

ON THE SPLASH EROSION IMPORTANCE IN THE DENUDATION PROCESS

BREDIKHIN A. V.

Summary

The raindrop impact is one of less studied exogenous processes. All the related phenomena are known by the term «splash erosion». Two processes can be distinguished: splash of soil particles and creep induced by raindrops impact. Some factors are discussed which control the splash erosion (rainfall regime, vegetation and burrowing animals, slope of surface and soil characteristics: particles size, moisture content etc.). Data on splash erosion rate are given. The process should be considered as an individual type of denudation of the Earth surface which combines features of both slope and erosional process.

УДК 551.435(235.222)

В. А. БРЮХАНОВ, В. Г. СМЕРНОВА

ГИДРОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ АЛТАЯ ПО ХАРАКТЕРУ ПРОЯВЛЕНИЯ РУСЛОФОРМИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ

Алтайский край — крупный регион с очень разнообразными руслоформирующими факторами, сочетание которых позволило осуществить районирование региона по характеру их проявления. Связь между геоморфологическими и гидрологическими условиями и развитием русловых процессов общепризнана [1, 2]. Районирование выполнено на основании рассмотрения изменений по территории геоморфологических, гидрологических и некоторых других характеристик. На Алтае, как и в других областях СССР, становится все более значимым влияние антропогенного фактора на реки, в том числе и на их русловую режим. Нами выделены четыре урбанизированные территории в пределах края, связанные с развитием городов Барнаула, Бийска, Рубцовска и Камня-на-Оби, где построены разнообразные гидротехнические сооружения в русле и на пойме. Вблизи этих территорий изменения русел прослеживаются даже у самых крупных рек — Оби, Катуни, Бии, Алая.

Исследуемая территория характеризуется большим разнообразием природных условий, подчиняющихся законам широтной зональности и высотной поясности. В соответствии с этим формы проявления и типы русел на реках весьма различны. В результате выполненного анализа на территории Алтайского края выделено пять районов с характерными сочетаниями факторов руслового процесса: 1) Горно-Предгорный (включающий и ряд крупных межгорных котловин); 2) Приобский правобережный; 3) Долина Оби; 4) Приобский левобережный; 5) Кулундинский степной район внутреннего стока (рисунок).

Горно-Предгорный район (№ 1) полностью включает в себя высокогорье, пояс средних гор, древние поверхности выравнивания и пояс низких гор, выделяемые при подробном геоморфологическом районировании Алтая [3]. Это зона формирования стока бассейна верхней Оби. Главные особенности района — максимальная для бассейна водность, значительная высота и расчлененность рельефа, густая гидрографическая сеть, малая мощность рыхлых отложений и частые выходы скальных пород на дневную поверхность непосредственно в руслах рек и на их берегах. Высота поверхности над уровнем моря в пределах района изменяется от 400 до 4500 м. Углы наклона поверхности часто превышают углы естественного откоса для рыхлых отложений, достигая 40—70°. Поступающий со склонов рыхлый материал, накапливающийся в пони-

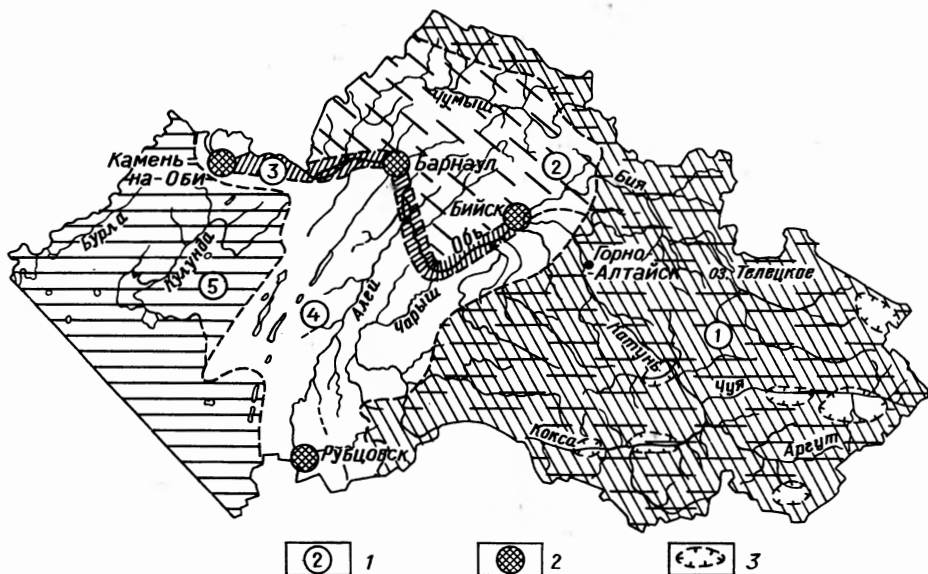


Схема районирования Алтайского края по характеру действия руслоформирующих факторов
 1 — номера районов, 2 — урбанизированные территории, 3 — крупные межгорные котловины

жения рельефа, в значительной мере представлен щебнем, глыбами делювиального, дефлюкционного происхождения. Соответственно в руслах рек в составе донных отложений преобладают крупные фракции (глыбы, валуны, галечники). Как правило, за счет больших уклонов притоки выносят более крупный аллювий в главную реку, формируя конусы выноса. На участках крупных межгорных котловин в русловых отложениях присутствуют ил, песок, гравий, галька, валуны, обломки скальных пород с различной степенью окатанности.

Горный Алтай неоднократно подвергался оледенению, поэтому в речных долинах здесь широко представлены ледниковые и водно-ледниковые отложения. Цементация валунов и гальки мельчайшими частицами (продуктами ледникового перетирания пород), заполняющими все пустоты между ними, ограничивает размыв отложений и уменьшает сток наносов. Подобные явления наблюдаются на участках Катуня и некоторых других рек.

Особенности климата и рельефа способствовали формированию в горах Алтая густой речной сети ($1,0-1,5 \text{ км/км}^2$). Питание рек в высокогорье — снегово-ледниковое, в среднегорье — снегово-дождевое. Реки характеризуются высокой водностью, особенно в западной части района. Так, при средних значениях модуля годового стока рек района $15-25 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$, в верховьях Катуня его величина достигает $40-56 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$. Для водного режима рек характерны невысокое весеннее половодье, переходящее в волну летних паводков, невыраженная летняя межень и минимальная водность в зимний период. На ряде рек выражен суточный ход водности.

Мутность воды большинства рек района невелика. В юго-восточной части она менее 10 г/м^3 , на остальной территории района — в пределах $50-100 \text{ г/м}^3$. Мутность рек, формирующих свой сток на древних поверхностях выравнивания и в межгорных котловинах, либо пересекающих их (Чуя, Иша, Чаган-Узун), обычно выше этих значений. Здесь, а также в низкогорье она возрастает до $300-500 \text{ г/м}^3$.

Низкая мутность речных потоков в горах Алтая объясняется небольшим количеством мелкого материала, поступающего с водосбора, а также отсутстви-

ем постоянного обмена наносами русла и потока в результате образования в межень отмостки из крупного материала, бронирующей дно в русле реки. Резкое увеличение стока наносов происходит лишь в периоды максимальной водности, когда отмостка разрушается. Сопоставление размеров частиц взвешенных и донных наносов показывает, что они отличаются на 2—4 порядка. Увеличение стока наносов может быть также обусловлено интенсивными ливнями или прохождением селей в горах.

Уклоны водной поверхности в руслах рек района изменяются от 5—133‰ в верховьях рек до 2—3‰ в низкогорье. На выходах скальных пород в руслах образуются многочисленные пороги и водопады. Реки, стекающие с плоскогорий и плато (Чулышман, Сары-Кокша), в верховьях несут почти равнинный характер, нередко имеют заболоченные берега и лишь в среднем течении становятся типично горными. Для них характерна выпуклая форма продольного профиля, тогда как большинство горных рек, в том числе и на Алтае (Катунь, Бия, Чарыш) имеют вогнутый или ступенчатый профиль. В целом реки Горного Алтая имеют устойчивые русла, их деформации ограничиваются выходами скальных пород. Здесь участках аллювий маломощный, русло часто врезано в кристаллические породы, русловые формы не формируются или слабо развиты. Планные очертания русла реки определяются главным образом поворотами долины в соответствии с расположением горных хребтов, т. е. русловые формы соответствуют типу русла, называемому в литературе врезанными меандрами или недеформирующимися изгибами. Речные русла обычно неразветвленные.

В пределах крупных межгорных котловин (Чуйская, Курайская, Уймонская) резко увеличивается ширина речной долины, появляется мощная (до нескольких сотен метров) толща рыхлых отложений, и русловые процессы приобретают иной характер, близкий к формам их проявления на равнине. Уклоны потока меняются, как правило, на порядок, уменьшаясь до 0,7—0,4‰. Реки в пределах котловин могут иметь как меандрирующее (Чуя), так и многорукавное русло (Катунь). Большая изменчивость комплекса природных факторов в горах определяет пеструю картину чередования различных типов русловых процессов на реках в пределах Горно-Предгорного района.

Приобский правобережный район (№ 2) включает в себя предгорья Салаира. Углы наклона поверхности здесь изменяются от 12° до 0°30'. Коренные породы перекрыты чехлом четвертичных отложений дефлюкционного, аллювиального и эолового происхождения, представленных лёссовидными суглинками, супесями, песками. Мощность чехла отложений возрастает по мере приближения к Оби. Легкая подверженность этих пород эрозии способствует формированию значительного стока наносов. На водосборах рек, особенно на правобережье Чумыша, наблюдается интенсивная водная эрозия. Достаточно влажный климат и неглубокое залегание грунтовых вод обуславливают наличие довольно густой гидрографической сети (0,5—1,0 км/км²). Для северной более равнинной части района характерна значительная заболоченность и озерность. Водность рек, несмотря на их небольшие размеры, достаточно велика. Максимальные значения модуля годового стока достигают 20—30 л/с·км². По типу водного режима реки района относятся к рекам с весенним половодьем и летне-осенними паводками. Питание рек снегово-дождевое с повышенной долей грунтового. Величина стока наносов в этом районе является максимальной для всего бассейна верхней Оби. Мутность воды 500—1000 г/м³, а на отдельных реках повышается до 2000—2700 г/м³ (Чумыш, Тальменка, Яма). Около 90% годового стока взвешенных наносов проходит во время весеннего половодья. Сопоставление гранулометрического состава взвешенных и донных наносов показывает, что в их составе находится значительное количество общих фракций, что позволяет потоку и руслу осуществлять постоянный обмен наносами.

Уклоны водной поверхности 0,1—0,8‰. Характер течения — равнинный. Речные долины как правило, широкие, террасированные, реже узкие, с выраженной поймой. Для рек района, особенно в их нижнем течении, характерно глубо-

Особенности изменения руслоформирующих

Факторы русловых процессов			
	1. Горно-Предгорный	2. Приобский правобережный	3. Долина Оби
Сток воды	$M = 15 - 56 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$	$M = 2,5 - 30 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$	$M = 7 - 12 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$
Сток наносов	$M_S = 2 - 20 \text{ т/км}^2 \cdot \text{год}$. Для рек, пересекающих древние поверхности выравнивания и межгорные котловины $M_S = 40 - 150 \text{ т/км}^2 \cdot \text{год}$	$M_S = 20 - 130 \text{ т/км}^2 \cdot \text{год}$, $M_S = 210 - 450 \text{ т/км}^2 \cdot \text{год}$	$M_S = 48 - 90 \text{ т/км}^2 \cdot \text{год}$
Состав аллювия	Размеры частиц аллювия изменяются на 3—4 порядка. Наличие самоотмостки, нарушаемой лишь в паводок	На участках рек с галечным руслом возможно появление самоотмостки. В устьях рек сказывается связанность мелкозернистых грунтов (илы, глины, суглинков)	Масса русловых наносов представлена песками, толщина которых может составлять 25—30 м. Пойменная фация представлена суглинками
Делювиальные выносы, сели, оползни, обвалы. Выносы наносов притоками	Частые оползни, сели, обвалы. Наличие конусов выносов даже у пересыхающих рек	В районах 2—4 часто происходят оползни и обвалы сы или склона долины	
Ограничивающий фактор русловых перестроений	Повсеместно распространенные выходы скальных пород	Редкие выходы скальных пород	Выходы скальных пород в русле и долине Оби только у г. Камня-на-Оби
Процессы, обусловленные зимним режимом	Ежегодные заторы и зажоры вызывают локальные деформации русел, способствуют появлению новых протоков при многорукавном русле. Перенос валунов и гальки ледоходом. Разрушение участков берегов при навалах льда	Частые заторы и зажоры вызывают локальные деформации русел. Весенний ледоход разрушает берега в местах поворота	
Эоловый фактор	Не играет роли	Искажает первичный рельеф поймы и обсыхающих полноводных русловых процессов в 2—	
Палеогеографические факторы	Неоднократное оледенение Алтая. Прохождение катастрофических паводков при прорыве ледниковых озер. Накопление толщ рыхлых отложений в межгорных котловинах	Формирование аккумулятивных равнин Алтая (Бийской, Приобского плато, Кулундинской низменности)	
Тектонические движения	Поднятие Горного Алтая со скоростями от 2—4 до 10—15 мм/год. Для Салаира скорости до 4—5 мм/год	Незначительное погружение Бийско-Чумышской возвышенности	Стабильное состояние

факторов в бассейне верхней Оби

Номер и название района		Урбанизированные территории
4. Приобский левобережный	5. Кулундинский внутреннего стока	
$M=7-10 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$	$M=0,1-3,0 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$	Сохраняется водность, близкая к естественной. Изменение водности и гидрографа на р. Алей в связи с отбором воды на орошение Нарушен режим стока наносов. В наибольшей мере это выражено на р. Алей, р. Обь у г. Камняна-Оби
$M_S=40-80 \text{ т/км}^2\cdot\text{год}$	$M_S=5-15 \text{ т/км}^2\cdot\text{год}$	
На участках рек с галечным руслом возможно образование самоотмостки. В устьях рек преобладают связанные грунты	Сказывается связанность мелкозернистых грунтов	В составе донных отложений за счет крепления берегов и потерь при перевозках появляются фракции, не характерные для данного участка реки
в местах подмыва рекой terra-плотин, широко распространенных в районах 4—5	Оползни, обвалы не происходят. Возможны мощные выносы наносов при разрушении земляных плотин, широко распространенных в районах 4—5	На участке Оби у г. Барнаула усиление оползневых процессов под влиянием хозяйственной деятельности
Частые выходы скальных пород, наличие останцев на юго-востоке района. На малых реках в качестве ограничивающего фактора выступает растительность	Выходы скальных пород отсутствуют. Ограничивающее действие оказывают растительность и связанность грунтов	Возведение причалов, дамб, крепление берегов и дна русла у инженерных сооружений
рмации русел рек в районах 2—4 лов льда	Ледоход непродолжителен. Часто лед тает на месте. На крупных реках зимой формируются наледи. Весной проток идет по льду, что предохраняет русло от размыва. Весеннее половодье происходит по промерзшему руслу, что уменьшает деформации	Сбросы теплых сточных вод способствуют существованию полыней и образованию шуги зимой. Весной происходит более быстрое разрушение льда за счет сбросов
частей русла Является до-5 районах		Не играет роли
ско-Чумышской возвышен-и долины Оби Формирование долин древнего стока. Направление современного стока противоположно древнему	Направления современного и древнего стока совпадают	—
Незначительное поднятие При-обского плато (1—3 мм/год)	Погружение Кулундинской впадины	—

Факторы русловых процессов			
	1. Горно-Предгорный	2. Приобский правобережный	3. Долина Оби
Антропогенный фактор	Район, наиболее сохранивший естественный режим водотоков	Сельскохозяйственный район. Влияние антропогенного фактора выражается в распашке водосборов	Дноуглубление и выправление по всему участку Оби. Большое число гидротехнических сооружений
Преобладающий тип руслового процесса (по типизации ГГИ)	Развитие врезанных излучин и русловая многоорукавность	Свободное меандрирование	Русловая многоорукавность и незавершенное меандрирование

Примечание. M — среднегодовые модули стока воды, M_S — то же взвешенных наносов.

кое врезание русла и значительная амплитуда колебания уровней, превышающая в отдельных случаях 10 м. Действие ограничивающего фактора проявляется лишь локально, в местах выхода денудационных останцев или там, где русло прорезает выходы глин или плотных суглинков. Практически реки района характеризуются свободным меандрированием.

Левобережные притоки Оби объединены в район № 4. Здесь формируется небольшая часть местного стока и осуществляется пропуск стока рек горной части. Для района характерен пологоувалистый, ложбинно-балочный рельеф. Специфическая особенность районов 4 и 5 — наличие более или менее сохранившихся древних ложбин стока. Положение их во многом определяет конфигурацию современных речных долин (Барнаулка, Касмала, Порозиха, Алей). Четвертичные отложения представлены 200—300-метровой толщиной лёссовидных суглинков, супесями и песками аллювиального, эолового и пролювиального происхождения. Большое разнообразие рельефа и климата района (от засушливого до сильно увлажненного) способствовало формированию речной сети различной густоты от 0,2 до 1,0 км/км². Питание рек преимущественно дождевое и снеговое с незначительной долей грунтового. По типу водного режима реки, берущие начало в горах (Чарыш, Ануй, Алей), относятся к рекам с весенним половодьем и летними паводками. Для малых рек характерно прохождение основной части стока в период весеннего половодья. Реки немногочисленны, средние значения модулей стока составляют 4—10 л/с·км². Мутность рек достаточно высокая — до 1000 г/м³. Это связано с большой распаханностью речных водосборов, мелкозернистым составом и несвязанностью отложений в речных долинах, значительной неравномерностью стока воды в течение года. Уклоны водной поверхности изменяются от 0,1 до 1‰.

Внешний облик рек местного и транзитного стока различен. Реки, истоки которых находятся в горной части Алтая, выработали в пределах древних ложбин стока современные речные долины с различной степенью переработанности водно-эрозионными и эоловыми процессами. Эти долины имеют обширную пойму и несколько террас. Реки часто вскрывают выходы коренных пород, оказывающих локальное ограничивающее влияние на русловые деформации. Часть местных рек района полностью формирует свои русла и долины в пределах днищ древних ложбин стока. Поскольку размеры современных русел рек (Барнаулка, Касмала) в десятки раз меньше размеров древних русел рек, выработать свои долины этим рекам так и не удалось. Верховья рек часто представляют собой цепочку озер, в среднем и нижнем течении развита слабовыраженная пойма. Основной тип русловых процессов рек района — свободное меандрирование. На отдельных участках встречаются излучины пальцеобразной формы с большой степенью развитости (до 3—8). В предгорной

Номер и название района		Урбанизированные территории
4. Приобский левобережный	5. Кулундинский внутреннего стока	

Районы интенсивного земледелия. Для многих водосборов площадь пашни превышает 50%, а для некоторых составляет 75—80%. Массовое строительство прудов на малых реках и временных водотоках

Антропогенный фактор становится определяющим фактором руслового процесса

Свободное меандрирование Свободное меандрирование на фоне общей деградации рек района

части района, до выхода на Приобское плато, преобладают многорукавные русла.

Область внутреннего стока (район № 5) расположена на северо-западе Алтайского края и приурочена к окраинной части обширной Кулундинской равнины. Особенности руслоформирования района определяются очень малой водностью рек, равнинным характером рельефа и режимом питания рек. Высота поверхности — 100—200 м над уровнем моря; характерны отдельные понижения, занятые озерами. Мощная толща озерных, озерно-аллювиальных, эоловых отложений, заполняющих Кулундинскую впадину, представлена песками, илами, супесями и суглинками. Большая часть Кулундинской равнины распахана. Речная сеть чрезвычайно редкая. Ее густота изменяется от 0 до 0,2 км/км². Питание рек осуществляется в основном за счет таяния снега весной. Летом и зимой почти все реки района не имеют постоянного стока. Мутность воды рек района не превышает 50 г/м³. Уклоны водной поверхности — 0,05—0,3‰; поэтому реки отличаются очень медленным течением. Местами реки представляют собой цепочку широких озер, соединенных короткими, не выработанными рукавами. Пойма рек низкая, широкая, часто заболоченная, является фактически днищем ложбин древнего стока. Величины русловых деформаций ограничиваются летом процессами зарастания русел и зимним промерзанием. Русла рек (Бурла, Кулунда) в основном свободно меандрируют на фоне общей деградации рек района.

В особый район № 3 выделена долина Оби с ее обширной поймой. Долина Оби заполнена аллювиальными песками, супесями и суглинками. Большое распространение имеют переотложенные эоловые пески. Несвязанность и мелкозернистость донных отложений при значительной водности (среднегодовой расход воды увеличивается по длине реки от 1100 до 1600 м³/с) способствуют интенсивным переформированиям речного русла и поймы. Для Оби характерны растянутое половодье, выраженное двумя волнами, и устойчивая зимняя межень. Уклоны водной поверхности составляют 0,18—0,06‰. Среднегодовые значения мутности 100—600 г/м³. Рассматриваемый участок Оби был подробно описан И. В. Поповым [1, 4], Н. М. Кулеминой [5,6], Н. И. Маккаевым и Р. С. Чаловым [2, 7, 8], В. В. Лысенко [9] и др., что позволяет нам ограничиться приведенными данными. Русловый процесс Оби (по типизации ГГИ) развивается по типу русловой многорукавности и незавершенного меандрирования.

Антропогенная деятельность в бассейнах рек проявляется по всей территории Алтайского края. Под воздействием агротехнических и лесотехнических мероприятий значительно изменяются гидрологические свойства водосборов. Смена этих свойств в первую очередь сказывается на режиме малых рек. Наиболее заметные изменения связаны со строительством активных (по классификации Б. Ф. Смищенко [1]) речных инженерных сооружений. В пределах выделенных урбанизированных территорий изменения режима наблюдается у всех рек,

пересекающих эти территории. Наиболее ярко выражено это на режиме рек Алей и Оби в зоне выклинивания переменного подпора Новосибирского водохранилища [9].

Анализ условий руслоформирования показывает, что в выделенных по геоморфологическому признаку районах различным оказывается и действие других факторов русловых процессов. В результате в развитии рек, расположенных в различных районах, но имеющих один тип русла, проявляется своя специфика руслового режима. Схема проявления действий всех факторов русловых процессов приведена в таблице.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кондратьев Н. Е., Попов И. В., Смищенко Б. Ф.* Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л.: Гидрометеиздат, 1982, 272 с.
2. *Чалов Р. С.* Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 1979. 232 с.
3. Природное районирование Алтайского края / Под ред. Розанова А. Н., Базилевич Н. И. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 210 с.
4. *Попов И. В.* Применение морфологического анализа к оценке общих русловых деформаций р. Оби // Тр. ГГИ. 1962. Вып. 94. С. 22—86.
5. *Кулемина Н. М.* Исследование руслового процесса верхней Оби // Тр. ГГИ. 1970. Вып. 190. С. 72—87.
6. *Кулемина Н. М.* О некоторых особенностях процесса незавершенного меандрирования русла верхней Оби // Тр. ГГИ. 1973. Вып. 209. С. 4—24.
7. *Маккавеев Н. И., Чалов Р. С.* О развитии рельефа поверхности террас и признаках глубинной эрозии на примере верхней Оби // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1964. № 4. С. 120—125.
8. *Маккавеев Н. И., Чалов Р. С.* Некоторые особенности дна долин больших рек, связанные с периодическими изменениями нормы стока // Вопр. географии. 1979. Т. 79. С. 156—167.
9. *Лысенко В. В.* Деформации излучин р. Оби в зоне выклинивания подпора Новосибирского водохранилища // Тр. ЗСРНИГМИ. 1976. Вып. 28. С. 76—83.

ЗапСибНИИ Госкомгидромета

Поступила в редакцию
30.V.1988

HYDROMORPHOLOGICAL SUBDIVISION OF THE ALTAI BASED ON THE CHARACTER OF CHANNEL-FORMING FACTORS

BRYUKHANOV V. A., SMIRNOVA V. G.

Summary

Any type of channel processes occurs under certain environmental conditions. Most important controlling factors are undoubtedly topography, river discharge and solid runoff. An attempt is made to subdivide the Altai territory according to the channel-forming factors.

УДК 551.462

Т. Е. ВАСИЛЬЕВА

МОРФОСТРУКТУРНЫЕ ТИПЫ ПОДВОДНЫХ МАССИВОВ И ГОР В ОСЕВОЙ ОБЛАСТИ СЕВЕРО-АТЛАНТИЧЕСКОГО ХРЕБТА

Свыше половины площади осевой области Северо-Атлантического хребта (САХ) занято подводными поднятиями разного масштаба [1]. В данной работе среди этих поднятий выделено пять морфологических типов и показано, что в их рельефе отразились особенности тектонического и геологического строения земной коры осевой области, т. е. они являются морфоструктурами.