

## ПОДЛЕДНЫЕ ГОРЫ

*Г. Ф. Уфимцев*

*Институт земной коры СО РАН, Иркутск*

Поступила в редакцию 5 сентября 2006 г.

Описана морфологическая структура гор, формирующихся в условиях покровного и горнопокровного оледенения. Им свойственен общий множественно выпуклый профиль с чередованием куполоподобных вершин и ступеней и долинообразных понижений. Характерны микрорельеф бараньих лбов и курчавых скал, а также выступы-нунатаки, среди которых выделяются обособленные пики в виде высоких конусов или призм. Подледные горы характеризуются ступенчатым характером морфологического ландшафта с гляциальными ступенями и поверхностями выравнивания. Высказывается предположение, что ступенчатая структура морфологического ландшафта подледных гор может быть обусловлена последовательным расслоением покровных ледников по скорости их перемещения и появлением ледовых струйных течений при общем преобладании площадных (массовых) смещений ледовых масс. Это делает подледные горы морфологически похожими на среднегорья и низкогорья умеренного гумидного пояса Северного полушария, на склонах которых преобладают массовые смещения грунтов.

**Ключевые слова:** подледные горы, нунатак, гора-обелиск, плечо трога, гляциальная ступень, морфологическая структура гор, ступенчатость подледных гор.

### ВВЕДЕНИЕ

Подледные горы, пожалуй, являются самыми “странными” из климатических типов гор Земли [12] по нескольким обстоятельствам. Во-первых, если мы рассматриваем морфогенез на земной поверхности как результат взаимодействия с литосферой трех подвижных оболочек или стихий – атмосферы, гидросферы и криосферы, то последняя в этой триаде является особенным элементом. Гляциальный морфогенез происходит на контакте относительно хрупкой и твердой литосферы и твердой же, но пластичной криосферы, а другие подвижные стихии в нем практически не участвуют. Гляциальный морфогенез однофакторный и при этом внесезонный, постоянно действующий и как бы однородный, без существенных изменений скоростей и направлений перемещений ледовых масс. В этом, как следствие, заключается своеобразная и внешняя его малопривлекательность в отношении морфологических и объяснительных построений вообще, и это, в свою очередь, приводит к выводу о его морфологической однородности.

Вторая “странность” подледных гор заключается в том, что они формируются в условиях изостатических перемещений под влиянием ледовой нагруз-

ки на литосферу: активная стадия их образования происходит в условиях тектонических погружений, а остаточная, после таяния ледовых масс, – при воздыманиях. Здесь, как говорится, все наоборот.

Но главная “странность” подледных гор имеет чисто методологический характер и заключается в том, что на активной стадии своего формирования они практически недоступны для непосредственного наблюдения. Обычно мы имеем о них представления, основанные на результатах геофизических исследований и на уровне гор вообще, горных систем в лучшем случае [5, 6]. А познание экзогенных особенностей подледного морфогенеза требует изучения малых форм – вершин, горных массивов и относительно небольших долинообразных понижений. И потому даже в учебниках по общей геоморфологии [7, 8, 16], включая и недавно опубликованные [2, 11], о подледниковом горном рельефе приводятся в лучшем случае весьма общие сведения или отвлеченные размышления. Даже в известной, хотя и давней, но обстоятельной сводке по географии Финляндии [14] достаточно охарактеризованы формы ледниковой аккумуляции и экзарации на равнинах (при этом упоминается и таинственный пенеплен), а о морфологических особенностях низкогорий и холмогорий можно судить лишь по фотографиям.

Конечно, изучение экзогенных особенностей подледного горообразования требует анализа морфологии конкретных гор или горных массивов небольших размеров, формировавшихся под материковыми ледниковыми щитами, в районах горно-покровного оледенения, включая ледоемы и их окружение. Реально с этими ситуациями геоморфолог может встретиться лишь на территории, где покровные ледники исчезли относительно недавно, в позднем плейстоцене и голоцене, и где экспонированные, а вернее вытаявшие формы подледного рельефа не испытали существенных последующих преобразований. Это Скандинавский полуостров и Северная Финляндия, Кольский полуостров и крупные острова в Арктике, береговые горы Аляски и запада Канады, Патагония и Антарктический полуостров. Полезную информацию можно получить в альпинотипных горах Европы и Азии, где в ледниковую эпоху существовали ледоемы или ледовые шапки. Этот наш выбор в значительной мере случаен, и в условиях недостатка сведений именно о подледных горах в научной литературе он определяется доступностью видовой о них информации в виде фотографических изображений, которые можно интерпретировать в геоморфологическом отношении и без навязывания мнений извне. Наш банк данных – это достаточно обширная коллекция фотографических изображений указанных выше территорий, которая позволяет оценить морфологические особенности горных ландшафтов, сформированных в подледных условиях, а это является базой для всех последующих построений и предположений об особенностях подледного горообразования.

#### ОПИСАНИЯ ПОДЛЕДНЫХ ГОР

В горах Норвегии современные ледниковые покровы и фирновые поля располагаются на высотах более 1200 м в регионе Тромс и 1400 м в районах Будё и Нарвика. Процесс исчезновения материкового покровного ледника здесь, видимо, еще продолжается, а подледные горы, соответственно, еще не подверглись сильным преобразованиям. И, кроме того, здесь можно проследить характер горного рельефа в трех высотно-морфологических областях: 1) в центральных горных районах Скандинавского полуострова; 2) в области фиордов и 3) на островных выступах прибрежной полосы. Это отвечает, соответственно, центральной части ледникового покрова, полосе выводных ледников и языков ледников или ледников подножий. Главная особенность морфологических ландшафтов водораздельных частей полуостровных гор заключается в решительном преобладании в них множественной выпуклости контуров. Это, в первую

очередь, сочетания пологосклонных каравае- или куполоподобных вершин. В таком ландшафте нельзя не видеть аналогии с сибирскими низкогорьями и среднегорьями – первый и весьма надежный признак их образования под действием массовых смещений: в сибиретипных горах – по преимуществу в результате склоновых криогенных процессов, а в данном случае – при площадных перемещениях ледовых масс и воздействии их на коренное ложе (рис. 1). Второй важный элемент морфологического ландшафта – это отдельные вершины или горные массивы, возвышающиеся на первые сотни метров над основным уровнем пологоволнистого низкогорья. Они могут быть тоже выпуклой формы (куполоподобными, рис. 1А) или иметь крутые, чуть вогнутые склоны с угловатой вершинной бровкой (рис. 1Б), что, скорее всего, указывает на последующее наложение нивальных процессов после таяния ледника – эти части-ступени его основания ранее всего освободились от ледового покрова.

Третий элемент этого морфологического ландшафта – широкие долинообразные понижения, днища которых часто заняты протяженными озерами. Склоны пологокупольных вершин с днищами этих понижений сочленяются путем пологовогнутых (“затяжных”) перегибов либо полого уходят под уровень воды озер. Здесь тоже прослеживается довольно ясная аналогия с сибиретипными горами, а именно, с солифлюкционными долинами-марями в привершинном поясе. И в обоих случаях это определяется массовыми смещениями или ледовых масс, или почво-грунтов. Судя по всему, эти широкие долины в пределах фиордовой зоны переходят в плечи трогов, и их уклоны в поперечных сечениях становятся ощутимыми. При этом увеличивается и крутизна склонов куполоподобных вершин, которые в едином высотном интервале сорасполагаются с острогребневыми вершинами с дробным нивальным расчленением склонов. Здесь, в зоне выводных ледников, видимо, происходило более раннее появление вершин-нуна-таков над ледовым покровом.

Морфологический ландшафт фиордовой зоны отличается следующими особенностями. Во-первых, здесь резко увеличивается вертикальное расчленение, и склоны имеют значительную крутизну, вплоть до появления высоких скальных стенок (рис. 2А), а плечи трогов обладают значительной крутизной, превращаясь, по сути дела, в скаты средних частей бортов фиордов. Но при всем этом, фиорды окружены среднегорьем, составленным куполоподобными вершинами, причем скальные их склоны несут на себе микрорельеф типа курчавых скал (рис. 2), который обладает множественно выпуклым профилем – воз-

А



Б

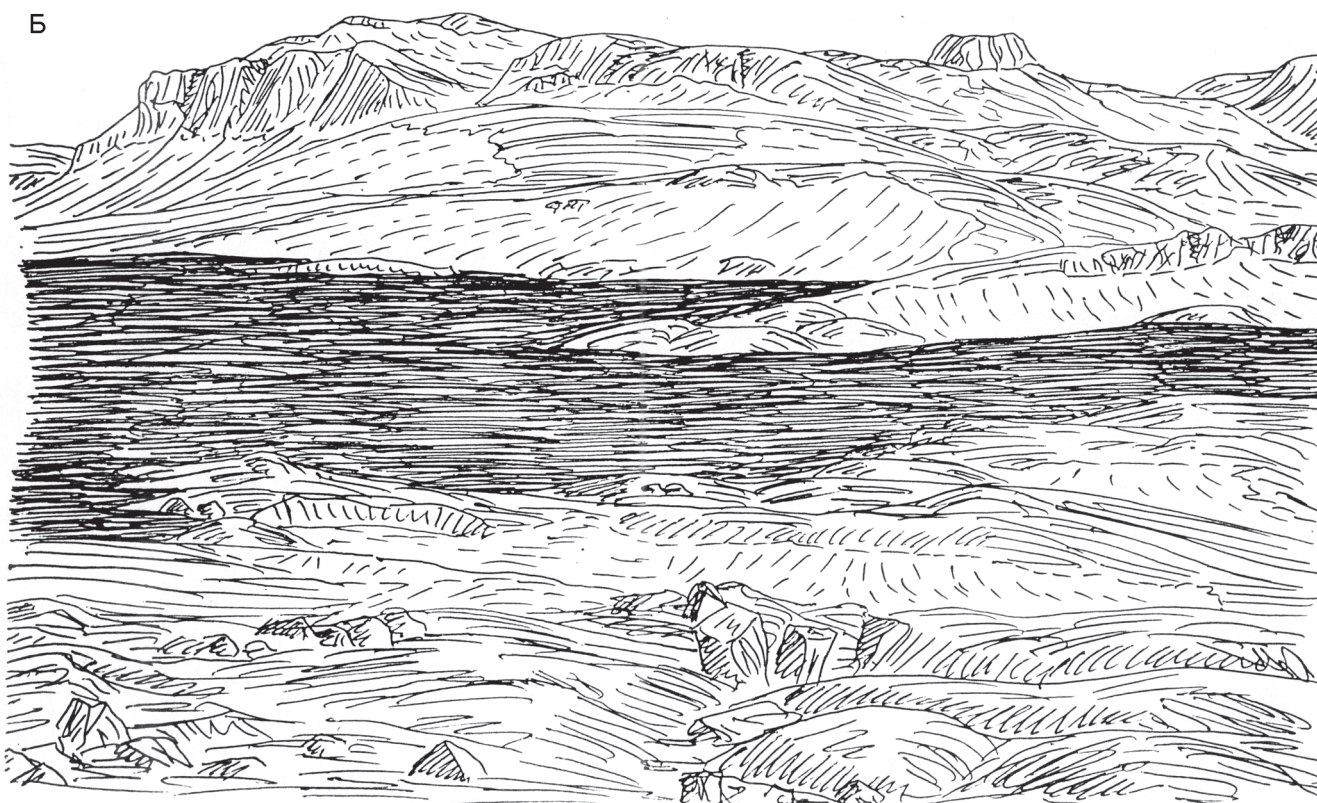
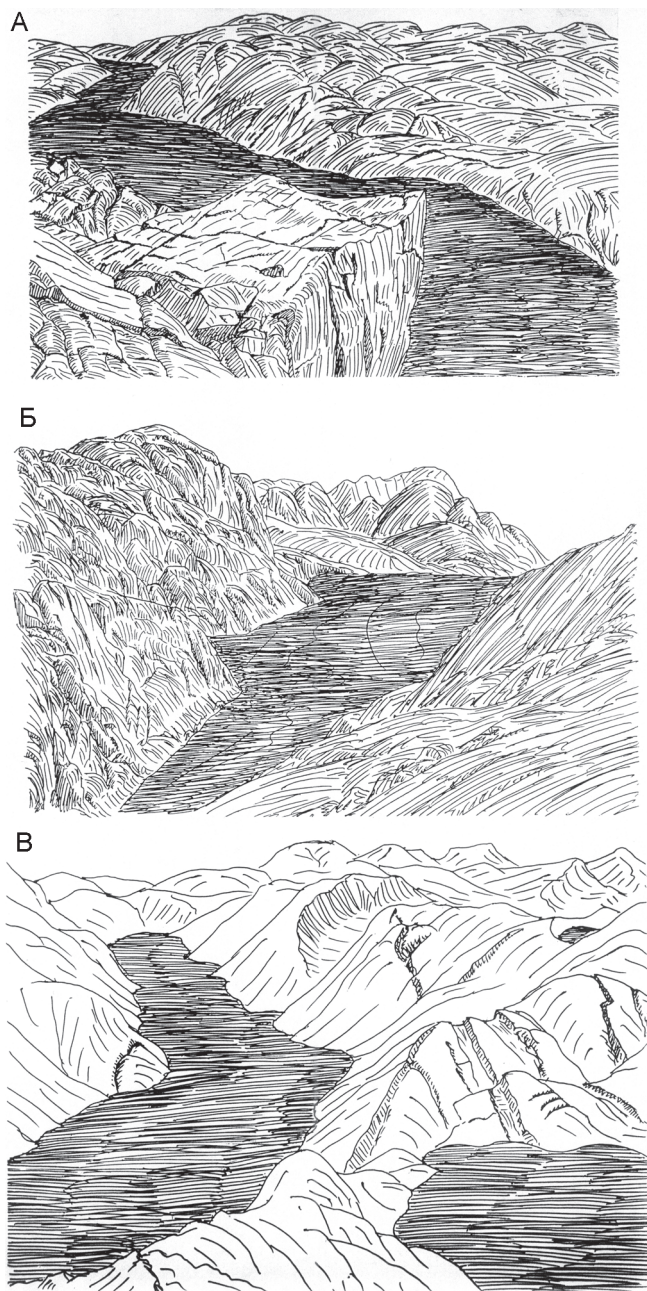


Рис. 1. Экспонированный подледный рельеф области покровного оледенения. Норвегия: регионы Тромс (А) и Телемарк (Б). Рисунки по фотографиям.



**Рис. 2.** Рельеф фиордовой зоны западного побережья Скандинавского полуострова в Рогаланде (А), у Иесингфиорда (Б); уступы, рвы и микрограбены над фиордом и ледниковыми озерами (В). Рисунки по фотографиям.

действие движущихся ледовых масс на скальное основание выражено здесь в самой яркой форме. Еще одна особенность микрорельефа в фиордовой зоне – наличие на склонах открытых трещин (рис. 2А), уступов, рвов или микрограбенов (рис. 2В), которые морфологически подобны сейсмодислокациям и к такому их нередко относят, например, в Карелии [1].

Так или иначе, морфологический ландшафт в фиордовой зоне сохраняет множественно выпуклый профиль и обретает некоторые черты альпинотипности на бортах речных долин, видимо, со значительным послеледниковым эрозионным врезом. Склоны здесь имеют дробное расчленение, а в вершинном поясе сохраняется множественно выпуклый профиль морфологического ландшафта.

Интересная ситуация наблюдается в прибрежной полосе и на ее полуостровных и островных скальных выступах (рис. 3). На побережье можно наблюдать сочетания куполоподобных гор, с рельефом курчавых скал на их склонах и подошвенных ступенях (рис. 3А), и прислоненных к ним групп скальных выступов-обелисков, имеющих характерную форму остроконечных, выпуклых конусов. Это, видимо, бывшие нунатаки у окончаний выводных ледников. А на узких полуостровных выступах или скальных островах эта ситуация несколько изменяется (рис. 3Б): группы конических вершин возвышаются над холмистыми возвышенностями с рельефом курчавых скал, которые в совокупности своей составляют гляциальную поверхность выравнивания. В данном случае мы, видимо, имеем дело с рельефом подледных гор на останцовой стадии их развития, когда субаэральные его выступы дополнительно перерабатываются абразионными процессами. Поскольку именно на этой стадии происходят гляциоизостатические воздымания, то здесь дополнительно вырабатывается лестница узких береговых уровней – стрендфлетов.

Холмогорья и низкогорья Северной Финляндии, пожалуй, еще в большей степени обладают множественно-выпуклым профилем морфологического ландшафта, который в равной мере свойственен обоим высотным его ступеням и который также включает крупные и протяженные озерные котловины. Лишь на склонах низкогорных массивов появляются неглубокие кары [14]. Эта же ситуация повторяется в Хибинах, но здесь более высокие (до 1000 м и более) горные массивы с выпуклыми вершинами имеют довольно крутые склоны, переработанные послеледниковой нивацией в той мере, что им бывают свойственны вогнутые профили и скальные, иссеченные бороздами (лавинными лотками) привершинные бордюры.

Низкогорья и плато Шпицбергена, видимо, более преобразованы послеледниковыми нивальными процессами, и их склоновый пояс уже обычно приобретает альпинотипный облик. Но ступенчатая (или ярусная?) структура морфологического ландшафта здесь сохраняется. А над заливами – путями выводных ледников – возвышаются конические останцо-



Б

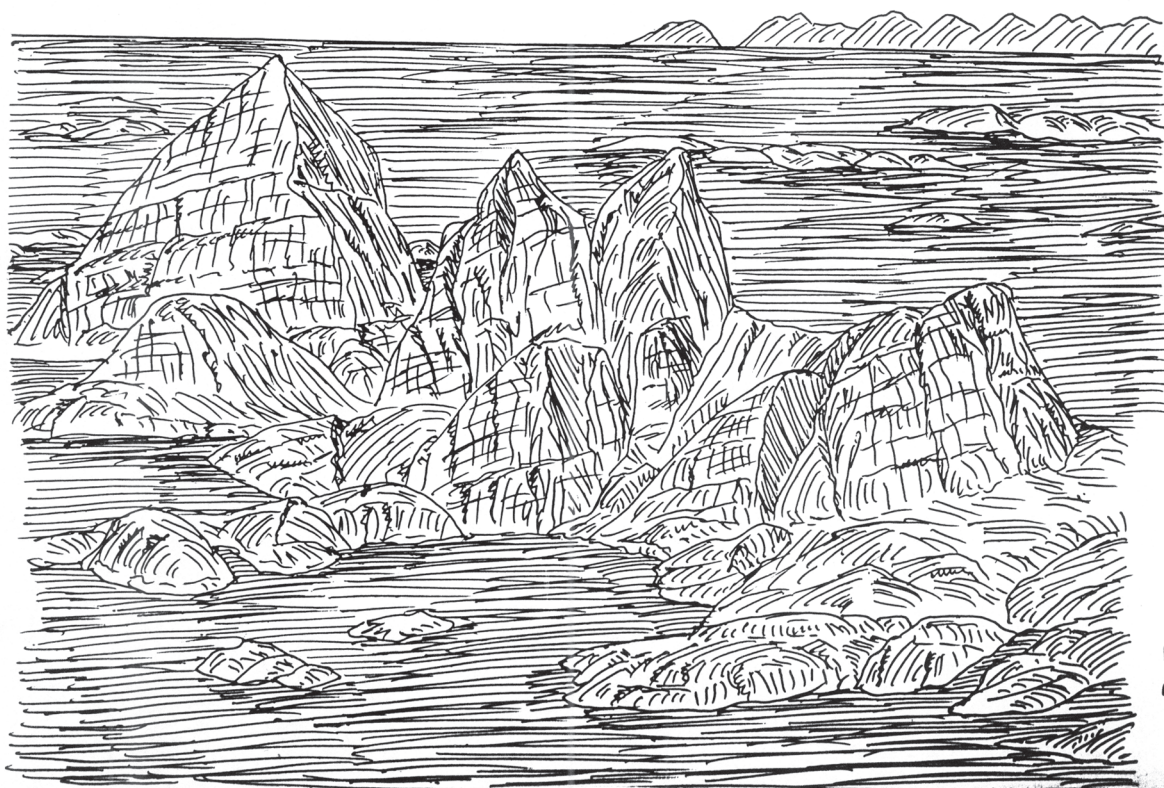


Рис. 3. Рельеф на побережье (А) и на островах (Б) в Северной Норвегии. Рисунки по фотографиям.

вые нунатаки-обелиски типа г. Баутаен над заливом Хорнсунн [15]. Если эти скальные конусы имеют склоны крутизной не более  $45^\circ$ , то они рассечены лавинными лотками. Если же это действительно скальные обелиски с субвертикальными стенками, то на последних наблюдаются лишь поверхности отрыва скальных блоков и пластин под влиянием десквамации и гравитационных обрушений – особенность надледных выступов-нунатаков, о которой мы будем говорить и далее и которая делает их весьма морфологически похожими на скальные выступы в аридных горах [13]. В этом случае даже трудно говорить о конвергентных формах.

В районах современного и прошлого горнодолинного оледенения Аляски и Британской Колумбии мы обнаруживаем близкие особенности морфологии подледных гор. Показательным примером в этом отношении является участок языка выводного ледника Потидж (Portage Glacier). Непосредственно над окончанием ледника освобожденные от ледовой покрывки горы имеют общую куполоподобную форму и в нижней части склонов орнаментированы многочисленными купольными же выступами – типичный микрорельеф курчавых скал. На куполообразные вершины насажены небольшие острогребневые вы-

ступы, основания которых либо скрыты фирновыми полями в удалении от края ледника, либо полностью экспонированы. Здесь достаточно хорошо видно, что под толщей льда вырабатываются горы с выпуклым профилем, а нунатаки представляют собой скальные остроконические или пирамидальные формы.

Близкую ситуацию можно наблюдать на юге Восточной Сибири в пределах Окинского плоскогорья Восточного Саяна в районе верховий рек Иркута, Китоя и Оки на абсолютных высотах 1900–2500 м. В восточной части плоскогорья рельеф имеет следующую структуру: 1) группы пологокупольных гольцов относительной высотой первые сотни метров; 2) пологоволнистые поверхности с многочисленными ледниковыми озерами, весьма похожие на тяньшанские сырты и 3) долины рек. На бортах последних обособляются ступени типа плечей трогов, и эти ступени к верховьям рек сливаются с уровнем “сыртоподобной” поверхности.

В обширном понижении-ледооде верховьев Иркута и Китоя с его многочисленными проточными ледниковыми озерами горный рельеф имеет подобный характер (рис. 4). Над днищем сквозного водораздельного понижения возвышается массивное среднегорье, в вершинном поясе которого обособля-

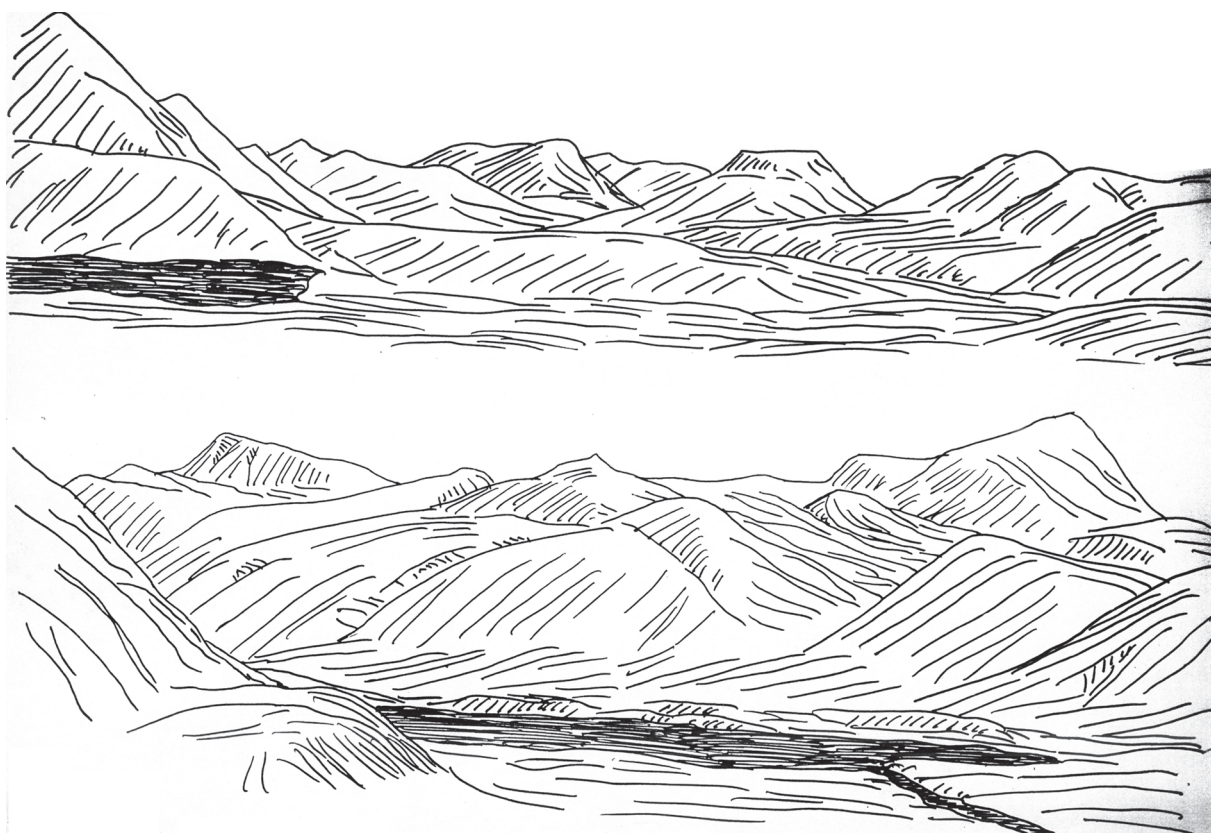


Рис. 4. Среднегорье северного склона Тункинских Гольцов (юг Восточной Сибири) и котловина понижения-ледооде в верховьях рек Китоя и Иркута.

ются невысокие ступени. Над ним возвышаются небольшие выступы в форме усеченных конусов – аналоги аляскинских нунатаков. Примечательно то, что здесь горный рельеф северного склона Тункинских Гольцов при одинаковых абсолютных высотах и в равной мере проявленных свидетельств плейстоценового оледенения разительно отличается от рельефа их южного макросклона, обладающего типично альпинотипным обликом [10, 17]. То же самое можно увидеть при сравнении пологоволнистого и ступенчатого рельефа восточной окраины Окинского плоскогорья и возвышающегося над ним с юга альпинотипного массива Мунку-Сардыка. Близкие ситуации наблюдаются в ряде районов Альп, где рельеф имеет то же ступенчатое (или поясное) строение: конические и призматические скальные выступы, не обладающие обликом альпийских карлингов, обрамляются пологоволнистыми ступенями, в которые вложены плечи трогов и сами троговые долины (районы г. Хафнер, 3076 м, в Высоком Тауэрне и Высокий Дахштайн, 3004 м, в Австрии; Розенгартен в Баварии (рис. 5).

Аналогичную, но в более яркой форме морфологическую структуру имеют высокогорья и средне-

горья Патагонских Анд, особенно вокруг пика Фиц Рой и Торрес дель Пайне. Здесь мы опять наблюдаем группы остроконических или колонноподобных пиков со скальными стенками, практически неспособными удержать в больших объемах твердые осадки и соответственно продуцировать снежные лавины. Особенности скальных стенок говорят о преимущественном проявлении обрушений, подготовленных процессом температурного шелушения (десквамации) и работой льда в трещинах горных пород. Группы скальных пиков с отвесными стенками опираются здесь на ступени среднегорного облика с общим множественно выпуклым профилем их вершинной поверхности. На склонах ступеней могут располагаться многочисленные пологовыпуклые “холмы”, и их группировки аналогичны рельефу курчавых скал. В ступени вложены широкие долины, днища которых часто заняты крупными озерами. Конические или призматические пики верхней ступени рельефа могут иметь своеобразный останцовый облик, как, например, группа пика Фиц Рой. В других случаях они группируются в более массивные формы, разделенные глубокими трогообразными проходами (Торрес дель Райне). В подобном морфологическом ланд-

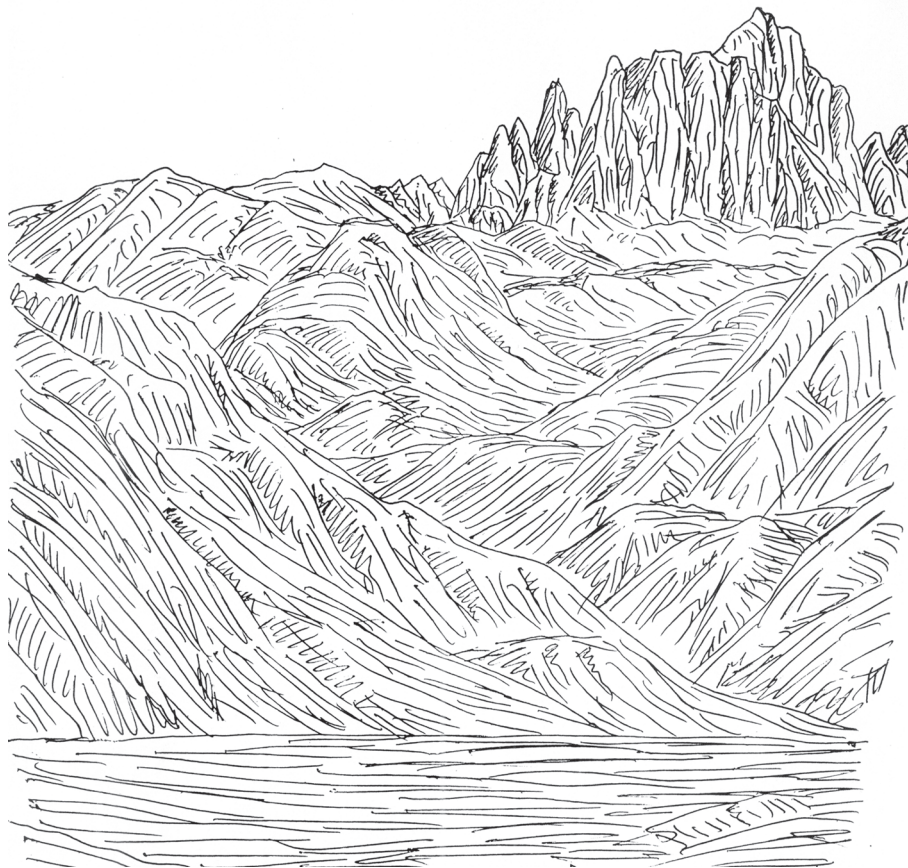


Рис. 5. Северные Альпы у Грис-Боцена. Рисунок по фотографии.

шафте хорошо читаются и следы общего (площадного) перемещения ледовых масс с выработкой множественно выпуклого профиля их основания в скальном ложе, прорезание скальных выступов линейными ледовыми потоками с выработкой в них глубоких U-образных проходов и, наконец, формирование характерной остроконической формы нунатаков-obelisks без существенного участия снежных лавин.

На окраинах Антарктического ледникового щита морфологические свидетельства ранних стадий образования нунатаков-obelisks можно наблюдать в самой яркой форме (рис. 6). Уже на начале освобождения скальных массивов из-под ледовой покрывки появляются небольшиеobelisks, в значительной мере обособленные от крупного нунатака, разделяющего выводные ледники. Но на этой морфологической стадии развития на склонах нунатаков значительных размеров еще заметны следы работы снежных лавин в виде крутых ложбин. Возможно даже, что в эту стадию развития рельефа надледных скальных выступов они в значительной мере способствуют распаду на конические или призматические колонны (рис. 6А). Но как только это происходит и появляются практически отвесные скальные стенки (рис. 6Б), арена действия нивальных вообще и снежнолавинных процессов в частности резко сокращается. Они, видимо, сменяются процессами температурного выветривания, осыпанием и малообъемными обрушениями, что существенно уменьшает скорости морфологических преобразований – можно уже говорить об останцовой стадии развития подледных гор.

#### МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И РАЗВИТИЕ ПОДЛЕДНЫХ ГОР

Ледовые покровы (не потоки) действуют на свою подошву равномерно и постоянно – по крайней мере, такое исходное утверждение неявным образом мы вводим в свои построения. Дискретный характер воздействий на верхнее ограничение литосферы, свойственное воздушным и водным массам, ледовой покрывке, видимо, свойственно в минимальной мере. Ледовые покровы оказывают площадное воздействие на свое основание, то есть имеют массовый характер, в чем-то подобный таковому процессу морфогенеза в средних широтах (гумидном поясе) Северного полушария, горные ландшафты которого (сибиретипные горы [12]) морфологически столь подобны подледным горам, о чем говорят прилагаемые к этой работе рис. 1, 2. Сибиретипные и подледные горы обладают общей главной особенностью морфологического ландшафта – его множественно выпуклым профилем, определяемым чередованием куполоподобных вершин со склонами средней и малой

крутизны и широких долин или долинообразных понижений, частично занятых озерами. В случае подледных гор их множественно выпуклый профиль дополняется таковым меньшего ранга – это микрорельеф бараньих лбов и курчавых скал (рис. 2, 3).

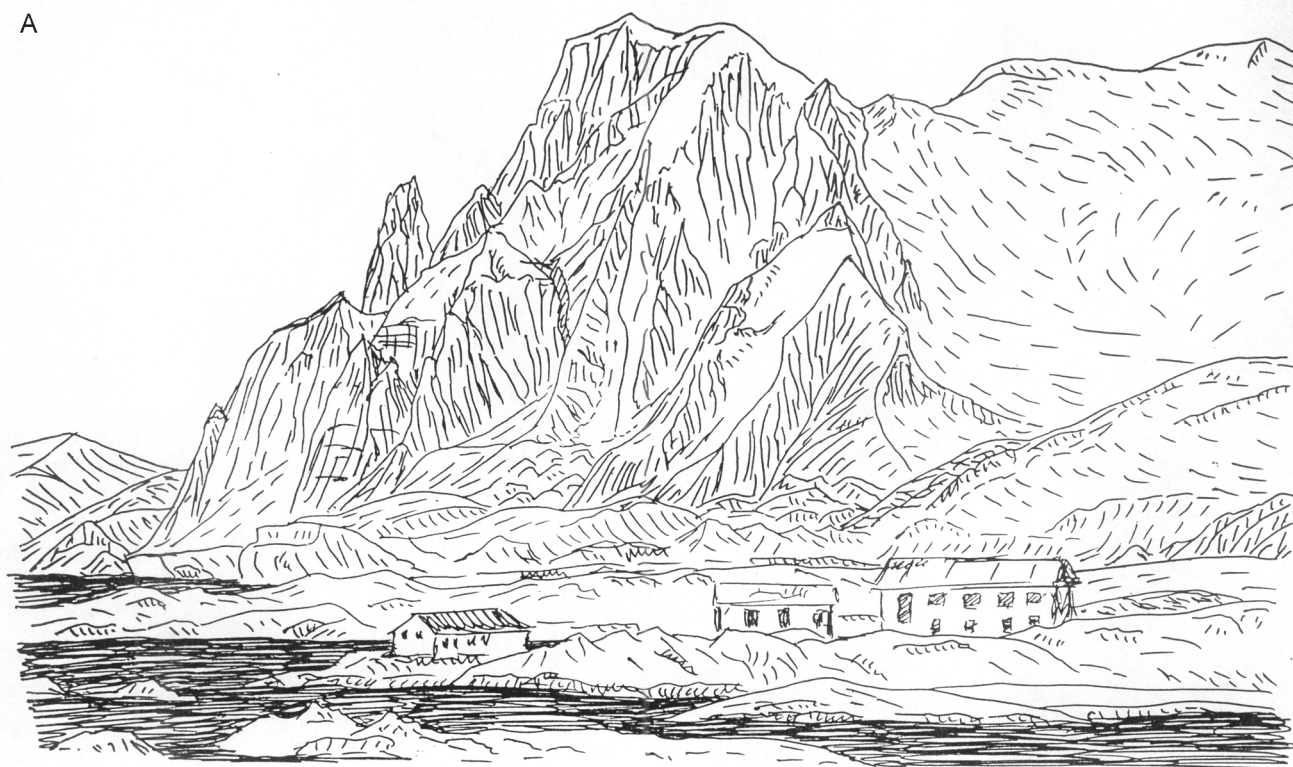
Особенными элементами структуры морфологического ландшафта подледных гор являются: 1) их надледные выступы нунатаки и в их числеobelisks-нунатаки в форме вытянутых конусов, призм и стеноподобных гребней; 2) выводные долины-троги, на побережьях после таяния ледников обычно занятые глубокими заливами-фиордами. Главной же структурной особенностью морфологического ландшафта подледных гор является его хорошо выраженная ступенчатость, определяемая чередованием по вертикали следующих форм: 1)obelisks-нунатаки; 2) невысокие слабо расчлененные горы со склонами умеренной крутизны и множественно выпуклым профилем – это базовый элемент ландшафта; 3) линейные понижения – долины или озерные котловины, которые в области выводных ледников, видимо, выходят на уровень плечей трогов; 4) глубокие троговые долины выводных ледников.

Вопрос о природе ступенчатости ландшафта подледных гор имеет, видимо, характер узлового. Что это такое? Является ли это следствием обычной поясности действия рельефообразующих факторов, или это ярусный рельеф с чередованием разновозрастных форм рельефа по вертикали? Морфологические особенности ступенчатости подледного рельефа как будто склоняют в сторону последнего. Но подледный и субаэральный морфогенез сильно различаются и по действию рельефообразующих процессов, и по их сочетаниям. Более того, подледный рельеф формируется, в сущности, под действием одного фактора – медленно движущегося льда, который воздействует на свое ложе и одновременно, и однонаправленно. И уже в силу этого обстоятельства ступенчатость подледных гор не является временной составляющей структуры их морфологического ландшафта. Это пространственная их характеристика.

Для понимания природы ступенчатости структуры подледных гор особое значение имеет, по нашему мнению, соотношение различных долинообразных понижений: широких долин или котловин под центральными областями ледовых покровов, а также ледоёмов; плечей трогов и самих троговых долин выводных ледников. В районе сырта Арабель на Тянь-Шане днище ледоёма как бы втягивается в широкую долину верховья р. Кок-Мойнок, днище и нижние части бортов которой заняты микрорельефом бараньих лбов и курчавых скал. Вниз по долине



А



Б

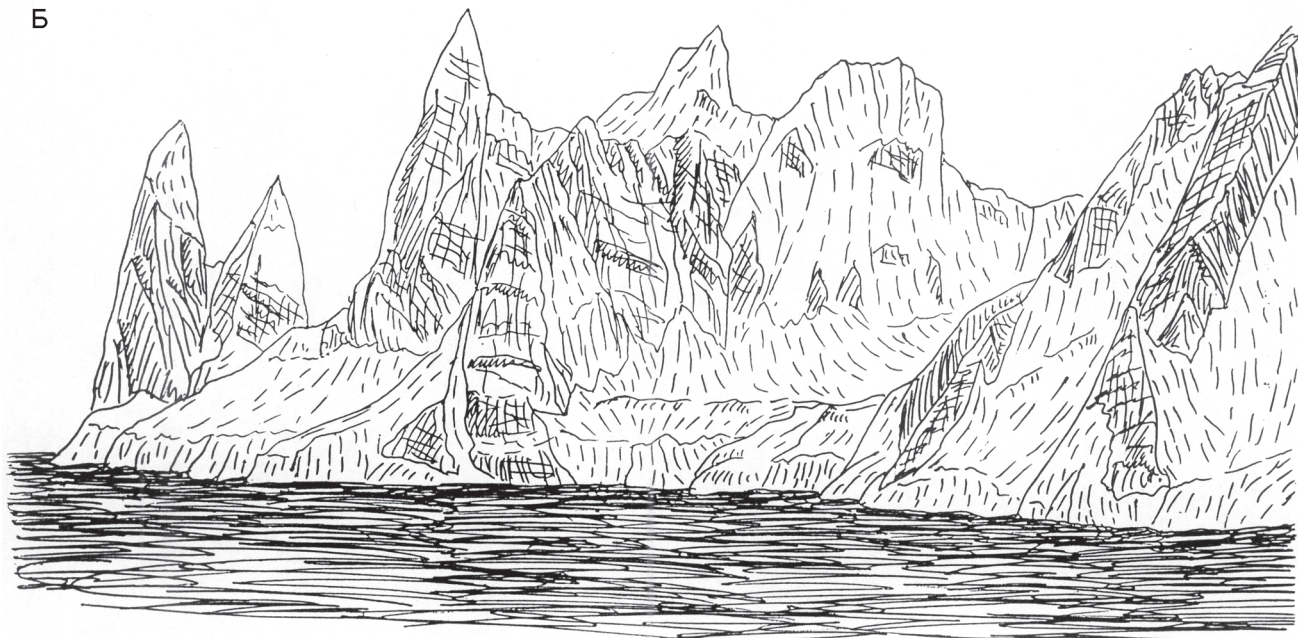


Рис. 6. Горы у края ледникового щита на островах (А) и побережье (Б) Антарктического полуострова. Рисунки по фотографиям.

эта часть ее днища продолжается системой ступеней, морфологически подобных плечам трогов, и эти ступени распространены в верховьях бассейна р. Барскоон, частью которого является и р. Кок-Мойнок. В сущности, мы видим здесь, что днище ледоёма переходит в днище понижения выводного ледника.

Этот пример, как и многие другие, приводит к выводу, что ступенчатость подледного горного рельефа отражает своеобразную расслоенность движения ледовых потоков и переход от массовых (площадных) смещений ледовых масс на линейные в сторону окраин ледовых массивов, что приводит к формированию широких понижений, переходящих затем в плечи трогов выводных ледников. Вниз по движению ледовых потоков они обогащаются продуктами разрушения горных пород, имеющими значение абразивной добавки в лед. Это способствует усиленному углублению долин наиболее обогащенными моренным материалом частями ледовых потоков, что и обеспечивает формирование трогов выводных ледников. По крайней мере, такую гипотезу о формировании ступенчатого подледного ландшафта можно предложить для областей горнопокровного оледенения. Они основываются на признании одновременности формирования разновысотных ступеней и пространственном характере этой особенности структуры подледного морфологического ландшафта.

Остроконические нунатаки-obelisks являются хоть и не частым, но характерным элементом горного рельефа областей покровного и горнопокровного оледенения (рис. 3, 5, 6) и, пожалуй, самым привлекательным, особенно в условиях рекреационного использования горных территорий, как бы компенсирующим их климатические особенности. Эти обелиски, как правило, не имеют следов существенного воздействия снежных лавин; их крутые и субвертикальные стенки-склоны неблагоприятны для накопления снежных и фирновых масс. Что касается их позиций в морфологическом ландшафте подледных гор, то нельзя не увидеть удивительной аналогии их со скальными останцами-торами в среднегорьях и низкогорьях умеренного гумидного пояса Северного полушария. В обоих случаях эти обособленные скальные выступы как бы насажены на пологоволнистые горные ландшафты. В этом позиция скальных обелисков района пика Фиц Рой в Патагонских Андах весьма схожа с таковой Красноярских столбов на правом берегу Енисея или “болванов” на плоской вершине горы Маньпупуньер на Северном Урале. Разница в размерах этих в общем конвергентных форм делает необходимым говорить об их подобии, а не аналогичности. И, тем не менее, мы можем гово-

рить о нунатаках-obelisks как о своеобразном виде надледных торов подледных гор, форма и размеры которых определяются главными особенностями подледного морфогенеза (взаимодействие подвижной и неподвижной твердых геосфер, в первую очередь).

Подледный рельеф и подледные горы, в частности, характеризуются наличием определенных локальных поверхностей и ступеней выравнивания. Равнины, окружающие среднегорья и низкогорья Скандинавии и Северной Финляндии, представляют собой, в конечном счете, равнины ледникового выпавания, даже если изначально они представляли собой пенеплены [14]. Это уже региональные поверхности выравнивания. А вот выровненные поверхности с микрорельефом бараньих лбов и с группами конических островных гор-obelisks на побережьях и островах Северной Норвегии, по-видимому, следует относить к своеобразным локальным поверхностям выравнивания на окраинах или в подножьях подледных гор. Эти локальные поверхности, в известной мере, имеют характер базисных образований, будучи привязаны к уровню моря, или тальвегов магистральных долин, и могут рассматриваться в качестве “настоящих” эквипленов. Их меньшими по размерам аналогами являются днища ледоёмов. Примером подобного рода образований являются памирские и Тяньшанские сырты. Уровни этих, уже надбазисных, поверхностей ледникового выравнивания часто непосредственно продолжают гляциальными ступенями выравнивания в верхних частях склонов хребтов, эти ступени, в свою очередь, продолжают плечами трогов – такая последовательность, видимо, отображает процесс “скоростного расслоения” движущихся ледовых масс и трансформации массовых смещений в ледовые потоки. Именно эта особенность подледного морфогенеза определяет связанность и взаимопереходы гляциальных уровней выравнивания – от региональных равнин ледникового выпавания вдоль подошвы подледных гор к локальным эквипленам ледоёмов в вершинном поясе горного рельефа через гляциальные ступени и плечи трогов. В структуре подледных гор, видимо, практически отсутствуют последовательности форм рельефа, которым можно придать временной смысл. Каким бы термином мы не обозначили наблюдаемую ступенчатость в структуре подледных гор – поясностью или ярусностью, в любом случае мы должны ясно осознавать, что это ярусность или поясность **гляциального** морфологического ландшафта, которые имеют чисто пространственный смысл и составляющие их элементы разновозрастны. Если конечно,

в общей структуре подледных гор отсутствуют формы рельефа доледниковой эпохи.

Еще один проблемный вопрос при изучении подледных гор – это останцовая стадия их развития: и под ледовым покрытием, и в особенности после таяния ледниковых щитов. В чистом виде останцовые подледные горы мы видим в прибрежной полосе Норвегии – равнины или холмистые поверхности с микрорельефом бараньих лбов и возвышающиеся над ними группы крутых конусовидных обелисков (рис.3). В других ситуациях при таянии ледников подледные горы, видимо, испытывают преобразования двух видов. Первый – это интенсивное расчленение склонов нивальными процессами, в том числе благодаря деятельности снежных лавин. В результате склоны становятся более крутыми, с дробным расчленением бороздами – лавинными лотками – и общим вогнутым профилем. Происходит преобразование подледных гор в альпинотипные. Морфологические особенности этого процесса хорошо запечатлены в рельефе Шпицбергена и, возможно, ряда районов Чукотки и Корякского нагорья.

Другой путь – функционирование бывших подледных гор в качестве сибиретипных. В этом случае сохраняется общий множественно выпуклый профиль морфологического ландшафта, а общее воздействие на литосферу движущихся ледовых масс сменяется массовыми смещениями грунтов на склонах. Здесь уместно обратить внимание на одну историческую ситуацию: и П.А. Кропоткин [3, 4] при описании следов оледенений, и многие геологи и геоморфологи после него [9, и др.] видели следы плейстоценового оледенения не только на Окинском плоскогорье Восточного Саяна, где они действительно имеются [10, 17], но и на сибиретипных низкогорьях Витимского плоскогорья в Забайкалье. И это неудивительно, все это относится к массивному низко- или среднегорью с множественно выпуклым профилем, с преобладанием куполоподобных вершин, которые можно отнести к категории гигантских бараньих лбов, что действительно имеет место в экспонированных подледных горах Скандинавии (рис.1).

Видимо, условием для длительной сохранности морфологического ландшафта подледных гор после таяния ледников является отсутствие последующих глубоких эрозионных врезов. Над норвежскими фиордами и частично на их боргах сочетания пологовыпуклых форм рельефа сохраняются довольно хорошо, а если мы видим значительный эрозионный врез, то морфологический ландшафт начинает обретать черты альпинотипного. И надо еще помнить, что превращение долин выводных ледников в фиорды и

гляциоизостатические воздымания с формированием стрендфлетовых лестниц на морских берегах является особым дополнением в последующую жизнь подледных гор.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Первая заключительная мысль касается участия вещества донной морены в подледном горообразовании вообще и выработке ступенчатого подледного рельефа, в частности. Перемещение донной морены над подледниковым ложем образно можно назвать “ледовой поземкой”. Если последняя сосредоточивается в концентрированных струях, то это определяет усиление влияния ледника на ложе, и в особенности, если этому сопутствует расслаивание ледовой массы по скоростям перемещения. Можно полагать, что именно концентрация донной морены в струи обеспечивает высотную дифференциацию подледного рельефа с выработкой ступенчатой (гляциально-поясной) его структуры.

Второе, над чем следует думать, – это проблема разделения базисных, подбазисных и надбазисных уровней гляциального морфогенеза. Здесь мы явно сталкиваемся с ситуациями, разительно отличными от субаэрального морфогенеза, который нам привычен и на базе изучения которого формировались и формируются наши теоретические представления. Это достаточно новый для нас круг геоморфологических проблем, которые будут сопровождать нас с нарастанием при обращении к характеристикам морфологической структуры подледного рельефа.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (05-05-64173).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Войтович В.С. Тектонические щели Карелии и Кольского полуострова // Природа. 1972. № 4. С.124.
2. Геоморфология / Ред. А.Н. Ласточкин, Д.В. Лопатин. М.: Academia, 2005. 528 с.
3. Кропоткин П.А. Исследования о ледниковом периоде // Зап. ИРГО по общ. геогр. N. 7. СПб., 1876. 717 с.
4. Кропоткин П.А. Естественно-научные работы // Научное наследство. Т. 25 / Отв. ред. П.Н. Кропоткин, Ю.А. Маркин, А.В. Бирюков, Р.К. Баландин. М.: Наука, 1998. 270 с.
5. Ласточкин А.Н., Попов С.В. Подводно-подледная долинная сеть в Антарктике (район желоба Ламберта) // География и природные ресурсы. 2004. № 3. С.76–85.
6. Ласточкин А.Н., Попов С.В., Мандрикова Д.В. Обзорное аналитическое картографирование подледно-подводного рельефа Антарктики по системно-морфологическому принципу // Геоморфология. 2005. № 3. С.87–97.
7. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. М.: Высш. шк., 1979. 287 с.

8. Мартонн Э. Основы физической географии // Геоморфология. Т. 2. М.: Гос.уч.-пед.изд-во, 1945. 556 с.
9. Обручев В.А. К оледенению Средне-Витимской горной страны // Геол. вестн. 1928. Т. 6, № 4–6.
10. Олюнин В.Н. Неотектоника и оледенение Восточного Саяна. М.: Наука, 1965. 127 с.
11. Стецюк В.В., Ковальчук И.П. Основы геоморфологии. Киев: Высш. шк., 2005. 495 с.
12. Уфимцев Г.Ф. Климатические типы гор Земли // Геоморфология. 2006. № 1. С.3–10.
13. Уфимцев Г.Ф. Аридные горы // Геоморфология. 2006. № 2. С.21–33.
14. Финляндия / Грано Я., Саурамо М., Ренквист Х. и др. М.: Изд-во иностр. лит., 1953. 538 с.
15. Хисдаль В. Архипелаг Шпицберген (Свальбард): природа и история. М.: Науч. мир, 2005. 132 с.
16. Щукин И.С. Общая геоморфология. Т. 2. М.: Изд-во МГУ, 1960. 615 с.
17. Щетников А.А., Уфимцев Г.Ф. Структура рельефа и новейшая тектоника Тункинского рифта (Юго-западное Прибайкалье). М.: Науч. мир, 2004. 160 с.

*Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой*

### *G.F. Ufimtsev*

#### *Under-ice mountains*

The morphological structure of mountains is described, which was formed in conditions of extensive continental and mountain glaciation. They feature a general multiply convex profile with alternation of dome-shaped peaks and steps, valley-shaped lows and microrelief of sheep foreheads and ice-dressed rocks, with nunataks, among which isolated peaks are distinguished as high cones or prisms. Under-ice mountains are represented by a step-like morphological landscape with glaciated steps and leveling planes. An assumption is made that the step structure of the morphological landscape of under-ice mountains can be the result of sequential foliation of ice caps in respect to the rate of their movement and appearance of ice jet flows with the general dominance of areal displacement of ice masses. This makes under-ice mountains morphologically similar to middle-height relief and lowland of the moderate humid belt of the northern hemisphere, on whose slopes mass ground displacements are predominant.

**Key words:** *under-ice mountains, nunatak, obelisk mountain, shoulder of trough, glacial step, morphological structure of mountains, step character of under-ice mountains.*