. Карстовые (химической денудации)
Эоловые	1. Дефляционные 2. Корразионные 3. Аккумулятивно-эоловые
Мерзлотные (криогенные)	1. Морозобойное растрескивание 2. Промерзание и пучение 3. Морозная сортировка 4. Протаивание и просадки (термокарст) 5. Наледообразование
Ледниковые и нивально-ледниковые	1. Экзарационные 2. Аккумулятивно-ледниковые 3. Нивационные
Прибрежно-морские	1. Абразионные 2. Термоабразионные 3. Аккумулятивные

1	2
Антропогенные	1. Прямого антропогенного воздействия на рельеф 2. Антропогенно возбужденные природные геоморфологические процессы 3. Геоморфологические процессы в горах

В «чистом виде» отдельные процессы геоморфогенеза проявляются редко. Ведущие процессы, как правило, сопровождаются второстепенными. Так, криогенные процессы сопровождаются выветриванием, различного типа криогенно-склоновыми процессами; карстовые процессы – эрозией и обрушением; нивация – солифлюкцией, делювиальным смывом и т.д.

В общем виде экзогенные процессы выглядят как превращение монолитных пород в рыхлую массу продуктов разрушения; перемещение их по земной поверхности с высоких на более низкие уровни (денудация) и аккумуляция в местах нулевого значения потенциала силы тяжести. Денудация и аккумуляция тесно связаны между собой, и, по сути, все экзогенные процессы в общем могут характеризоваться как аккумулятивно-денудационные.

К числу основных условий проявления рельефообразующих процессов относятся: 1) общая степень расчленения рельефа (тип исходного рельефа); 2) особенности климата; 3) морфоструктура, включая степень и характер современной тектонической активности; 4) литологический состав рельефообразующих пород; 5) характер почвенно-растительного покрова; 6) гидрогеологические условия; 7) степень индустриального освоения территории.

Влияние исходного рельефа. В зависимости от степени расчленения рельефа (горизонтальная, вертикальная расчлененность) преобладают те или иные геоморфологические процессы.

Влияние климата выражается в зональности геоморфологических процессов, когда той или иной географической зоне присущи определенные комплексы ведущих экзогенных процессов. Например, в тундре, лесотундре широко распространены мерзлотные геоморфологические процессы, тогда как в зоне засушливого аридного климата пустынь господствуют эоловые процессы. Однако часто обнаруживаются и значительные несовпадения геоморфологических и климатических границ.

Влияние современных тектонических движений и морфоструктурного фактора в целом выражается в усилении процессов эрозии на участках достаточно интенсивных тектонических поднятий земной поверхности (рис. 11), аккумуляции осадков в районах преобладающего опускания земной поверхности.



Рис. 11. Проявление эрозионных процессов на фоне тектонического поднятия. Юго-Западный Памир, Шахдаринский хребет, долина Тусион (фото С.А. Ананьева)

Влияние литологического и гидрогеологического факторов. Эти факторы являются весьма распространенными и нередко определяющими. Литологические и гидрогеологические свойства горных пород образуют своеобразную «материальную» базу для разных видов современных геоморфологических процессов. Менее плотные, легко размываемые породы способствуют усилению процессов денудации, тогда как плотные кристаллические породы тормозят развитие подобных процессов (рис. 12). Осадочные, магматические породы по-разному реагируют на физическое, химическое выветривание. В районах легко выщелачиваемых карбонатных пород активно развиваются карстовые процессы (рис. 13), а высокая степень водообильности горных пород способствует образованию оползней (рис. 14).



Рис. 12. Селективное выветривание различных типов горных пород. Монгольский Алтай (фото С.А. Ананьева)



Рис. 13. Кунгурская пещера (<http://komanda-k.ru>)



Рис. 14. Образование оползня (<http://www.bigup.ru/>)

Влияние почвенно-растительного покрова. Этот фактор определяет степень интенсивности проявления плоскостного смыва и прочих склоновых процессов. Достаточно мощный почвенно-растительный покров на склонах иногда практически полностью предотвращает денудацию в виде различных склоновых процессов, сохраняя длительное время морфологию поверхностей.

Современные рельефообразующие процессы Северной Евразии довольно отчетливо подчиняются закону географической зональности (и высотной поясности в горах). Не менее важна азональность развития процессов, предопределяемая большей частью морфоструктурным фактором.

Зональное развитие процессов наиболее отчетливо проявлено на равнинах. Так, в пределах Западно-Сибирской равнины в тундровой, лесотундровой зонах решающее значение приобретает комплекс криогенных процессов, в лесоболотной (таежной) зоне широко развиты флювиальные процессы, на водоразделах – аккумулятивные биогенные процессы. Южнее (лесостепная, степная зоны) наиболее широким распространением пользуются плоскостной смыв, овражная эрозия, эоловые процессы.

Высотная поясность рельефообразования наиболее четко проявляется в пределах высоких горных сооружений. В горных районах Прибайкалья и Забайкалья, Верхоянского хребта, хребта Черского, Юго-Западного Памира, Камчатки наблюдается следующая общая вертикальная последовательность в развитии ведущих геоморфологических процессов. В нижней части гор и предгорьях обычно развиты процессы формирования пролювиальных и делювиальных конусов выноса, которые вместе с линейной эрозией, солифлюкцией, плоскостным смывом и крипом образуют основной комплекс современных рельефообразующих процессов (рис. 15).



Рис. 15. Рельеф долины р. Пяндж. Юго-Западный Памир, кишлак Кухи-Лал (фото С.А. Ананьева)

В средней части гор (1500–2000 м), особенно в облесенных районах, на первое место выходят процессы эрозии и плоскостного смыва с локальным проявлением обвалов, осыпей и оползней. В верхней части гор, а также в высокогорье (свыше 2000 м) ведущее рельефообразующее значение приобретают физическое выветривание и ледниково-нивальные процессы (рис. 16, 17).

Главная причина аazonального проявления современных геоморфологических процессов – большое разнообразие причин и факторов, влияющих на их развитие. Так, в пределах Русской равнины выделяется целый ряд «транзитных» процессов, переходящих из одной географической



Рис. 16. Моренные отложения и приледниковое озеро. Шахдаринский хребет. Юго-Западный Памир (фото С.А. Ананьева)



Рис. 17. Ледниково-нивальные процессы. Юго-Западный Памир (фото С.А. Ананьева)

зоны в другую. Это русловые процессы и оползни в речных долинах, карст в районах широкого распространения карбонатных пород.

Вся территория Средней Сибири охвачена разнообразными процессами преимущественно денудационного рельефообразования – линейной эрозией, плоскостным смывом, солифлюкцией, обвально-осыпными явлениями. На междуречных плато развиты мерзлотные процессы. В пределах крупных впадин (Леновилкойская низменность) аллювиальные, озерно-аллювиальные процессы комплексированы с термокарстом, мерзлотным пучением. Какой-либо отчетливо выраженной географической зональности в развитии указанных процессов не наблюдается. Отдельные азональные геоморфологические процессы прямо зависят от морфоструктурных условий, вечной мерзлоты, эрозионного расчленения территории.

5.2. Характеристика основных процессов рельефообразования

Процессы рельефообразующие (рельефообразования) – процессы, под действием которых формируется и развивается рельеф земной поверхности. Различают процессы рельефообразования эндогенные и экзогенные.

Процессы эндогенные (внутренние) – геологические процессы, вызванные в основном внутренними силами Земли и происходящие главным образом внутри Земли. Обусловлены энергией, выделяемой при развитии вещества Земли, действием силы тяжести и сил, возникающих при ее вращении. Процессы эндогенные проявляются в виде тектонических движений (колебательных, разрывных, складчатых), магматизма, землетрясений. На поверхности Земли они выражаются в создании морфоструктур.

Движения земной коры. Разделяются на современные, происходящие в последние столетия и выявляемые по геодезическим данным, по геолого-геоморфологическим наблюдениям, путем сравнения старых и новых карт, по историческим и археологическим данным; на неотектонические (новейшие), охватывающие неоген и четвертичный период. Эти движения обусловили современный облик поверхности Земли, основные черты рельефа. Выделяются также движения, создавшие в геоморфологический этап развития Земли (мезозой-кайнозой) все крупные морфоструктурные черты поверхности Земли.

Орогенез (горообразование) – процесс образования гор вследствие проявления интенсивных восходящих вертикальных движений земной коры.

Процессы экзогенные (внешние) – процессы, происходящие на земной поверхности или на небольшой глубине в земной коре за счет энергии, получаемой от Солнца, и в меньшей мере за счет силы тяжести, жизнедеятельности организмов. Эти процессы вызывают различные виды выветривания, перемещение и переотложение минеральных масс и горных пород, создают новые минералы и горные породы, устойчивые при данных физико-географических условиях – выветривание, деятельность поверхностных вод, ветра, ледников, мерзлотные, склоновые процессы и т. д. На поверхности Земли экзогенные процессы ведут к образованию морфоскульптуры. Среди ведущих экзогенных процессов, играющих решающую роль в рельефообразовании, мы выделяем следующие.

Процессы субаэральные и субаквальные – процессы, происходящие соответственно на суше, в континентальных условиях либо процессы на поверхности Земли, но внутри водного бассейна (море, озеро, река).

Аккумуляция – от лат. *accumulo* – накапливать, собирать в кучу. Накопление продуктов разрушения и сноса, т.е.

процесс, противоположный денудации, но связанный с ней. Эти два процесса – две стороны единого процесса выравнивания рельефа. Денудация ведет к разрушению и снижению земной поверхности, аккумуляция - к ее повышению.

Выветривание – процесс разрушения и химического изменения горных пород и минералов в условиях земной поверхности или вблизи нее под влиянием механического и химического воздействия атмосферы, грунтовых и поверхностных вод и организмов. По характеру среды, в которой происходит выветривание, различают атмосферное (или наземное) выветривание и подводное (или гальмиролиз). Основные типы выветривания по роду воздействия на горные породы: физический (механический), химический и биологический (органический)

– Выветривание физическое (механическое) – процесс разрушения горных пород на обломки разной величины в результате растрескивания под влиянием резких колебаний температуры (инсоляционное выветривание), замерзания и оттаивания воды в трещинах породы (морозное выветривание) или кристаллизации солей в капиллярах (солевое выветривание).

– Выветривание химическое – процесс изменения химического состава горных пород вследствие окисления, гидратации, гидролиза с образованием минералов, более стойких в условиях земной поверхности.

– Выветривание органическое – процесс разрушения и химического изменения горных пород в результате жизнедеятельности организмов и продуктов их разложения. При этом происходит механическое разрушение корнями растений, химическое воздействие путем выделения растениями углекислоты и органических кислот.

Выполаживание – снижение наклонных поверхностей (склонов различной крутизны) в результате действия денудации.

Выравнивание – уменьшение контрастности высот вследствие сноса материала с возвышенностей и заполнения им рядом расположенных впадин.

Денудация – (от лат. *denudo* – обнажать, оголять). Процессы, благодаря которым продукты выветривания горных пород удаляются с мест их образования и перемещаются на более низкие гипсометрические уровни. Синоним – снос.

Денудация суши – комплекс процессов денудации, действующих на сушу под воздействием различных субаэральных агентов.

Эрозия (от лат. *erosio* – размывание, разъедание) – процесс размыва или смыва текущей водой горных пород и почв. Различают два вида эрозии: линейную и плоскостную. Линейная эрозия вследствие действия водных потоков приводит к возникновению линейно-вытянутых полых форм рельефа – долин, оврагов, ложбин. Этот вид эрозии разделяется на глубинную (регрессивную), которая формирует продольный профиль рек, оврагов, и боковую, приводящую к расширению дна долины обычно путем меандрирования (рис. 18, 19). Плоскостная эрозия осуществляется рассеянным (плоскостным) смывом дождевыми и талыми водами, которые впоследствии формируют небольшие линейные формы рельефа – рытвины, ложбины.



*Рис. 18. Процессы меандрирования и террасирования.
Река Катунь. Горный Алтай (фото С.А. Ананьева)*



*Рис. 19. Процессы меандрирования. Аляска
(фото И.А. Пашинина)*

Процессы ледниковые

Дегляциация (абляция) – процесс распада, таяния и отмирания ледников

Ледниковая аккумуляция – накопление ледниковых осадков на суше и в ледниковых и приледниковых водоемах. Различают ледниковую аккумуляцию собственно ледниками (различные морены) (рис. 20), потоками талых вод (флювиогляциальные осадки) и в ледниковых и приледниковых озерах (озерно-ледниковые осадки) (рис. 21).

Экзарация (ледниковая денудация) – разрушительная работа ледников в процессе их движения (рис. 22, 23).



Рис. 20. Моренные отложения. Шахдаринский хребет. Юго-Западный Памир (фото С.А. Ананьева)



Рис. 21. Высокогорное приледниковое озеро. Шахдаринский хребет. Юго-Западный Памир (фото С.А. Ананьева)



Рис. 22. Ледники на склоне пика Маяковского. Шахдаринский хребет. Юго-Западный Памир (фото С.А. Ананьева)



Рис. 23. Ледниковая экзарация и накопление моренных отложений. Аляска (фото И.А. Пашинина)

Процессы перигляциальные – процессы на территориях с холодным климатом, где деятельность воды преобладает в виде твердого ее состояния, постоянного или периодического. Диагностические признаки: воздействие мороза, сезонное покрытие почвы снегом, наличие мерзлоты в грунтах – многолетней или сезонной, замерзание и таяние грунтовых вод.

Десерпция криогенная – движения, вызванные изменениями объема материала вследствие его промерзания и оттаивания. При промерзании происходит пучение пород по нормали к поверхности склона, а при оттаивании поднятые породы опускаются по вертикали, и тем самым частицы грунта смещаются вниз по склону.

Криотурбация – (от греч. Kryos – холод, мороз, лед и лат. turbatio – смятие, беспорядок). Динамические деформации, вызванные морозом в избыточно увлажненных, дисперсных породах. Обычно фиксируются в виде завих-

рений, загибов, колец, «котлов кипения», клиньев. Часто разделяются на инволюции (грибообразной формы) и инъекции (боковые восходящие ветви) (рис. 24).



Рис. 24. Крйотурбация (<http://evgengusev.narod.ru/>)

Нивация – экзогенный рельефообразующий процесс, протекающий под действием снега. Снежный покров оказывает разрушительное воздействие на подстилающие горные породы посредством усиленного морозного выветривания в условиях попеременного замерзания и оттаивания, колебания температуры воздуха около точки замерзания воды и поступления воды от тающих снежников. В результате под снежниками образуются относительные понижения (ниши, кары, цирки). Наиболее ярко выражены нивальные формы рельефа в высоких горах и субполярных областях.

Процессы мерзлотные (криогенные) – экзогенные (физические, физико-химические) процессы, связанные с сезонным и многолетним промерзанием и протаиванием

горных пород, главным образом рыхлых, содержащих различные категории влаги, а также с охлаждением мерзлых пород и замерзанием подземных вод. К процессам мерзлотным, помимо замерзания-таяния, относятся температурное сжатие грунтов и морозобойное растрескивание, промерзание и пучение грунтов, курумообразование, процессы термокарста, термоэрозии и термоабразии, криогенные разновидности склоновых процессов.

Пучение грунтов (пучение мерзлотное, пучение криогенное) – деформация дневной поверхности, выражающаяся в поднятии или вспучивании почвы (или грунта) вследствие изменения их объема при промерзании, расширении промерзающего слоя в результате перехода воды в лед и набухания содержащихся в грунте коллоидов (рис. 25). Это сопровождается раздвиганием частиц скелета грунта либо за счет промерзания влаги на месте, либо при воздействии напорной воды, поступающей к промерзающему слою со стороны.



Рис. 25. Бугор пучения (<http://www.saon.ru/>)

Растрескивание морозобойное (растрескивание морозное, растрескивание криогенное) – расчленение трещинами мерзлых почв и пород в результате суммарной объемной усадки (сжатия грунта) при понижении температуры и замерзания грунтов и вод.

Термокарст – процесс протаивания многолетнемерзлых грунтов и горных пород, содержащих лед, что сопровождается локальным проседанием поверхности и образованием отрицательных форм рельефа (замкнутых впадин, западин, блюдце) (рис. 26). Возникает при изменении теплового режима грунта, при вырубке леса, распашке полей, при потеплении климата.



*Рис. 26. Термокарстовые озера. Аляска
(фото И.А. Пашинина)*

Термоэрозия (эрозия термическая, эрозия тепловая) – процесс размыва водотоками поверхности, сложенной льдом или многолетнемерзлыми породами, при этом наря-

ду с механическим и химическим воздействием текущей воды происходит тепловое воздействие и таяние льда, образование промоин, оврагов, резкое углубление или расширение речных русел.

Процессы склоновые

Движения масс медленные (движения массовые) – медленные движения (сползание) коры выветривания вниз по склонам под влиянием ряда факторов, среди которых немалая роль принадлежит силе тяжести (гравитации).

Десертция. – (от. лат. desertio – сползание, опускание (син.: крип)) – процесс медленного смещения или сползания рыхлых образований вниз по склону. Сползание, как правило, незаметное для глаз, осуществляемое под совместным воздействием гравитации и изменением объема (расширении и сжатии), вызванного нагреванием и охлаждением, высыханием и увлажнением, таянием и замерзанием (рис. 27).

Дефлюкция – медленное движение чехла обломочного материала вниз по склонам при вязко-пластичной консистенции грунта. Характерна для областей гумидного климата.

Обваливание – обычно внезапное обрушение, отрыв и падение крупных блоков горных пород. При распадении блока на множество обломков обвал превращается в камнепад.

Оползание – форма склоновой денудации, включающая в себя три элементарных процесса: смещение оползней блокового типа, движение оползней-потоков и оплывание. Оползание (смещение) отделившейся от склона массы по наклонной плоскости отрыва может быть медленным, постепенным или скачкообразным, с сохранением при этом своей связности и монолитности. Оползание чаще возникает на склонах, сложенных чередующимися водоупорными (глинистыми) и водоносными породами



*Рис. 27. Десертция. Большой Кавказ. Район п. Архыз
(<http://www.popovgeo.professorjournal.ru/>)*

Осыпание (камнепад, осыпь) – осыпание, скатывание, скольжение, перемещение скачками обломков по относительно крутым склонам сухого обломочного материала разного размера – от глыб, щебня до песка. Может происходить плащеобразно или концентрируясь по узким линиям и ложбинам. Формируется осыпь, поверхность которой представляет собой естественный откос крутизной до 30–40° (рис. 28, 29).



*Рис. 28. Пролувиальные конуса выноса.
Юго-Западный Памир (фото С.А. Ананьева)*



*Рис. 29. Процессы осыпания. Красноярское водохранилище
(фото Т.А. Ананьевой)*

Отседание склонов – отделение от склонов блоков породы по трещинам отседания или бортового отпора, которые, постепенно расширяясь, приводят к неустойчивости блоков и их падению. Развивается на крутых склонах (не менее 15°) значительной относительной высоты в случае залегания твердых пород на породах, способных к пластическим деформациям (рис. 30). Отседание склонов сочетается с образованием глыбовых оползней и имеет большое значение в возникновении обвалов.

Смыв плоскостной (смыв делювиальный, смыв склоновый) – работа текучей воды (дождевой и талой), более или менее равномерной по всей площади склонов (сплошной «водной пеленой»). Нередко сюда же относят и струйчатый (бороздчатый) размыв, когда сток происходит струями по мелким руслам, постоянно меняющим свое расположение. Смыв плоскостной характерен для аридных, семиаридных районов, где стоку не препятствует скудная растительность.



Рис. 30. Процессы отседания. Красноярское водохранилище (фото Т.А. Ананьевой)

Солифлюкция – медленные смещения протаивающих переувлажненных грунтов, почв (обычно по поверхности многолетней или сезонной мерзлоты) на пологих склонах. Происходит главным образом в полярных, высокогорных районах, в областях развития длительной сезонной и многолетней мерзлоты (рис. 31).

Суффозия – процесс выноса по трещинам, порам тонкозернистого материала (обычно алевритовой размерности) и формирование на поверхности понижений – западин, «степных блюдец» (рис. 32). Суффозия распространена в основном в пределах развития лессовых отложений.

Процессы эоловые (от Эола – бога ветров в древнегреческой мифологии) – все процессы, обусловленные деятельностью ветра. Состоят из процессов дефляции (выдувания и развевания), корразии (обтачивания), переноса и аккумуляции (накопления). В результате деятельности процессов эоловых возникают эоловые формы рельефа и отложения.



Рис. 31. Процесс солифлюкции (<http://photo.qip.ru/>)



*Рис. 32. Суффозионная воронка. Чарская пустыня
(фото А.А. Медведкова)*

Дефляция (от. лат. deflare – выносить) – разрушительная деятельность ветра, выражающаяся в развевании и выдувании рыхлого (песчаного и алевритового) материала. Наиболее эффективна в пустынях, но может происходить в любых широтах. Результатом данного процесса может стать формирование каменистых пустынь – гамад (рис. 33).

Коррозия ветровая – одна из форм селективной денудации путем обтачивания, ветрового разрушения, высверливания горных пород благодаря истирающему действию движущихся в воздухе частиц песка. В результате данного процесса образуются различного рода углубления, ниши, ячеи, борозды, грибовидные, шлифованные скалы (рис. 34).



Рис. 33. Гамады. Западная Монголия (фото С.А. Ананьева)



Рис. 34. Процессы корразии. Юго-Западный Памир (фото С.А. Ананьева)

5.3. Классификации рельефа

5.3.1 Элементы рельефа

К элементам рельефа относятся характерные точки, линии и поверхности, на которые можно разложить любую форму.

Классификация точек:

- вершинные;
- донные;
- устьевые;
- седловинные (перевальные);
- пересечения;
- слияния;
- поворотные (коленные);
- развилочные;
- бровочные;
- подножия.

Классификация линий (ребер):

- водораздельные;
- тальвеговые;
- бровки;
- тыльные швы;
- подошвы (подножия);
- перегибы склонов;
- береговые.

Классификация поверхностей (площадок и склонов):

- по крутизне (крутые – более 35° , средние – $35^{\circ}-15^{\circ}$, отлогие – $15^{\circ}-5^{\circ}$, очень отлогие – $5^{\circ}-2^{\circ}$, почти горизонтальные – $2^{\circ}-0^{\circ}$);
- по длине склонов (длинные – более 500 м, средние – 500–50 м, короткие – менее 50 м);
- по ширине водоразделов, площадок (широкие, средние, узкие);

– по форме водоразделов (вытянутые, изометричные, фестончатые, извилистые, прямолинейные);

– по форме склонов в поперечном профиле (прямые – изменение угла наклона не более 3^0 ; вогнутые; выпуклые; выпукло-вогнутые; простые – более чем на 90% сохраняют одну форму; сложные – состоят из нескольких, не считая выпуклости в верхней части и вогнутости у подошвы, сегментов – прямых, выпуклых, вогнутых; склоны с микронеуровностями – рытвинами, грядами, ступенями и др.);

– по форме склонов в плане (прямые, вогнутые, выпуклые, простые, сложные).

5.3.2 Формы рельефа

Формы рельефа классифицируются по различным морфологическим и морфометрическим признакам:

– по степени сложности – простые формы состоят из одной или нескольких поверхностей; сложные – сочетаются многие поверхности или меньшие по размерам формы рельефа, например, хребты, речные долины;

– положительные – кочка, бугор, холм, гора, хребет и др.;

– отрицательные – воронки, западины, впадины и др.;

– замкнутые – гора, воронка, хребет и др.;

– незамкнутые – долина, терраса, уступ и др.;

– по очертаниям в плане – прямолинейные, дугообразные, извилистые, округлые, изометричные, овальные, неправильных очертаний и др.;

– по различиям продольного профиля – равновысотные и разновысотные, равнонаклонные и разнонаклонные, ступенчатые, зубчатые, волнистые и др.;

– по особенностям поперечного профиля – симметричные, асимметричные, ступенчатые, зубчатые, волнистые и др.;

– по морфологии в целом: положительные – куполовидные, конические, пирамидальные и другие; отрица-

тельные – блюдцеобразные, воронкообразные, чашеобразные, циркообразные, ящикообразные и др.;

– по размерам – наноформы, микроформы, мезоформы, макроформы, мегаформы. Нано-, микро- и большей частью мезоформы создаются чаще под действием экзогенных факторов (морфоскульптуры), макроформы и мегаформы – под действием преимущественно эндогенных факторов (морфоструктуры).

В таблице 2 приведена одна из распространенных морфологических классификаций рельефа [Спирidonов, 1975], а в таблице 3 даны наиболее общепринятые морфоструктурная и морфоскульптурная [Мещеряков, 1965], морфогенетическая [Ганешин, Чемяков и др., 1974], морфометрическая [Живаго, Пиотровский, 1971; Панов, 1966] классификации рельефа. Все они совместно с приведенными выше классификациями дают необходимые сведения для описания рельефа при ландшафтных, геоморфологических и других полевых практиках и исследованиях.

Таблица 2

**Классификация рельефа (морфоструктурная и морфоскульптурная,
морфогенетическая, морфометрическая)**

Мещеряков, 1965		Методическое руковод., 1972		Живаго, Пиотровский, 1971; Панов, 1966
Площадь, км ²	Морфотектонические элементы рельефа	Морфоскульп- турные категории рельефа	Морфогенетические категории рельефа	Классификация рельефа по размерам, соотно- шению с геологическим строением
1	2	3	4	5
$10^7 - 10^6$	Геотектуры 1 порядка – континентальные выступы, океанические впадины	-	1 порядок – материка, океанические впадины	Планетарные формы (величайшие формы рельефа) – материка, впадины океанов
$10^6 - 10^5$	Геотектуры 2 порядка – равнинно- платформенные области, горные области	Морфоскульп- турные (морфоклиматич еские) зоны – ледниковая, флювиальная, аридная и др.	2 порядок – равнины платформ, горы, островные дуги	Мегарельеф (крупнейшие формы рельефа), равнины, горные пояса

1	2	3	4	5
$10^5 - 10^3$	Морфоструктуры 1 порядка – возвышенности и низменности равнин	Морфоскульптурные провинции и области – провинции флювиальной морфоскульптуры Средне-Сибирского типа, области ледниковой аккумуляции, экзараций и др.	3 порядок – аккумулятивные и денудационные равнины, горы, нагорья, впадины и др. (различаются по преобладанию денудации, аккумуляции) 4 порядок – равнины высокие и низкие, горы; горы альпийской складчатости и др.; равнины или горы разного генезиса и возраста (различают по типу геологического строения, высотному положению и др.)	Макрорельеф (крупные формы рельефа) – горные хребты, массивы, отдельные горы, межгорные впадины, плоскогорья, равнины, низменности, долины крупных рек
$10^3 - 10^2$	Морфоструктуры 2 порядка – выраженные в рельефе валы,	Морфоскульптурные районы – район конечноморен-	5 порядок – генетические типы, группы типов рельефа – средневысотные горы с	Макроформы

1	2	3	4	5
	прогибы	ного рельефа, район овражно-балочного рельефа, район карстового рельефа и др.	унаследованной блоковой структурой и формами гольцовой, горно-ледниковой денудации; аккумулятивные аллювиально-пролювиальные равнины (различаются по ведущему фактору рельефообразования) 6 порядок – типы, подтипы рельефа (сочетание форм рельефа со сходным обликом, строением, происхождением, закономерно повторяющимся на определенном участке) – долинно-балочный рельеф, холмисто-моренный	

1	2	3	4	5
			<p>рельеф и др. (различаются по морфологическим признакам, отражающим взаимодействие эндогенных и экзогенных факторов, историю его формирования)</p>	
10 ² - 10	<p>Морфоструктуры 3 порядка – выраженные в рельефе антиклинали, купола, мульды, блоки и т. д.</p>	<p>Мелкие формы рельефа, обусловленные преимущественно экзогенными агентами – речная долина, овраг, эрозионные гряды, холмы, дюны (собственно морфоскульптуры)</p>	<p>7 порядок – формы рельефа простые и сложные (мезоформы) – (неровности земной поверхности, средние по размерам, с амплитудами высот до нескольких десятков метров) – холмы, дюны, долины малых рек, котловины, балки, овраги, террасы, поймы (выделяются по</p>	<p>Мезорельеф (средние формы рельефа) – холмы, гряды, долины рек, террасы, котловины небольших озер, балки, овраги, склоны водоразделов и различных долин.</p>

1	2	3	4	5
			<p>ведущему экзогенному процессу). 8 порядок – части (элементы) форм рельефа - склоны долин, уступы террас, днища ложбин (различаются по происхождению)</p>	
1 - 10 ^{'''}	Тектонический микрорельеф – выраженные в рельефе мелкие складки, дайки, трещины и т. д.	Формы микрорельефа – полигональные грунты, мелкие бугры пучения и т. д.	9 порядок – микроформы – западины (блюдца), эрозионные борозды, бугры, курганы, мелкие овраги, конусы выноса	Микрорельеф (мелкие формы рельефа) – бугры, прирусловые валы, конусы выноса, промоины, мелкие овраги, западины

Таблица 3

Морфологические комплексы рельефа (по А.И. Спиридонову, 1975)

Основные категории (превышения над ближайшими базисами денудации, м)	Морфологические 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
1	2	3	4	5	6
Плоские равнины, до 10	Волнистые, бугристые, гривистые, западинные и пр	Низменности низменности, очень низкие равнины 0-75; низкие равнины 75-100; средневысотные равнины 150-200;	Очень мелко расчлененные до 10; мелко расчлененные 10-25; средне расчлененные 25-50;	Очень сильно расчлененные менее 50; сильно расчлененные 50-100; очень дробно расчлененные 100-250;	С очень пологими склонами 0-1; со средне пологими 1-2; с пологими 2-4; с полого покатыми 4-6; с покатыми 6-8;

1	2	3	4	5	6
		<p>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</p>	<p>глубоко (крупно) расчлененные 50-75; очень глубоко (очень крупно) расчлененные 75-100</p>	<p>дробно расчлененные 250-500; умеренно расчлененные 500-1000; слабо расчлененные 1000-2000; очень слабо расчлененные более 2000</p>	<p>с круто покатыми 8-10; с умеренно крутыми 10-15; с крутыми 15-30; с очень крутыми 30-45; с обрывистыми более 45</p>
<p>Горы, более 100</p>	<p>Островные, расчлененные на хребты и вершины с плоскими, округлыми,</p>	<p>Очень низкие до 500; низкие 500-1000; средневысотные 1000-2000; высокие 2000-3000;</p>	<p>Очень мелко расчлененные 100-250; средне расчлененные 250-500;</p>		

1	2	3	4	5	6
	острыми гребнями и пр.	очень высокие 3000-5000; высочайшие более 5000	глубоко (крупно) расчлененные 500-750; очень глубоко (очень крупно) расчлененные 750-1000; с глубочайшим (крупнейшим) расчленением более 1000		

5.3.3. Основные формы мегарельефа и макрорельефа

Равнина – участок суши с малыми уклонами и незначительными колебаниями высот (не более 200 метров) (рис. 35). Равнины разделяются по абсолютной высоте, морфологии поверхности, по преобладающим экзогенным процессам, по соотношению с тектоническими структурами и геологическим строением, по возрасту;

- равнина низменная (низменность), абсолютная высота менее 200 м;
- равнина возвышенная (высокая), абсолютная высота 200–500 м;
- равнина нагорная высокорасположенная внутриконтинентальная;
- равнина субгоризонтальная;
- равнина наклонная;
- равнина ступенчатая, ярусная;
- равнина вогнутая;



Рис. 35. Русская равнина (<http://www.tmfoto.ru>)

- равнина волнистая, с чередующимися пологими увалами, валами, плоскими понижениями;
- равнина расчлененная, с глубокими речными долинами и сетью оврагов, со сниженными и сглаженными водоразделами;
- равнина денудационная, образована в результате длительного разрушения горной страны денудационными процессами при сохранении устойчивого положения базиса эрозии, топографическая поверхность срезает породы под разными углами (аструктурная эрозионно-денудационная поверхность);
- равнина структурно-денудационная, поверхность равнины отражает в разной степени тектонические структуры (древние, новейшие);
- равнина платформенная, образована в пределах древних и молодых платформ, разделяется на цокольные, пластовые, аккумулятивные:
- равнина цокольная, выработана на породах фундамента (щиты платформ) или на породах складчатого основания молодых платформ;
- равнина пластовая, сформирована на недислоцированных (или слабодислоцированных) осадочных породах, на пластовых интрузивах или эффузивных покровах. Разделяется на пластово-аккумулятивные (обычно молодые, с недавно проявившейся тенденцией к поднятию и денудации), аккумулятивные;
- равнины аккумулятивные (озерные, озерно-аллювиальные и др.), имеют высоту от 0 до 100–200 м, испытавшие в неоген-четвертичное время абсолютное или относительное погружение с накоплением рыхлого материала в понижениях. Гидрографическая сеть не вскрывает подошву аккумулятивного покрова;
- равнины межгорные, предгорные;
- равнины молодые (первичные), древние.

По абсолютным отметкам равнин можно восстановить их первичный уровень (равнина холмистая, увалистая, грядовая и др.).

Возвышенность – участок равнинной поверхности, приподнятый относительно окружающих пространств (или превышающий среднюю высоту данной равнины). Абсолютная высота более 150–200 м. Условно противопоставляется низменности.

Плато – возвышенная территория с ровной волнистой, слабо расчлененной поверхностью, отделенная отчетливыми уступами от соседних пространств. Речная сеть обычно конькообразная. Выделяют плато *структурное* – на горизонтально- или моноклинально залегающих породах (рис. 36), *вулканическое* – на покровах лав, *трапповое* – на силах долеритов (рис. 37), *цокольное* – переходное между типичным плато и плоскогорьем и др.



Рис. 36. Гранд-каньон. США (фото И.А. Пашинина)

Плоскогорье – возвышенная территория с равнинной, холмистой поверхностью водоразделов, со значительным эрозионным расчленением, на складчато-глыбовом основании, на сложнодислоцированных породах.

Нагорье – обширная высокоподнятая горная область, состоящая из отдельных горных узлов, массивов, хребтов, плоскогорий, межгорных понижений (рис. 38, 39).



*Рис. 37. Плато Путорана. Красноярский край
(<http://www.mainecooforum.ru/>)*



*Рис. 38. Нагорье Сангилен, р. Сольбердер – г. Шук
(фото С.А. Ананьева)*



Рис. 39. Нагорье Кузнецкий Алатау (фото Т.А. Ананьевой)

Горы (горные страны, горные системы, горные области, сооружения) – участки поверхности с более или менее значительными абсолютными и относительными высотами, густым и глубоким расчленением, сильной дифференциацией поверхности на составляющие морфологические и генетические элементы. По абсолютным высотным отметкам выделяют: горы низкие (500–1000 м), средние (1000–2000 м), высокие (2000–5000 м), высочайшие (более 5000 м). Генетическая классификация представлена в следующем виде:

– горы складчатые – поднятия земной поверхности в подвижных зонах земной коры (молодые геосинклинальные зоны). Основные орографические элементы образованы толщами горных пород, смятых в складки различной величины и крутизны. Различают горы складчатые эпигеосинклинальные и эпиплатформенные;

– горы складчато – глыбовые (глыбово-складчатые) – поднятия земной поверхности, обусловленные как пликативными (складчатыми), так и дизъюнктивными (разрывными) деформациями. Обычно возникают при поднятиях смятых в складки толщ пород, утративших пластичность;

– горы глыбовые (блоковые) – поднятия земной поверхности, ограниченные разломами. Характерными особенностями являются массивность, наличие крутых склонов. Наиболее типичны горстовая, грабеновая структуры;

– горы молодые (горы эпигеосинклинальные), сформированы в пределах альпийского и тихоокеанского поясов складчатости (рис. 40);

– горы возрожденные (горы эпиплатформенные), сформированы новыми и новейшими движениями земной коры на месте пенепленизированных древних складчатых поясов (рис. 41);

– горы денудационно-тектонические, утратившие морфологическую связь с тектоническими структурами, геологическая структура связана с денудационными поверхностями.



*Рис. 40. Горы складчатые эпигеосинклинальные.
Альпы. Монблан (<http://newsprom.ru/>)*



*Рис. 41. Горы эпиплатформенные. Юго-Западный Памир,
р. Тусион (фото С.А. Ананьева)*

Массив – участок горной страны, расположенный изолированно, относительно изометричный.

Впадина – крупное пониженное пространство между горными хребтами, возвышенными участками земной поверхности. Могут быть замкнутыми и открытыми. По генетическому признаку выделяются:

– впадина внутригорная – сильно редуцированная (остаточная) или уже не развивающаяся. Входит в качестве структурной формы в сложные новейшие поднятия. Морфологически выражена плохо;

– впадина межгорная – со всех сторон граничит с горными сооружениями. Предгорья и предгорные равнины расположены концентрически (рис. 42);



*Рис. 42. Минусинская межгорная впадина
(фото Т.А. Ананьевой)*

– впадина предгорная – широкое плоское или линейное понижение, вытянутое вдоль окраины горных сооружений и платформ (рис. 43).

Предгорье – переходные между горными сооружениями и равнинами области. Пониженные окраинные части горных стран с холмистым, горным рельефом. Обычно связаны с определенными тектоническими структурами (предгорья поднятий, тектонического опускания с аккумуляцией, разрастающихся гор и сокращающихся гор).



Рис. 43. Предгорная впадина. Куэстовые формы рельефа. Предгорье Тянь-Шаня (фото С.А. Ананьева)

5.3.4. Основные формы мезорельефа

Гора – резкое и компактное возвышение земной поверхности с четко выраженными склонами и подножием, расположенное изолированно среди относительно ровного пространства, высота более 200 метров. Различают денудационные останцовые горы (рис. 44) (горы островные,

остаточные, столовые) и горы – участки новейшего локального горообразования.

Холм – небольшая возвышенность с мягко очерченными склонами и подошвой, с относительной высотой не более 200 метров (рис. 45).

Гряда – общее название для вытянутых в длину возвышенностей различной высоты, размеров и генезиса (гряда горная, песчаная, береговая и др.).

Грива – невысокие, узкие возвышенности различного генезиса, пологий низкий увал (рис. 46).

Увал – невысокая, сглаженная возвышенность с пологими склонами, вытянутая в длину, без ясно выраженного подножия, с относительной высотой до 200 метров.



*Рис. 44. Горы останцовые. Гранд-каньон (США)
(фото И.А. Пашинина)*



*Рис. 45. Холм Силбури Хилл (Silbury Hill) – Великобритания
(<http://findmapplaces.com/>)*



Рис. 46. Гривы (Барабинские степи). Видны межгривные впадины, заполненные талыми снеговыми водами (ru.wikipedia.org)

Впадина – небольшое замкнутое понижение на земной поверхности.

Долина – отрицательная, линейно вытянутая форма рельефа, имеющая общий уклон от верховьев к низовьям. Глубина и ширина долины зависят от возраста, мощности реки, геологического строения и тектонического режима, положения базиса эрозии и общих физико-географических условий. Различают долины разных порядков (существует две системы определения порядков). У долин различают: дно (с руслом) – пойма, террасы, склоны долин. Поперечный профиль долины может иметь V – образную форму (рис. 47), форму каньона (рис. 48), теснины, U – образную, асимметричную форму и др. В плане долины имеют форму: прямолинейную, извилистую, четковидную и др. По морфологии резко различаются долины равнинных и горных рек. По соотношению с геологической структурой выделяют долины антецедентные, антиклинальные, продольные и поперечные, тектонические и др.

Ложбина – отрицательная линейно вытянутая форма рельефа, понижающаяся в одном направлении. Имеет пологие склоны, плавно переходящие к днищу и водоразделам.

Овраг – отрицательная линейная форма рельефа, узкая, крутосклонная, часто ветвящаяся к верховьям, с голыми незадернованными склонами. Длина – до нескольких километров, ширина и глубина – несколько десятков метров (рис. 49).



Рис. 47. V-образная долина. Йелостоун (фото И.А. Пашинина)



Рис. 48. Каньонообразная долина. Гранд-каньон (фото И.А. Пашинина)



*Рис. 49. Овраг. Красноярское водохранилище
(фото Т.А. Ананьевой)*

Балка (лог) – сухая или с временным водотоком долина с пологовогнутым дном, выпуклыми задернованными склонами. Длина до нескольких десятков километров, ширина до 100 м, глубина – десятки метров. Представляет собой позднюю стадию развития оврага.

Склон – классифицируется по морфологии, генезису как часть простых и сложных форм рельефа. Склон – наклонная поверхность, отделенная от другой выпуклым или вогнутым перегибом. По крутизне различаются склоны крутые ($\alpha > 35^\circ$), средней крутизны ($\alpha = 35^\circ - 15^\circ$), отлогие ($\alpha = 15^\circ - 5^\circ$), очень отлогие ($\alpha = 5^\circ - 2^\circ$), почти горизонтальные поверхности ($\alpha = 2^\circ - 0^\circ$). По длине склоны делят на

длинные ($\alpha > 500$ м), средние ($a = 500-50$ м), короткие ($\alpha < 50$ м).

По форме поперечного профиля выделяются склоны прямые (изменение угла наклона не более 3^0), выпуклые, вогнутые, выпукло-вогнутые, ступенчатые, волнистые, с микронеровностями, простые (более чем на 90% сохраняют одну форму), сложные (состоят из нескольких, не считая выпуклости у верхней части и вогнутости у подножия, сегментов – прямых, вогнутых, выпуклых). По форме склонов в плане выделяются склоны прямые, вогнутые, выпуклые, простые, сложные. По факторам деформации исходных поверхностей различают три типа первичных склонов, которые затем преобразуются различными склоноформирующими процессами: тектонические, вулканические, экзогенные (флювиальные, ледниковые, озерные, эоловые, мерзлотные и др.);

– склон денудационный – преобладают процессы денудации (выветривание, перенос, снос);

– склон денудированный – процессы денудации приводят к полному оголению коренных пород, преобладает снос материала;

– склон денудационно-эрозионный – возникает в результате молодого эрозионного вреза и мало видоизменен позднейшими денудационными процессами (рис. 50);

– склон структурно-денудационный – в продольном и поперечном профилях склона отражаются особенности складчатых и иных структур, отпрепарированных денудаций (рис. 51);

– склон аккумулятивный – склон, или часть склона, на котором основным процессом является аккумуляция переносимого сверху обломочного материала. Обычно располагается в нижней части склона;

– склон эрозионный – создан водной эрозией (рис. 52);



*Рис. 50. Склон денудационно-эрозионный.
Восточный Памир (фото С.А. Ананьева)*



*Рис. 51. Склон структурно-денудационный (куэста). Хакасия
(фото Т.А. Ананьевой)*



*Рис. 52. Склон эрозионный. Река Катунь. Горный Алтай
(фото С.А. Ананьева)*

- склон долины (борт долины) – участки поверхности, ограничивающие с боков тальвег;
- склон водораздела, склон вершинный – относительно пологий склон, идущий от водораздельной линии до бровки, отделяющей склон водораздела от крутого склона долины.

Классификация склонов по склоноформирующим процессам:

Склоны собственно гравитационные:

- обвальные;
- осыпные (камнепады);
- лавинные

Склоны блоковых движений горных масс:

- оползневые;

- оползне-сплывные;
- оплывные;
- склоны отседания.

Склоны массового смещения (оползания) чехла обломочного материала:

- солифлюкционные (жидко-текучая консистенция грунта), медленной солифлюкции (вязко-текучая консистенция грунтов);
- кондеслифлюкции (смещение по контакту талой и мерзлой породы, вязко-текучая, вязко-пластичная консистенция грунтов);
- дефлюкции (крипа) (вязко-пластичная консистенция грунта);
- десерпции (грунт практически сухой, передвижение частиц происходит в результате изменения объема вследствие колебания температуры).

Склоны делювиальные:

- плоскостного смыва;
- бороздчатый смыв;
- мелкоструйчатый смыв;
- плоскостной смыв.

Поверхность вершинная междуречья – водораздельная поверхность, рельеф которой генетически связан с деятельностью преимущественно элювиальных, склоновых и других процессов. Разделяются поверхности по ширине – на широкие, средние, узкие; по форме водоразделов – на вытянутые, изометричные, фестончатые, извилистые, прямолинейные и др.

Водораздельное пространство – часть положительной формы рельефа, область с неясно выраженной водораздельной линией, не имеющей стока, либо сток осуществляется по слабоврезанным верховьям речной сети, не нарушающим общую равнинность поверхности.

5.3.5. Основные формы микрорельефа

Западина (блюдец) – небольшая замкнутая плоскодонная котловина округлой формы. Размеры: от 10 до 15 м в диаметре при глубине 1–1,5 м до нескольких километров при глубине до 3–5 м. Формирование просадок (западин), вызвано суффозией, карстом, термокарстом, выщелачиванием.

Бугор – изолированные или кучно расположенные мелкие холмы высотой до 10 м. Имеют денудационное, аккумулятивное, эоловое, наледное, биогенное, антропогенное происхождение.

Борозда (рытвина) – небольшое вытянутое углубление эрозионного, ледникового, дефляционного происхождения.

Площадка – ровная горизонтальная или пологонаклонная поверхность небольших размеров и разного происхождения.

5.4. Геоморфологические ландшафты (геоморфологические комплексы, типы рельефа морфогенетические и возрастные)

Ландшафт геоморфологический – комплекс форм рельефа, генетически связанных между собой, иногда весьма разнообразных по внешним признакам, но, благодаря общности происхождения, образующих закономерно повторяющиеся группировки (сочетание форм рельефа, сходных по генезису, морфологии и возрасту). По морфогенетическим и возрастным признакам выделяются следующие типы рельефа:

- *рельеф горный*;
- *рельеф горнодолинный* – формы горного рельефа выработаны эрозионной деятельностью. Характерна густая сеть речных долин;

– *рельеф горно-останцовый* (горно-островной) – обширные равнины с разбросанными отдельными изолированными горами или их группами;

– *рельеф долинный* – в формировании рельефа определенную роль играют эрозионные формы;

– *рельеф холмистый* характеризуется частым чередованием повышенных и пониженных участков с относительными высотами не более 200 м, долины играют подчиненную роль;

– *рельеф гривистый* (грядовый, увалистый) создан системой параллельно вытянутых повышений;

– *рельеф овражно-балочный* характеризуется наличием системы оврагов, ложбин, логов;

– *рельеф ярусный* (ступенчатый). Для данного типа характерно наличие ступенчатых склонов. Обычно он является полицикловым с несколькими ступенчато расположенными поверхностями выравнивания, разделенными склонами или зонами расчлененного рельефа;

– *рельеф денудационный*, скульптурный, выработанный, деструктивный, эрозионный создан процессами денудации, противопоставляется аккумулятивному рельефу;

– *рельеф аккумулятивный* (насаженный, построенный) создан в результате неравномерного или локального отложения принесенного рыхлого материала;

– *рельеф денудационно-аккумулятивный* смешанного происхождения образован путем сноса материала с одних участков и накопления наносов на других;

– *рельеф структурно-денудационный* – в морфологии данного типа большое значение имеет структура и литология исходных пород. Он может быть прямым и обращенным в зависимости от стадии развития рельефа и интенсивности денудации. Разновидности – литоморфный рельеф, отпрепарированный рельеф, структурный рельеф:

– рельеф литоморфный – морфология определяется или сильно зависит от различий в литологии слагающих пород, но не отражает условия их залегания. Положительные формы рельефа определяются плотными породами, отрицательные – мягкими;

– рельеф отпрепарированный – денудационное обособление форм, сложенных породами разной устойчивости;

– рельеф структурный – отражает особенности геологической структуры территории;

– *рельеф аструктурный* – не связан с геологической структурой;

– *рельеф куэстовый* (моноклиальный) – характеризуется многократным чередованием параллельных куэстовых гряд;

– *рельеф бронированный* – образован отпрепарированной поверхностью пласта твердой горной породы (частный случай структурного рельефа);

– *рельеф прямой* (унаследованный) – контуры положительных форм и локальных поднятий имеют одинаковые очертания и совпадают в плане;

– *рельеф обращенный* (инверсионный) – положительным формам соответствуют отрицательные тектонические структуры;

– *рельеф древний* (палеорельеф, реликтовый) – рельеф земной поверхности прошлых геологических эпох. Различают погребенный, экспонированный и реконструируемый типы рельефа:

– рельеф погребенный (ископаемый) – покрыт толщей позднейших осадочных или вулканогенных пород;

– рельеф экспонированный (откопанный) – погребенный рельеф, вскрытый денудационными процессами;

– рельеф реконструируемый – древний рельеф, либо погребенный, либо уничтоженный и восстанавливаемый по древним отложениям;

– *рельеф молодой, зрелый, дряхлый* – идентифицируется согласно стадиям эрозионного цикла;

– *рельеф унаследованный* – повторяет в основных чертах древний рельеф, ему предшествовавший. Обычно формируется в условиях контролирующего влияния длительно развивающихся тектонических структур.

Заключение

Геоморфология, являясь наукой о рельефе Земли и находящаяся на стыке геологии и географии, включает в себя знания фундаментальных основ этих дисциплин. Как любая другая наука, геоморфология родилась, исходя из потребностей человека, на рубеже XIX и XX веков. Строение поверхности Земли полностью определяется геологическими условиями и всем комплексом географических процессов, протекающих на той или иной территории. Знание основных особенностей рельефа и, что очень важно, характера и динамики его развития – важнейшая задача, стоящая перед исследователями и недропользователями. Игнорирование основных закономерностей современной динамики поверхности Земли может привести к неблагоприятным последствиям и существенно осложнить ведение различных видов хозяйственной деятельности, прежде всего – горнодобывающей, градостроительной, сельскохозяйственной.

Сложность понятийного аппарата требует детального пояснения. В пособии представлен в большинстве случаев оригинальный иллюстративный материал авторов, позволяющий понять геодинамические процессы, протекающие как на поверхности Земли, так и в ее недрах, и результаты этих процессов, выраженные в разнообразных формах рельефа. Учет географических особенностей в сочетании с геологическим строением территорий позволяет прогнозировать динамику развития рельефа.

Структура учебного пособия, алгоритм изложения – от общих теоретических вопросов к частным пояснениям – позволяют студентам и всем интересующимся геолого-географическими процессами и их результатами достаточно легко освоить материал и в дальнейшем использовать его в качестве справочного источника.

Библиографический список

1. Воскресенский С.С. Динамическая геоморфология. Формирование склонов. Изд-во Московского университета, 1971. 228 с.
2. Ганешин Г.С., Чемяков Ю.С., Соловьев В.С. и др. Методическое руководство по геоморфологическим исследованиям. М.: Недра, 1974. 384 с.
3. География. Энциклопедия. Серия: Современная иллюстрированная энциклопедия. Изд-во: Росмэн-Пресс, 2006. 624 с.
4. Герасимов И.П., Мещеряков Ю.Л. Геоморфологический этап в истории Земли // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1964. № 6. С. 3–12.
5. Горелов С.К., Граве М.К., Козлова А.Е., Тимофеев Д.А. Карта современных геоморфологических процессов СССР масштаба 1:2 500 000 // Геоморфология. 1990. № 1. С. 4–14.
6. Горелов С.К., Розанов Л.Н. Влияние неотектонических движений и морфоструктурных условий на размещение месторождений нефти и газа // Геоморфология. 1977. № 3. С. 21–24.
7. Живаго Н.В., Пиотровский В.В. Геоморфология с основами геологии. М.: Недра, 1971. 288 с.
8. Зюсс, 1885, перевод Солласа, 1904. Informal geological society (RSG SG&T)
9. Кинг Лестер. Морфология Земли: изучение и синтез сведений о рельефе Земли. М.: Прогресс, 1967. 559 с.
10. Криволуцкий А.Е. Рельеф и недра земли: монография. М.: Мысль, 1977. 304 с.
11. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. М.: Высшая школа, 1988. 319 с.
12. Марков К.К. Основные проблемы геоморфологии. Изд-во: Государственное издательство географической литературы ОГИЗ, 1948. 344 с.

13. Мещеряков Ю.А. Структурная геоморфология равнинных стран. М.: Наука, 1965. 206 с.
14. Панов Д.В. Общая геоморфология. М.: Высшая школа, 1966. 428 с.
15. Суходровский В.Л., Гравис Г.Ф. Мерзлота и рельеф // Проблемы экзогенного рельефообразования. М., 1976. Кн. 1. С. 189–263. 2. Геокриология СССР.
16. Спиридонов А.И. Геоморфологическое картографирование. М.: Недра, 1975. 183 с.
17. Филатов В.Ф., Лоскутов Ю.И. Возможность сохранения латеритных бокситов на платообразных останцах Сибирской платформы // Бокситоносные формации Сибири и Дальнего Востока: сб. науч. тр. / СНИИГГиМС. Новосибирск, 1972. С. 78–83.
18. Чемяков Ю.Ф., Галицкий В.И. Погребенный рельеф платформ и методы его изучения. Л.: Недра, 1974. 267 с.
19. Щукин И.С. Общая геоморфология: учебное пособие для университетов. 2 издание. Т. 1. М.: Изд-во Московского университета, 1960. 614 с.
20. Щукин И.С. Общая геоморфология: учебное пособие для университетов. 2 издание. Т. 2. М.: Изд-во Московского университета, 1964. 563 с.
21. Щукин И.С. Общая геоморфология: учебное пособие для университетов. 2 издание. Т. 3. М.: Изд-во Московского университета, 1974. 381 с.

Учебное издание

Виталий Петрович Чеха
Татьяна Алексеевна Ананьева
Сергей Анатольевич Ананьев

**Геоморфология –
основные понятия и процессы**

Учебное пособие

Электронное издание

Редактор Н.А. Агафонова
Корректор А.В. Кротова
Верстка М.Н. Богданова

660049, Красноярск, ул. А. Лебедевой, 89.
Редакционно-издательский отдел КГПУ,
т. 217-17-52, 217-17-82

Подготовлено к изданию 16.09.14
Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 6,5.

Для заметок

Для заметок