

Д.В. СЕМЕВСКИЙ, Е.П. ШКАТОВ

ГЕОМОРФОЛОГИЯ ЗЕМЛИ НОРДЕНШЕЛЬДА (ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН)

Земля Норденшельда расположена в центральной части о. Западный Шпицберген, между заливами Ис-фьорд и Ван-Мейен-фьорд. В геоморфологическом отношении это один из наиболее интересных участков архипелага. Лишенный сплошного ледникового покрова данный район характеризуется разнообразием и свежестью генетически различных форм рельефа - как денудационных, так и аккумулятивных.

Особый интерес представляет четко выраженная зависимость морфологии рельефа от проявлений новейших тектонических движений. В этой связи необходимо отметить, что в условиях Шпицбергена, где почти полностью отсутствуют четвертичные отложения древнее голоценовых, анализ морфологии рельефа является чуть ли не единственным методом восстановления не только характера неотектонических движений, но и палеогеографии четвертичного времени в целом.

Описание геоморфологического строения района в настоящей работе ведется по принципу характеристики единых типов и форм рельефа.

Рельеф Земли Норденшельда по своему характеру приближается к рельефу альпийского типа. Район представляет собой глубоко расчлененную среднегорную страну со сложной системой хребтов и платообразных возвышенностей. Хребты и их отроги имеют в основном субмеридиональное простирание и разделяются хорошо развитой системой долин. Весьма существенной особенностью района является чрезвычайно слабое развитие современного оледенения. Если в других районах Западного Шпицбергена ледники часто образуют почти сплошные покровы, то на Земле Норденшельда развиты небольшие по размерам ледники в основном долинного типа. В связи с этим район характеризуется довольно хорошо развитой речной сетью, что в общем непоказательно для Шпицбергена.

Формирование современного рельефа обусловлено взаимодействием эндогенных и экзогенных факторов. Развитие рельефа шло на фоне общего, хотя и неравномерного (блокового) поднятия территории. Основные элементы орографии определились вследствие интенсивного проявления дизъюнктивных нарушений. Так, фиорды и основные долины Земли Норденшельда приурочены к линиям разломов различного времени заложения. Тектонически предопределенное расположение долин обусловило направление простирания горных хребтов. Существующие в настоящее время орографические элементы ориентированы в трех системах направлений - субширотном (фиорды в крупные долины) и двух субмеридиональных (более молодые долины).

Существенную роль в развитии рельефа сыграли многочисленные оледенения, сформировавшие по тектонически ослабленным зонам сеть трогов, ныне частично заполненных молодыми осадками.

По степени преобладания ведущих рельефообразующих процессов выделяются области развития преимущественно денудационного и преимущественно аккумулятивного рельефа, как это видно на геоморфологической карте (см. рисунок),

составленной по принципу выделения и характеристике генетически однородных форм рельефа. К первым относятся горные хребты и платообразные возвышенности с их склонами, ко вторым - морские террасы, речные долины, днища трогов, а также ледники и сопутствующие им различные формы ледниковой аккумуляции.

Денудационный рельеф, развитый на палеогеновых песчаниках и аргиллитах, образован сочетанием горных хребтов и платообразных возвышенностей, ориентированных преимущественно в субмеридиональном направлении. Хребты морфологически выражены сочленением противоположно ориентированных комплексов склоновых поверхностей различной крутизны. Гребни хребтов обычно очень узкие, ножеобразные, что вызвано высокой интенсивностью денудации склонов. Нередко в профиле гребни имеют волнистый характер, обусловленный наличием локальных вершин, разделенных седловинами. Это связано с избирательной денудацией различных по степени устойчивости слагающих хребты горных пород. К узлам сочленения отдельных хребтов обычно приурочены и наибольшие для данного района вершины, абсолютные отметки которых колеблются в пределах 500-1000 м. Морфология самих вершин различна - они либо округлые, либо остроконечные, что опять-таки определяется вещественным составом слагающих пород.

Седловины и перевалы, разделяющие вершины, создаются различными процессами - нивацией, избирательной денудацией и регрессивной (пятящейся) эрозией. Последняя в свою очередь усиливает процесс избирательной денудации, так как с седловиной всегда сопряжена отрицательная форма рельефа, являющаяся естественным путем стока атмосферных и талых вод, со временем формирующая постоянное русло. Продолжающаяся регрессивная эрозия (в сочетании с другими факторами) в конце концов приводит к образованию сквозной долины. Этот процесс на разных стадиях развития хорошо прослеживается на Земле Норденшельда. Примером сквозной долины может служить р. Болтерскардет в вершине долины Твердален.

В некоторых случаях поверхность хребтов выровнена и образует платообразные площадки различных размеров. Они бывают горизонтальными или слабо наклонными. Выровненные поверхности вызывают особый интерес, так как вопрос об их происхождении до сих пор неясен. Ряд исследователей Шпицбергена приписывал им морское происхождение, т.е. считал их древними морскими террасами и абразионными площадками, поднятыми молодыми движениями до высоты 400-600 м. В большинстве случаев эти поверхности не сохранили каких-либо следов морской деятельности, хотя некоторые исследователи (В. Вереншельд [*Werenskiold, 1922*], А. Ян [*1961*]) отмечали присутствие на них гальки.

На основании работ Шпицбергенской экспедиции Института геологии Арктики устанавливается, что поверхности такого рода следует считать, вероятнее всего, чисто денудационными образованиями, существование которых связано с наличием бронирующих горизонтов. Действительно, во многих случаях распространение таких поверхностей тесно связано с условиями залегания и литологическими особенностями пород. Наклон немногочисленных и расположенных на разных уровнях выровненных поверхностей южной части Земли Норденшельда, как правило, соответствует по величине и направлению падению залегающих на данном участке слабодислоцированных палеогеновых пород. Нередко наблюдается и наклон от «бровки» к «тыловому шву» выровненных поверхностей, приуроченных к склонам хребтов, что совершенно исключено для террасовых форм морского происхождения.

Однако не во всех случаях выровненные поверхности образованы в результате бронирования, и их генезис может быть различным. Так, обращает на себя внимание большая протяженность некоторых выровненных поверхностей, имеющих почти платообразный характер, например плато Бергет, западнее бухты Адвент-фьорд (Ис-фьорд), выработанное на слабодислоцированных палеогеновых породах. Это плато протягивается на несколько десятков километров и выдерживается на высоте 450-300 м.

Останцы поверхностей такой же высоты прослеживаются и западнее плато Бергет. Большая протяженность таких выровненных поверхностей и строгая выдержанность их по высоте позволяют отнести их к поверхностям древней (неоген - нижнечетвертичной) пенепленизации. К близкому выводу пришли, в частности, Г. Грум и М. Свитинг [*Groom & Sweeting, 1958*], изучавшие Землю Бюнсова (северо-восточная часть Ис-фьорда), где на пермо-карбонных породах выработана платообразная поверхность, в настоящее время сильно расчлененная. Эта поверхность на протяжении 35-40 км имеет одинаковую высоту (около 600 м). Отдельные монокли только подчеркивают платообразный ее характер. Г.Грум и М.Свитинг указывают, что данная поверхность является третичным пенепленом.

Слабо наклонные поверхности, узкой полосой вытянутые по склонам троговых долин, являются остатками днищ древних трогов, по отношению к которым современные троговые впадины вырезаны. Кроме того, во всех случаях на формирование выровненных поверхностей существенное влияние оказывают процессы нивации.

Вместе с тем нельзя, вероятно, отвергать возможность абразионного происхождения некоторых выровненных поверхностей. В первую очередь это относится к тем из них, которые располагались на сравнительно небольшой абсолютной высоте. Известно, что скорость поднятия Шпицбергена в конце плейстоцена - начале голоцена была очень велика, поэтому не исключено, что некоторые выровненные поверхности сравнительно недавно располагались на уровне моря.

Одной из основных морфологических характеристик горных хребтов являются их склоны. В распределении склонов от гребней гор к подножию в пределах Земли Норденшельда обычно наблюдается определенная закономерность - крутые склоны (угол наклона 15-35°) переходят в склоны средней крутизны (7-15°), а затем в пологие (менее 7°). Однако профиль крутых склонов, наиболее распространенных в районе, преимущественно выпуклый. Такая общая закономерность распределения склонов нередко нарушается выходами пластов различного состава, что придает склонам ступенчатый характер. Верхняя, пригребневая, часть склонов в основном, обрывистая.

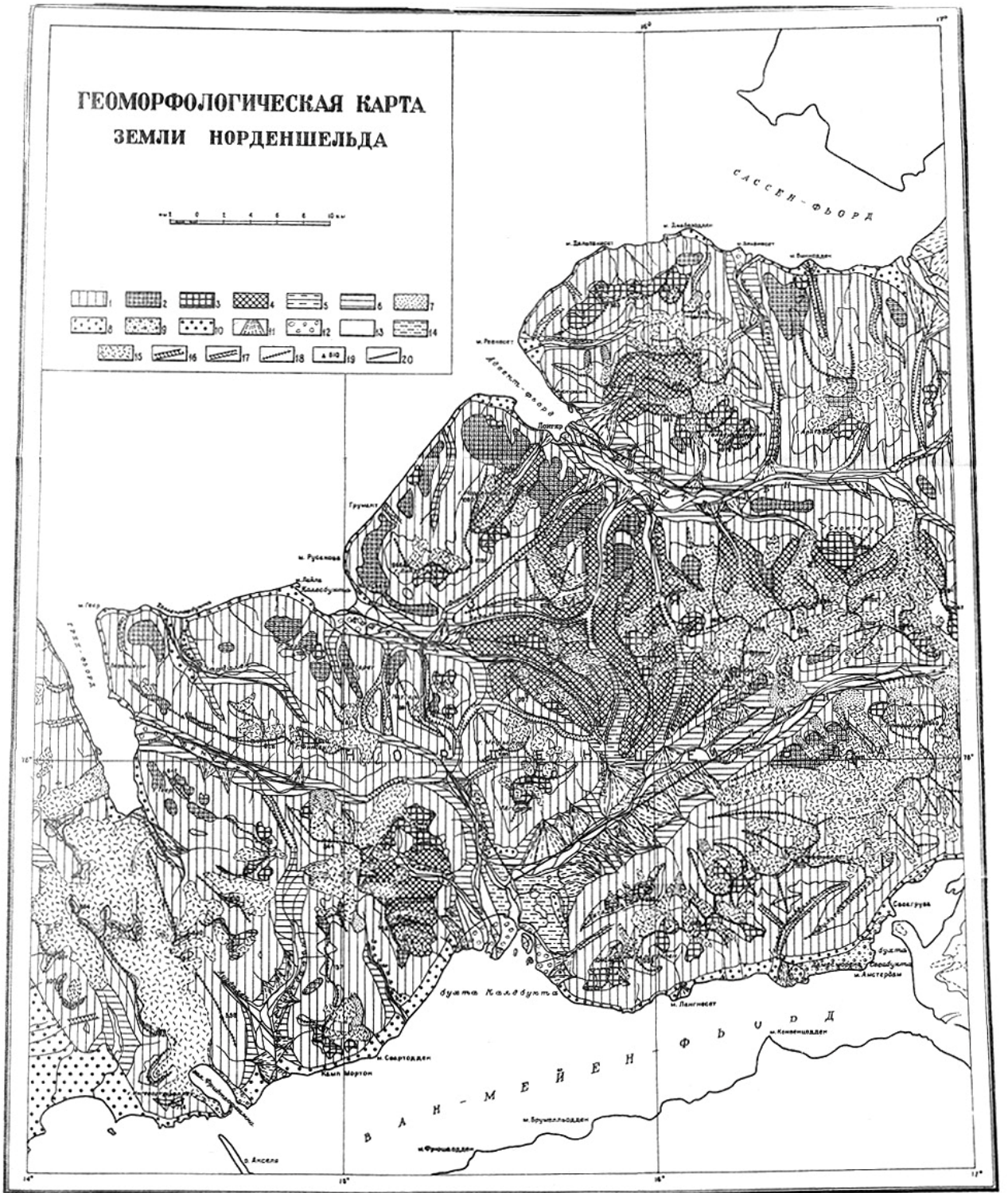
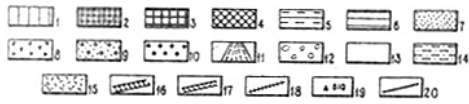
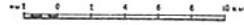
Процессы интенсивного физического выветривания, преобладающие на Шпицбергене, способствуют формированию крутых склонов с многочисленными мелкими делами. Однако снос выветрелого материала сильно замедлен из-за многолетней мерзлоты. Накапливающийся выветрелый материал, смерзаясь, является своего рода бронирующим горизонтом и затрудняет процессы выветривания коренных пород. Вместе с тем незначительное перемещение материала позволяет по характеру осыпи определить состав перекрываемых ею пород.

Вынос материала обычно осуществляется через склоновые ложбины, у нижней части которых формируются обширные делювиальные конусы. Вероятно, образование пологих склонов нередко связано с процессами слияния древних делювиальных конусов выноса и последующим солифлюкционным перемещением материала.

Преобразование склонов, особенно, их верхней части, связано с интенсивным проявлением процессов нивации, которые обуславливают формирование многочисленных каров, нивальных ниш и цирков. Между нивальными формами существуют многочисленные переходные типы, свидетельствующие о постепенно происходящем (или происходившем в недавнее время) процессе трансформации ниш и каров в цирки, максимальные размеры которых достигают нескольких километров в поперечнике). Как правило, все эти отрицательные формы рельефа заполнены снегом, фирном или льдом, либо образующим небольшие каровые ледники, либо формирующим область питания горно-долинных ледников. Днища каров и цирков наклонены в направлении устья, задние стенки почти отвесные. Сходящиеся цирки образуют короткие крутые гребни водоразделов.

К формам рельефа, возникшим под воздействием льда, относятся почти все долины Земли Норденшельда, которые можно рассматривать как троговые.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ЗЕМЛИ НОРДЕНШЕЛЬДА



Отсюда увеличена с карты масштаба 1:500 000, изд. Норвежского Полярного Института.

1 - склоны гор различной крутизны; 2 - горизонтальные и слабонаклонные поверхности выравнивания; 3 - цирки и кары; 4 - трюги; 5 - днища трюгов; 6 - крупные речные долины; 7 - морены современных ледников; 8 - древние субэриальные морены; 9 - древние морские морены; 10 - морские террасы; 11 - конуса выноса; 12 - дельты; 13 - поймаиные террасы; 14 - надпойменные террасы; 15 - ледники; 16 - створные долины; 17 - глубокие врезающие русла рек; 18 - тюрпы гор; 19 - остроконечные вершины и их отметки; 20 - предполагаемые и установленные по геологическим данным линии разломов, совпадающие с надвиганием доли

В сплошной сети долин выделяются две системы трогов, отвечающие двум стадиям или даже эпохам оледенения. К древней системе трогов относятся крупные долины типа Рейндален, Берцелиусдален, Семмелдален. В настоящее время они сильно преобразованы процессами эрозии и речной аккумуляции. Долины более молодой системы (Гангдален, Твердален и др.) являются типичными трогами и обладают всеми морфологическими чертами, присущими им, - полуовальным днищем, округлыми очертаниями склонов, четко выраженными плечами. Современные потоки выработали в днищах таких трогов узкие ящикообразные ущелья, в которых полностью отсутствуют пойменные накопления. Для молодых трогов характерно наличие ригелей и переуглубленных предустьевых частей речных долин. В некоторых случаях на склонах молодых трогов отчетливо видны остатки маргинальных террас, формировавшихся по краям ледников.

Особый интерес представляет вопрос о наличии на Западном Шпицбергене, в частности на Земле Норденшельда, вложенных трогов. Возможно, остатки днищ древних трогов прослеживаются на склонах некоторых долин, например Вассдален. Они выражены в виде узких площадок или выположенных участков. На их существование может указывать не связанное с составом пород аномальное изменение профиля склонов.

Аккумулятивный рельеф в пределах исследованной территории по генезису подразделяется на морской, аллювиальный, ледниковый и водно-ледниковый и, наконец, делювиальный. Аккумулятивными формами являются также и современные ледники.

К рельефу морского происхождения относятся формы, созданные голоценовой и современной морской аккумуляцией: современные береговые и прибрежные образования, голоценовые морские террасы.

Морские террасы протягиваются узкой полосой вдоль значительной части побережья Земли Норденшельда. Реликты их частично сохранились и в приустьевых частях долин крупных рек. Террасовые комплексы прерывисты по простиранию. Во многих случаях террасы, слагающие такие комплексы, морфологически очень хорошо выражены, но часто они почти полностью уничтожены денудационными, в том числе и абразионными процессами, и либо совершенно не сохранились, либо сохранились только в виде береговых уровней. В пределах Земли Норденшельда развиты террасы высотой 2-8, 10-12, 25-80, 45-50 м, а на некоторых участках до 100 м. Для большей части побережья Земли Норденшельда одновысотные террасы могут коррелироваться.

Формы рельефа речного происхождения развиты во всех крупных долинах, где они представлены исключительно поймой, а в долине Рейндален и надпойменными террасами. Высота пойменной террасы в низовьях крупных рек колеблется от 1 до 1,5 м. Поверхность поймы плоская, иногда наблюдается гриво-руслевой рельеф, в большинстве случаев, однако, быстро уничтожающийся боковой эрозией мигрирующих русел рек. Поскольку реки района, как правило, не имеют единого русла, пойма прорезана многочисленными протоками и рукавами. Миграция русел привела к отмиранию старых рукавов реки и образованию старичных озер типа Стормирватна на пойме р. Рейна.

В долине Рейндален развиты два уровня надпойменных террас высотой 10 и 15 м. По простиранию эти террасы переходят во флювиогляциальные. Поверхность надпойменных террас слабо наклонная.

К формам рельефа, созданным речной аккумуляцией, относятся и аллювиальные конусы выноса. Их образование обусловлено резкой потерей реками энергии при выходе из узкой долины в широкую и отложением в предустьевой части долин выносимого материала. Профиль конусов выноса выпуклый; хорошо прослеживается дифференциация материала по крупности.

Днища долин в целом полигенетичны. Их современная поверхность образована аккумуляцией аллювиального, флювиогляциального и делювиального материала. В прибортовых частях долин формируются делювиальные конусы выноса. Как

аллювиальные, так и делювиальные конусы выноса часто сливаются, образуя единый шлейф, протягивающийся вдоль склонов.

Относительно крупные реки - Рейн, Берцелиус - при впадении в Ван-Мейен-фьорд образуют дельты, которые в плане имеют треугольную форму, прорезаны многочисленными протоками, а со стороны моря ограничены баром. Нижняя часть дельты во время приливов частично затопляется. Существование дельт указывает на тектоническую стабильность северного побережья залива Ван-Мейен-фьорд в настоящее время.

Ледниковой аккумуляцией созданы имеющиеся на описываемой территории комплексы морен. Наиболее древние морфологически выраженные моренные комплексы представлены линейно вытянутыми грядами, располагающимися в устьевых частях долин и фиксирующими осцилляции ледников в верхнеплейстоценовое (?) и голоценовое время. Верхнеплейстоценовому (вюрмскому) оледенению, очевидно, отвечают комплексы морен, расположенные в нижней части долины р. Рейна, относительные высоты которых колеблются от 20 до 40 м. Такой моренный пояс мог быть создан только при условии интенсивных подвижек ледников, по мощности значительно превышающих современные.

Поскольку, по данным А. Яна [1961], И. Щупчинского [Czuprozynski, 1963] и др., последнее крупное оледенение Шпицбергена происходило в вюрме, представляется возможным отождествлять этот конечно-моренный комплекс с вюрмским оледенением.

Голоценовым стадиям оледенения отвечают более молодые конечно-моренные пояса, перегораживающие долины притоков крупных рек, в частности Вассдален, Твердален и некоторые другие. Их относительные превышения достигают 10-15 м, а протяженность обычно невелика. Наконец, с осцилляциями ледников, происходившими уже в историческое время, можно связывать моренные комплексы, располагающиеся в верховьях долин либо в непосредственной близости от современных концов ледника. В плане такие пояса морен имеют дугообразную форму.

Особый интерес представляют формы рельефа, созданные гляциально-морской аккумуляцией. Это, например, так называемая Дамесморена в восточной части залива Ван-Мейен-фьорд или «моренные» накопления района бухты Фридтьофхамна, сформированные путем разгрузки моренного материала в воды залива Ван-Мейен-фьорд и впоследствии выведенные на дневную поверхность неотектоническими движениями. Такие «морские морены» представляют собой хаотическое сочетание невысоких (до 10-15 м относительной высоты) холмов, разделенных понижениями, иногда занятыми озерами.

Весьма существенным звеном морфологического облике Земли Норденшельда являются ледники, хотя они, как уже указывалось выше, развиты здесь в значительно меньшей степени, чем в целом на Шпицбергене. В этом районе распространены следующие пять основных типов ледников: висячие, каровые, долинные, сложные долинные и переметные. Ледник Гренбреен (его южная оконечность носит название Фридтьофбреен), нетипичный для данного района, относится к категории *переметных ледников долинного типа*.

Висячие ледянки распространены повсеместно, неведом по площади (до 1,5 км²) и имеют незначительную мощность. Как правило, они обладают овальной или округлой формой.

Каровые ледники, как и висячие, широко развиты в пределах района. Они также невелики по площади, имеют малую мощность, в плане обладают округлой или овальной формой. Ледяных языков, спускающихся в долины, каровые ледники обычно не образуют. На их поверхности наблюдается перегиб, вследствие чего проксимальный конец очень крутой.

Долинные ледники занимают ранее сформированные троговые долины, вершины которых поднимаются выше современной снеговой линии. Они имеют четко дифференцированные области питания и стока. Ледниковые языки, как правило, короткие, цирки большинства ледников однокамерные, реже двух- или трехкамерные.

Сложные долинные, или полисинтетические, ледники образуются путем слияния нескольких долинных ледников, имеющих самостоятельные области питания. Обычно в таких случаях сливающиеся ледники близки по своим параметрам и соединение их ледяных потоков происходит под острым углом. К ледникам этого типа относятся Кесетербреен, Самуэльсена, Урдскольбреен, Кокбреен и др.

Переметные ледники спускаются в виде отдельных ледниковых языков в противоположных направлениях по склонам хребта, вытекая из единого фирнового бассейна, залегающего на седловине перевала. Примером могут служить ледники Гледичфонна, Ялесдальсберг, Слаттсбреен, Баалсрюдбреен.

Переметный ледник долинного типа Гренбреен-Фридтёфбреен с южной стороны обрывается в бухту Фритёф (Ван-Мейен-фьорд), а северный его конец почти вплотную подходит к Грен-фьорду. Ледник занимает долину, длина которой 22 км, ширина около 6 км. Им сформирована довольно большая боковая морена длиной до 6 км, конечная морена в настоящее время скрыта под водой. Нет сомнения, что южный конец ледника в недавнем прошлом выходил за пределы бухты Фритёф.

Все указанные типы ледников, за исключением висячих, обладают комплексом моренных образований. Повсеместным распространением пользуются конечные, напорные, боковые, поверхностные и береговые морены. Полисинтетические ледники нередко имеют срединную морену. Иногда между конечной мореной и современным концом ледника наблюдается довольно широкое пространство с маломощными отложениями донной морены (ледник Ловбреен).

Конечные морены представляют собой беспорядочное нагромождение различных по высоте холмов (3-18 м), сложенных обломочным материалом различной крупности. Боковые морены обычно линейно вытянуты в плане и состоят из отдельных холмов высотой до 8-10 м. В редких случаях боковые морены состоят из двух или трех валов. Длина боковых морен колеблется от 0,5 до 2 км. Поверхностные морены представлены либо скоплением небольших по высоте (1-1,5 м) холмиков, либо длинными грядообразными цепочками обломочного материала.

Заканчивая общий обзор геоморфологического строения Земли Норденшельда, вкратце остановимся на характеристике особенностей гидросети района. Известно, что гидрографическая сеть - наиболее мобильный элемент рельефа, чутко реагирующий на все изменения неотектонического режима района. В этой связи особенности хорошо развитой речной системы Земли Норденшельда представляют определенный интерес. Для рек района характерна интенсивная миграция и наличие многочисленных протоков разделенных между собой русловыми накоплениями. Поэтому наличие участков, где вся водная масса собирается в единое русло, а само русло врезано в днище долины (что придает таким участкам антецедентный характер), может свидетельствовать о существовании растущих положительных структур. Такими особенностями обладает р. Рейн в средней части долины Рейндален.

На происходящий процесс перестройки речной сети, связанной с современными тектоническими движениями, указывает обилие верховых перехватов. Особое внимание заслуживает зональное распространение этих перехватов, причем зоны перехватов вытянуты линейно. Подобная перестройка гидросети такого типа обусловлена неотектонической мобильностью района, вероятнее всего движениями блокового типа и лишь в самой незначительной степени нормальными эрозионными процессами. Особенно интересна приуроченность линейных зон перехватов к зонам разломов, установленным в пределах Земли Норденшельда (Ю.Я. Лившиц и др., 1964 г.) и ограничивающим с запада и востока Западно-Шпицбергенский прогиб. Интенсивная перестройка гидросети, осуществляющаяся к тому же в узкой полосе, несомненно указывает на современную тектоническую мобильность блоков, разделенных зонами разломов. Следовательно, подвижки блоков по омоложенным зонам древних разломов происходят и в настоящее

время. Этот факт позволяет установить унаследованность новейших движений Шпицбергена.

Данным примером далеко не исчерпываются возможности интерпретации геоморфологического строения района. Мы им ограничиваемся, поскольку вопрос о геоморфологической выраженности неотектонического режима Земли Норденшельда и Шпицбергена в целом выходит за рамки настоящей работы. Однако тесная связь неотектонического, и особенно современного тектонического режима территории с морфологией рельефа является несомненной.

Литература

1. Ян А. Геоморфологические исследования польской научной экспедиции на Шпицбергене. Труды НИИГА, т. 123, Гостоптехиздат, 1961.

2. Groom I., Sweeting M. Valleys and raised beaches in Bünsow Land, Norsk Polar Inst. Skr., N. 115, 1958.

3. Szuprozynski J. Hzezba strefy marginalnej i typu deglacjacji lodowcow poludniowego Spitsbergenu. Institut Geografii Polskiej AN, Prace geograficzne, N 239, Warszawa, 1963.

4. Werenskiold W. Höie strandlinjer paa Spitsbergen. Norsk Geol. Tidsskrift, Bd.17, Christiania, 1922.

Ссылка на статью:



Семевский Д.В., Шкатов Е.П. Геоморфология Земли Норденшельда (Западный Шпицберген). Материалы по геологии Шпицбергена. Л., 1965. с. 232-240.