

15. Знаменская Н. С. Грядовое движение наносов. Л.: Гидрометеозидат, 1968. 188 с.
16. Kotar P. D. Shapes of streamlined islands on the Earth and Mars: Experiments and analyses of the minimum-drag form//Geology. 1983. № 1. P. 651—654.
17. Вильямс В. Р. Почвоведение. М.: Сельхозгиз, 1950. 624 с.
18. Маккавеев Н. И., Чалов Р. С. О морфологических признаках современной аккумуляции в речной долине//Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1963. № 3. С. 84—89.
19. Докучаев В. В. Способы образования речных долин Европейской России. СПб., 1878. 230 с.
20. Борсук О. А., Горнак А. А., Кирик О. М., Чалов Р. С. Эоловые процессы в долине р. Лены//Бюл. МОИП. Отд. геол. 1975. № 2. С. 151—152.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
05.08.92

GEOMORPHIC MANIFESTATIONS OF LATERAL DEFORMATIONS OF RIVER CHANNELS

R. S. CHALOV

Summary

The paper summarizes modern ideas on various manifestations of lateral deformations of channels. Geological and geomorphological conditions of the deformations' development are appraised and the channel-forming activities of rivers are interpreted in terms of the channel configuration, landforms and morphological type of floodplain.

УДК 551.435.434(470.1)

© 1994 г. М. Г. ГРОСВАЛЬД

ДРУМЛИННЫЙ ПОЛЯ НОВОЗЕМЕЛЬСКО-УРАЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ СВЯЗЬ С КАРСКИМ ЛЕДНИКОВЫМ ЦЕНТРОМ

Семейство эрозионных форм ледникового мезорельефа, которые удлинены в направлении движения древнего льда и собирательно именуются друмлинами [1], включает в себя не только «настоящие» друмлины, но также друмлиноиды, «крг-энд-тейл» формы и ориентированные системы бараньих лбов; к нему же обычно относят и такие генетически близкие образования, как изборожденные поверхности основной морены и коренных пород.

Если судить по учебникам и сводкам, в пределах бывшего СССР ледниковые формы данного типа присутствуют только на территории, покрывавшейся Скандинавским ледниковым щитом, а именно в Прибалтике и на северо-западе России [2, с. 580]. На самом деле, однако, друмлины, характерны и для ряда районов Евразийской Арктики. В региональных работах есть указания на их присутствие в бассейне Печоры [3] и Котуя (Средняя Сибирь) [4], а одна из разновидностей таких форм, рок-друмлины, обнаружена и на севере Верхоянской горной системы [5]. Известны друмлины и в Новоземельско-Уральской области. Анализ региональных работ [6—9] приводит к заключению, что друмлины и родственные им формы могут быть встречены на Южном о-ве Новой Земли, Вайгаче и хребте Пай-Хой.

Линейные экзарационные формы данного семейства — важнейший инструмент палеогеографических реконструкций. Друмлины, друмлиноиды, крг-энд-тейл формы, флютинг и ледниковые борозды — это тонкие, точные и в то же время легко стираемые индикаторы движения льда, которые, как известно, несут с собой информацию о направлении движения древнего льда. Еще более важно, что эта информация не о каком-то «усредненном» или «особо мощном» движении;

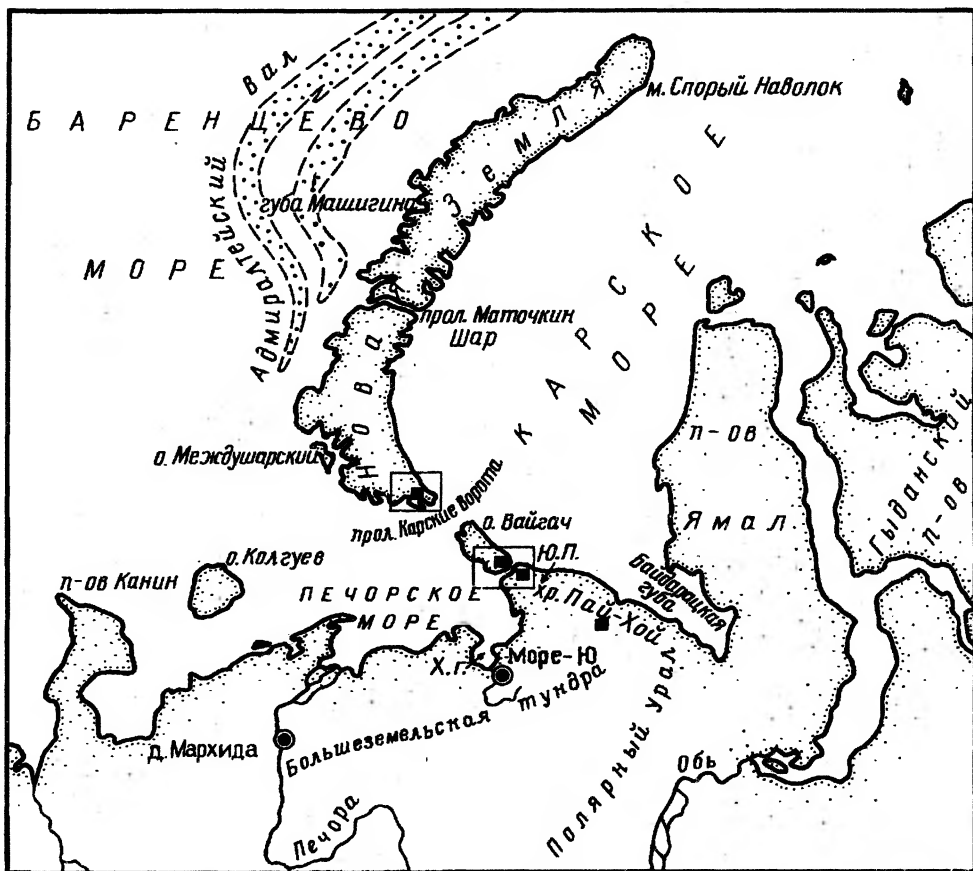


Рис. 1. Юго-западная часть Карского моря и ее Новоземельско-Уральское обрамление Ю.п. — Югорский п-ов, Х. г. — Хайпудырская губа. «Пустые» прямоугольники ограничивают участки, представленные на рис. 2, зачерненные — на рис. 3. Контуры подводного Адмиралтейского Вала (прерывистые линии) нанесены при консультации с В. Н. Гатауллиным и Л. В. Поляком («Севморгео»)

она относится, как было недавно подчеркнуто Я. Лундквистом [10], к самой последней стадии движения льда, к его движению на заключительном этапе истории оледенения.

Друмлины Новоземельско-Уральской области

Специальный интерес представляют друмлины средней части Новоземельско-Уральской области, которая служит юго-западным обрамлением Карского моря. Именно здесь реконструкции палеодинамики льда, выполненные по друмлинам, способны пролить свет на острейшие проблемы «ледниковой» истории всей Северной Евразии. Они, в частности, позволяют объективно оценить масштабы последнего оледенения Евразийской Арктики, восстановить принципиальные черты его морфологии и дегляциальной хронологии.

Детальный анализ аэрокосмических материалов и полевые рекогносцировки, выполненные автором на побережьях Карского моря и прол. Югорский Шар, завершили выявлением трех «новых» друмлинных полей. Первое из них находится на крайнем юге Новой Земли, второе — в юго-восточной части о-ва Вайгач и третье — на севере Югорского полуострова (рис. 1 и 2). Еще два поля, также показанные на схеме, были ранее изучены П. С. Вороновым [7] и В. И. Астаховым [9]; сливаясь друг с другом, эти поля образуют единую друмлинную область водораздельной части Пай-Хоя и побережья Байдарацкой губы. В пределах каж-

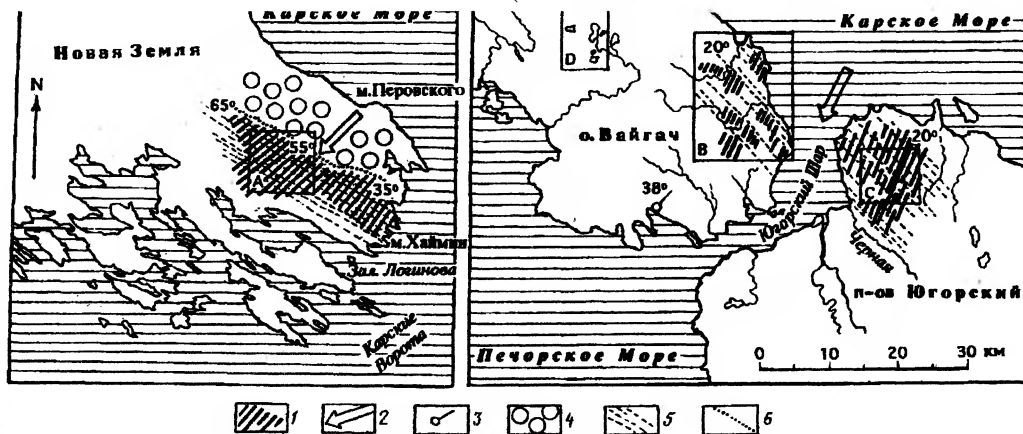


Рис. 2. Новоземельское, Вайгачское и Югорское друмлинные поля и ориентировка их линейных форм. Прямоугольники ограничивают участки, показанные: А — на рис. 3, а, В — на рис. 4, С — на рис. 3, в, D — на рис. 5. 1 — ориентировка друмлинов и других линейных форм; 2 — направление движения льда (реконструкция); 3 — ориентировка ледниковых шрамов на о-ве Вайгач; 4 — ландшафт холмистой морены; 5 — простираение палеозойских пород; 6 — граница между осевой и прибрежной подзонами на Новой Земле

дого из полей ориентированные формы группируются в целостные гляцигеоморфологические ансамбли, характерные площади последних близки к 150 км^2 , хотя ансамбль друмлинов и экзарационных борозд Пайхойской области в 3—4 раза обширнее.

Геолого-тектоническая основа области — это Новоземельско-Уральская складчатая зона, имеющая позднегерцинский возраст [11]. Она складывается в основном палеозойскими известняками, песчаниками, сланцами и эффузивами. На интересующем нас участке их толщи простираются на СЗ $305\text{—}310^\circ$, протягиваясь параллельно осевой линии Пай-Хоя, Вайгача и южной части Новой Земли. Породы здесь глубоко денудированы, отметки поверхности не превышают $100\text{—}160 \text{ м}$, лишь на отдельных участках хребта Пай-Хой они достигают максимума, близкого к 400 м . Только далее к северу рельеф Новой Земли становится горным, а осевая линия ее островов плавно изгибается к северу и северо-востоку, образуя выпуклую на запад дугу.

Южно-Новоземельское друмлинное поле. Это поле, как и два следующих, было обнаружено автором в 1990 г. на аэроснимках области. До того друмлины Новой Земли упоминались лишь в работе К. К. Демокидова [6], посвященной геологии Южного острова. «В некоторых местах южной половины острова, — отмечает автор, — расположение грив напоминает друмлинный ландшафт». Ни описания конкретных форм, ни данных об их простираении Демокидов не привел.

На плановых снимках южной оконечности Новой Земли четко выявляются две геоморфологические подзоны, простирающиеся вдоль основных структур острова — восточная, занимающая побережье Карского моря, и осевая, совпадающая с выходами известняков и песчаников карбона. Для первой подзоны характерны скопления валунных глин значительной мощности [6]; в ней доминирует беспорядочно-холмистый рельеф того типа, который, как правило, ассоциируется с незавершенной деградацией мертвого льда.

Рельеф второй, осевой, подзоны — типичный пример геоморфологического комплекса, созданного глубокой площадной экзарацией древних складчатых структур (рис. 3, а). На ее снимке — «почти равнина», срезающая складки осадочных пород высокой прочности. Рыхлые отложения с поверхности снесены; границы осадочных толщ, линии несогласий и выходы менее устойчивых пород здесь резко подчеркнуты селективным выпахиванием: вдоль всех ослабленных линий возникли понижения, крупнейшие из них теперь служат ваннами озер, долинами ручьев и рек.

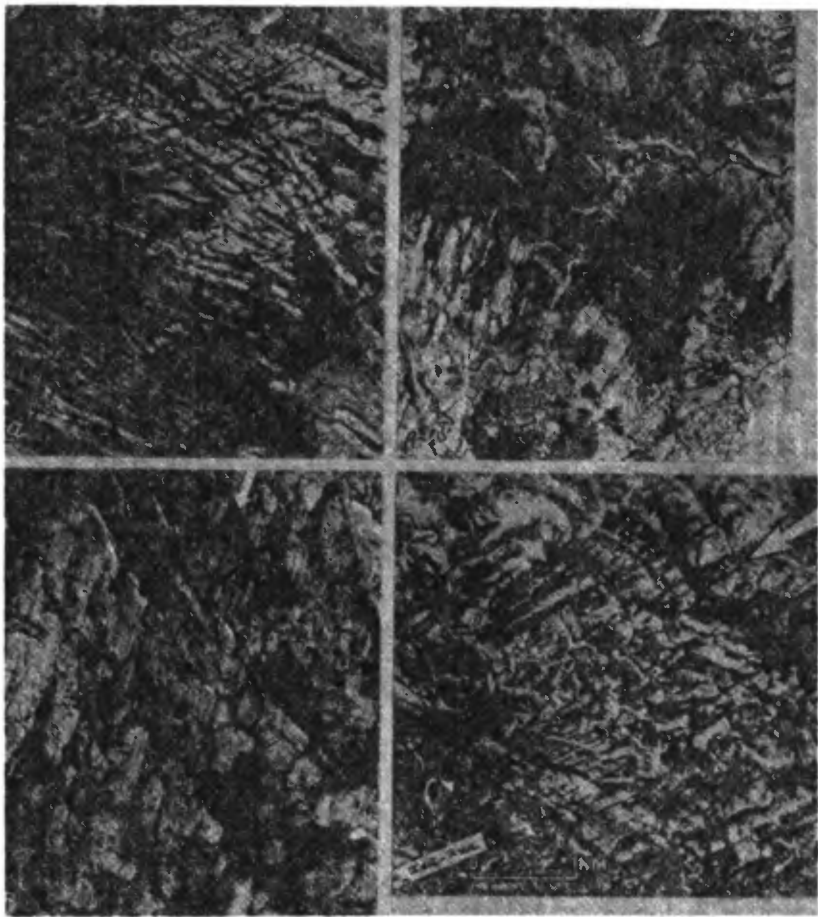


Рис. 3. Плановые аэроснимки участков Новоземельского (а), Вайгачского (б), Югорского (в) и Пайхойского (г) друмлинных полей (снимок 3, г взят из работы П. С. Воронова [5])
Стрелки показывают направления движения древнего льда

Однако наибольший интерес здесь представляет система борозд, ориентированных с северо-востока на юго-запад и косо секущих структуры подзоны. Размеры борозд сильно варьируют — от сравнительно мелких «царапин» шириной в несколько метров до внушительных лотков с поперечником в 100—200 м; последние образовались там, где соседние борозды расширены настолько, что слились друг с другом, объединившись в настоящие «долины». На снимке также видно, что на пересечениях экзарационных «долин» с озерными ваннами, вытянутыми вдоль палеозойских структур, впадины расширяются, их форма осложняется, становясь многокамерной или крестообразной.

Глубина борозд измеряется метрами, глубина больших лотков выпавивания явно превышает 10 м. Протяженность индивидуальных борозд измеряется многими сотнями метров, а длина их групп, или «пучков», доходит до 5—8 км. В общем, если судить по комплексу морфологических признаков, то эти борозды и лотки оказываются полным аналогом линейных форм экзарационного мезорельефа, которые были впервые выделены в Северо-Западной Канаде и получили название гигантских ледниковых борозд [12]. Что же касается межлоббинных гряд, которые, собственно, и привлекли внимание Демокидова, то некоторые из них действительно похожи на друмлиноиды и крэг-энд-тейл формы. Важно отметить, что напорные (проксимальные) концы тех и других обращены на северо-восток.

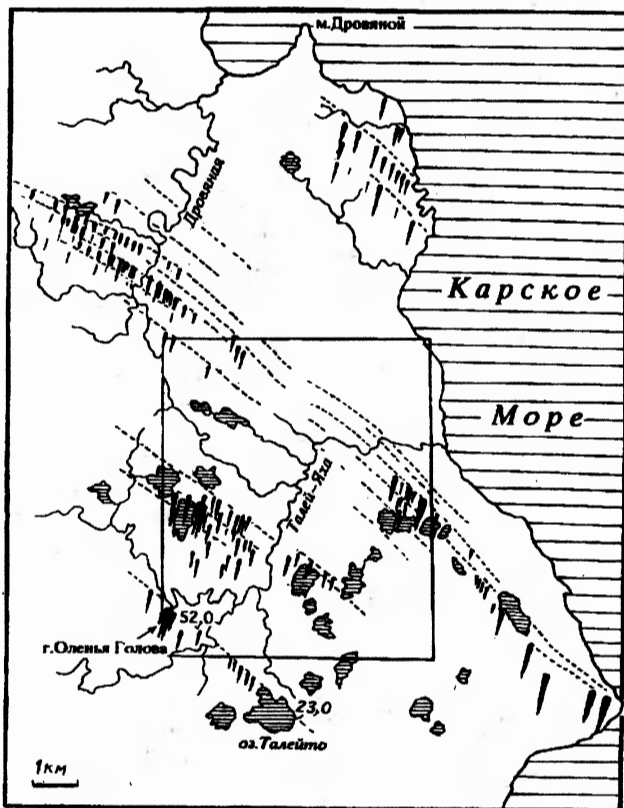


Рис. 4. Вайгачское друмлинное поле: друмлины, друмлиноиды, крэг-энд-тейл формы. Прерывистые линии — пороговидные выходы палеозойских известняков (составлено по аэрофотоснимкам).

Прямоугольник ограничивает участок, показанный на снимке 3, б

Все ледниковые борозды ориентированы диагонально, с северо-востока на юго-запад. Их направление постепенно меняется от СВ 35° на крайнем востоке поля до СВ 65° на его западном краю, так что, строго говоря, они не взаимно параллельны, а несколько расходятся к юго-западу. Такое — не строго параллельное — расположение линейных элементов поля явно указывает на его связь с широкой ледниковой лопастью, которая двигалась на юго-запад и свободно растекалась по дну соседнего Печорского моря. Так что гигантские борозды Новоземельского поля возникли явно вблизи синхронного им ледникового края, во всяком случае, не дальше, чем в первых десятках километров от него.

Вайгачское друмлинное поле. Вайгачское поле (рис. 4) расположено в юго-восточной части Вайгача, на участке, лежащем к югу от мыса Дровяной. Весь остров выслан малоомощной, до 8—10 м, мореной, которая залегает непосредственно на палеозойских породах, причем повсеместно, на побережье и центральном плато, т. е. вплоть до отметок, превышающих 160 м; морена имеет устойчивую примесь морских раковин и обломков мезозойских пород, происходящих с окружающего шельфа [13, 14].

Наиболее типичные элементы Вайгачского поля — короткие, до 400—500 м, валообразные гряды, выработанные в палеозойских известняках и снабженные «хвостами» из рыхлого материала (рис. 3, б). Иными словами, поле образовано скоплением сложно построенных гряд, которые обычно обозначают терминами «друмлиноид» и «крэг-энд-тейл форма». Общее число таких гряд достигает здесь 110. Самые большие друмлиноиды поля имеют километровую длину, хотя в большинстве своем они не длиннее 400—500 м. Самый высокий друмлиноид,

образованный слиянием нескольких элементарных форм, «гора» Оленья Голова, возвышается над руслом соседней р. Талей-Яха на 20 м (рис. 4).

Все линейные формы Вайгачского поля параллельны друг другу и ориентированы с северо-северо-востока (СВ 20°) на юго-юго-запад; об этом с полной определенностью говорит положение их «хвостов». Несколько иной оказалась ориентировка ледниковых шрамов, обнаруженных автором в 15 км юго-западнее поля, на берегу моря у ненецкого пос. Варнек. Она направлена с СВ 38° и, таким образом, отклоняется от простирания друмлинов на 18° к западу. Это позволяет предполагать, что и ледниковая лопасть, ось которой совпадала с прол. Югорский Шар, веерообразно расширялась в юго-западном направлении.

Югорское друмлинное поле. Это поле, обнаруженное автором на северном выступе Югорского полуострова (рис. 2), занимает участок в 150 км². Весь этот участок выстлан четвертичными, главным образом ледниковыми, отложениями большой мощности [13], чем создавались идеальные условия для выработки настоящих друмлинов и изборозженных поверхностей, или флютинга. Борозды флютинга («флюты») достигают здесь длины 10—12 км, их ширина доходит до 100—150 м, а глубины часто превосходят 10 м, что позволяет назвать весь комплекс мегафлютингом. Благодаря гигантским бороздам поверхность района выглядит гофрированной, а очертания озерных ванн — иззубренными (рис. 3, в).

Напорные (проксимальные) концы друмлинов уверенно опознаются по их утолщенной, крутосклонной форме, в ряде случаев к ним примыкают серповидные озера, т. е. формы, считающиеся типичными элементами друмлинных полей. Судя по ориентировке флютинга и друмлинов, лед, перетекавший через Югорский полуостров, двигался с северо-северо-востока (СВ 20°), т. е. в том же направлении, что и лед, переваливший через Вайгач. Вряд ли можно сомневаться, что оба друмлинные поля, Югорское и Вайгачское, были сформированы противоположными — правым и левым — краями одной и той же ледниковой лопасти, имевшей большую ширину.

Друмлинные поля хребта Пай-Хой. Как уже указывалось, эти поля были впервые обнаружены П. С. Вороновым и В. И. Астаховым. Изученное Вороновым [7] поле занимает широкую седловину, расположенную в центральной части хребта, напротив устья р. Кара. Здесь, на участке шириной 20 км и длиной 30 км, были обнаружены параллельные долинообразные формы, пересекающие водораздел (рис. 3, г). Длина «долин» доходит до 20—30 км, ширина составляет 50—200 м, а глубина и форма поперечного профиля варьируют в зависимости от субстрата: на пересечении с диабазовыми грядками они врезаются на 10—30 м, а в осадочных толщах — только на 5—10 м, поперечные профили в первом случае крутосклонные, трапецевидные, а во втором — более пологие, корытообразные. Сам Воронов, наблюдавший здесь также двухчленные разрезы морены, бараньи лбы, ледниковые шрамы и другие следы оледенения, сделал уверенное заключение, что параллельные «долины» Пай-Хоя — это большие экзарационные ложбины, или гигантские ледниковые борозды.

Описание больших борозд выпахивания, выступов палеозойских известняков, превращенных в ориентированные бараньи лбы и курчавые скалы, друминоидов и других индикаторов движения льда содержится и в работе В. И. Астахова [9], который наблюдал их на северо-восточном склоне Пай-Хоя, а также в моренном амфитеатре, замыкающем бассейн Байдарацкой губы с юга.

Судя по ориентировке описанных Вороновым гигантских борозд, лед пересек водораздел Пай-Хоя в направлении с северо-востока на юго-запад, точнее, с СВ 60° на ЮЗ 240°. О том же говорят и наблюдения Астахова. Последние, кроме того, позволили реконструировать существенно более сложную картину гляциодинамики той части древнего ледника, которая заполняла Байдарацкую губу. Стрелки, показывающие ориентировку линейных форм, на карте Астахова выстраиваются в плавные линии, изгибы которых в общем достаточно хорошо согласуются с простираанием склона хребта Пай-Хой, хотя последний здесь отнюдь не высок.

В целом ориентировка линейных экзарационных форм, образующих описанные выше друмлинные поля, говорит о движении древнего льда с северо-востока, со стороны Карского моря и Северного Ямала. При этом эти поля — не единственное свидетельство такого движения.

Другие признаки «ледового переноса» с Карского моря

Долины-бреши. На Новой Земле следом поперечного, т. е. секущего водораздела, движения льда являются сквозные долины-бреши, которые широко развиты на обоих островах. Подобные долины характерны для многих горных стран, испытавших воздействие мощных ледниковых покровов; доказано, что они формировались всюду, где ледоразделы покровов не совпадали с гребневыми линиями «подледных» хребтов [1, 15]. Новоземельские долины-бреши выражены столь ярко, что они легко распознаются на картах любого масштаба. Эти формы специально изучали В. А. Русановым, О. Хольтедалем, М. А. Лавровой, К. К. Демочкиным и др. [6, 16].

Одна из таких долин, Маточкин Шар, сейчас затоплена и служит проливом, разделяющим два главных острова, у других затоплены только концы, превратившиеся в глубокие губы-фьорды. Общее число сквозных долин здесь не меньше полутора десятков, некоторые из них вошли в литературу и получили собственные названия. Так, на Северном острове известны долина Пересечений, соединяющая губу Митюшиха с Белужьей губой бассейна Маточкина Шара, а также долины: Русанова — между губой Крестовой и зал. Незнаемым, Самойловича — между губой Юж. Сульменева и бухтой Романова, Ермолаева — между губой Сев. Сульменева и зал. Медвежьим, Хольтедаля — между губой Машигина и зал. Ога. Есть такие долины и севернее, в районе, который сейчас погребен ледниковым щитом, что стало известно еще в 30-х годах, после работ экспедиции М. М. Ермолаева [17], есть они и на Южном острове; среди последних наиболее известны сквозные долины Чиракина, Шумилихи, Брандта.

Судя по имеющимся описаниям, все эти долины имеют морфологию типичных ледниковых трогов. Их днища широкие, склоны крутые; поперечные профили корытообразные; продольные профили волнистые, причем их волнистость обусловлена чередованием бассейнов и ригелей; все долины притоков — корытообразные, висячие. Внутридолинные водоразделы не выражены, относительные высоты ригелей редко превосходят 40 м, а абсолютные, как в долине Русанова, не превышают 85—90 м. Скалистые межригельные бассейны часто служат ваннами сильно удлинённых озер, похожих на «альпийские», их типичные представители — озера Гольцовое в долине Самойловича и Ледниковое (длиной 30 км) в долине Ермолаева.

Моренные террасы и границы ледниковой шлифовки на склонах поднимаются до высот 500—550 м [16]. Это позволяет предполагать, что именно такой, близкий к 500 м, была и предельная толщина ледниковых потоков, которые пересекали Новую Землю в заключительную фазу оледенения. Что же касается последнего ледникового максимума, то в его эпоху лед был гораздо мощнее и переваливал через главный водораздел обоих островов. Свидетельство этого — находки морской фауны и древесины-плавника на высотах до 400—420 м над ур. моря и еще более широкое, буквально повсеместное, вплоть до максимальных отметок, распространение следов ледникового сглаживания, шрамов и валунов мезозойских пород, происходящих с соседнего шельфа [6, 13, 17].

«Ледовый перенос» через Вайгач. Дренеледниковый покров переваливал и через о-в Вайгач. Этот факт установлен задолго до наших работ на основе анализа ледниковых форм острова — бараньих лбов, озов, штрихов и шрамов на скалах, а также поверхностных отложений, представленных, как и на Новой Земле, моренными суглинками с примесью морских раковин, валунов и щебня мезозойских песчаников.

Известно несколько гипотез движения древнего льда через Вайгач. По одной

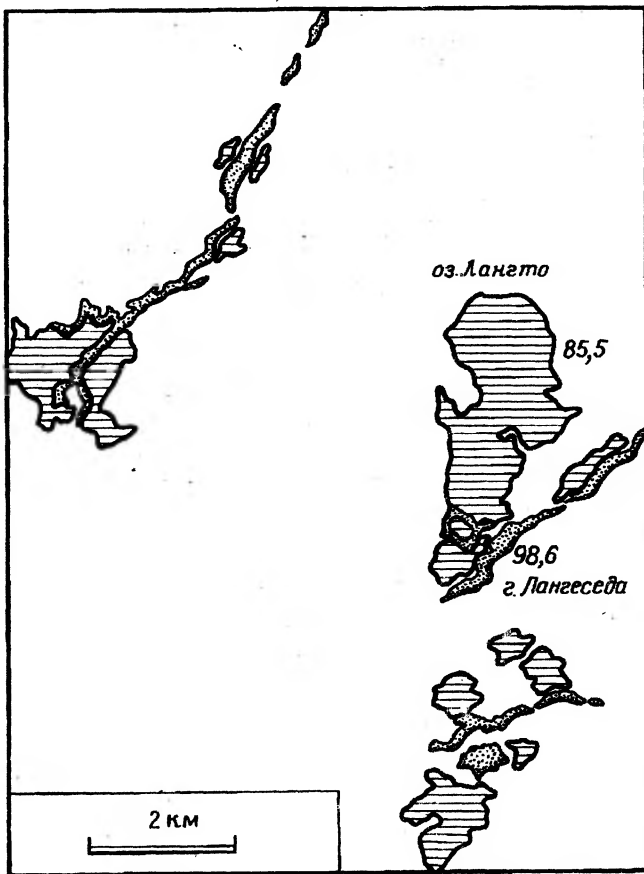


Рис. 5. Пример камово-озовых комплексов области. Центральная часть о-ва Вайгач

из них, высказанной Н. Г. Загорской [13] и опирающейся на общепринятую концепцию Новоземельского ледникового центра, лед сюда поступал с северо-запада, со стороны Новой Земли. По другой, которая была полвека назад выдвинута П. В. Виттенбургом [18] и позже поддержана Л. В. Таракановым [14], «ледовый перенос» через Вайгач шел с северо-востока, со стороны Карского моря.

Среди фактов, на которые ссылались Виттенбург и Тараканов, основное место принадлежит данным об ориентированных формах ледникового рельефа и направлениях переноса эрратики. Как оказалось, все они — ледниковые штрихи и шрамы, удлинённые бараньи лбы, траектории валунов — направлены здесь диагонально, с северо-востока на юго-запад. К числу таких форм принадлежат и вайгачские озё, известные под местным названием «лагеседа». Эти формы были ярко описаны Таракановым; судя по картам и аэроснимкам, они действительно имеют ясно выраженную диагональную ориентировку (рис. 5). Так же, с северо-востока на юго-запад, был направлен здесь и транспорт валунов. Тараканов, в частности, привел пример ледникового переноса «гигантских глыб чрезвычайно характерного биогермного известняка, насыщенного стяжениями черного кремня», через водораздел острова, на 10 км к юго-западу от коренного выхода породы [14, с. 88]. Таким образом, движение льда через Вайгач со стороны Карского моря — достаточно давно и надежно установленный факт. Ориентированный рельеф Вайгачского друмлинного поля — лишь дополнительное подтверждение его правильности.

Не все, правда, в работах Виттенбурга и Тараканова одинаково убедительно. Как гляциолог, я не могу согласиться с утверждением, что непременно условием

диагонального движения льда было поднятие и осушение дна Карского моря. Их гипотеза о Кари́и — обширной суше, возникавшей на месте Карского моря в ледниковый период, сейчас звучит наивно и архаично. Геоморфологи не могут не понимать, что для перетекания льда через Вайгач с моря совсем не требовалось изменений нынешнего рельефа суши и морского дна.

«Перенос» через Пай-Хой. Еще раньше — с начала 30-х годов — стало известно и о движении древнего льда с северо-востока через водораздел хребта Пай-Хой. Как и на Вайгаче, основную роль в этом сыграли наблюдения за ориентировкой ледниковых шрамов и бараньих лбов в водораздельной части хребта, за составом морен и траекториями разноса валунов [8, 19]. Несколько позже вывод о ледниковом переносе через Пай-Хой был подтвержден и данными о простирации уже упоминавшихся гигантских ледниковых борозд и озовых гряд [7]. О том же свидетельствует и установленный П. С. Вороновым факт переноса валунов девонских кварцитовидных песчаников через водораздел, в направлении с северо-востока на юго-запад.

Не менее весомые доводы в пользу движения льда с Карского моря на Пай-Хой и в Северо-Восточное Предуралье привел В. И. Астахов [9]. Среди них — уже упоминавшиеся линейные формы северо-восточного склона хребта, а также положение напорных гряд в Сопкейском моренном амфитеатре, который «придвинут» к Полярному Уралу с северо-востока и открыт на север, к Байдарацкой губе. Астахов обратил особое внимание на вещественный состав этих гряд, подчеркнув, что в них практически отсутствуют обломки уральских пород, зато резко преобладают морские глины, происходящие со дна Карского моря.

Движение льда с шельфа. Движение льда с Карского шельфа на юго-запад следует и из ориентировки гляциотектонических дислокаций, известных на низменных побережьях области. Среди них особенно важны системы складок, нарушающих межледниковую дельтовую толщу пра-Оби, отложения которой выходят в основании разреза Ямала [20], а также гляциотектонопары (термин Э. А. Левкова [21]) района озер Яррото (Южный Ямал) [9] и юго-восточного побережья Хайпудырской губы [22].

Итак, на длинном отрезке Новоземельско-Уральской области, образующем юго-западное обрамление Карского моря, лед двигался с северо-востока и севера, с моря на сушу. Это с полной определенностью установлено для южной оконечности Новой Земли, для о-ва Вайгач, Югорского полуострова и всего хребта Пай-Хой, включая южное побережье Байдарацкой губы. Для других частей Новой Земли, в частности для тех ее участков, где имеются сквозные долины, направления движения льда не столь очевидны, во всяком случае, ни один из работавших здесь исследователей выяснить этот вопрос не пытался. Однако взгляда на карту (рис. 6) оказывается достаточным, чтобы и эта неопределенность была устранена.

В самом деле, линии тока льда, которые уверенно реконструируются по описанным выше друмлинным полям, пересекаются в южной части Карского моря, где, таким образом, устанавливается крупный центр растекания льда. Но отсюда следует, что лед, двигавшийся из этого центра, переваливал не только через Вайгач и Пай-Хой, но и через Новую Землю, следуя по ее сквозным долинам с востока на запад. Данный вывод вполне объективен, он с неизбежностью вытекает из законов движения льда, т. е. опирается на физические законы. Этот вывод находит подтверждение и в соотношении сквозных долин и линий тока льда с Адмиралтейским Валом — крупнейшей подводной моренной грядой Баренцева моря.

Адмиралтейский Вал. Носящая это название система подводных гряд, открытая в ходе батиметрических и сейсмостратиграфических исследований Баренцева моря, обычно ассоциируется с ледниковым краем. Именно по ней чаще всего проводится западная граница Новоземельской ледниковой шапки [23, 24]. Как сейчас известно, она состоит из двух-трех параллельных гряд и на 700—800 км протягивается вдоль западного побережья Новой Земли; образованная валом широкая дуга на 150—300 км отстоит от островной суши (см. рис. 1). Судя по данным профилирования [25], относительная высота вала местами достигает

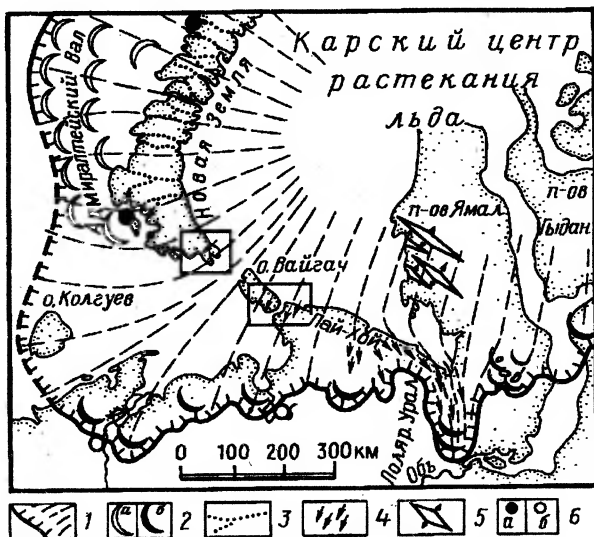


Рис. 6. Карский ледниковый щит в бореальное время голоцена: границы, центр растекания и линии тока льда (реконструкция)
 1 — граница и линии тока ледникового щита; 2 — конечные морены: а — подводные и б — наземные; 3 — сквозные долины-бреши; 4 — ориентировка друмлинов и других линейных форм; 5 — гляциотектонические складки; 6 — пункты взятия образцов для датирования поднятых береговых линий (а) и конечных морен (б)

200—240 м. По тем же данным, основную роль в его разрезе играет не «нормальная» морена, т. е. не скопления валунного суглинка и песка, на долю которых приходится не более 10—15% мощности вала, а дислоцированные породы мелового возраста.

Последнее обстоятельство интерпретируется по-разному. По одной из точек зрения, как эти дислокации, так и сам вал как форма рельефа являются продуктами глубинных тектонических процессов, а ледниковый генезис здесь имеют лишь маломощные моренные гряды, «насаженные» на гребень вала [26]. По другой точке зрения, которая разделяется мною, природа основания Адмиралтейского Вала гляциотектоническая. В пользу этого говорят как плановая форма вала, типичная для конечноморенных поясов (см. рис. 1), так и его соотношение с линиями тока льда Карского центра, отраженное на схеме (рис. 6). Данный вывод, «от противного», подкрепляется отсутствием признаков меловой и послемеловой складчатости в пределах древней Баренцево-Карской платформы [11]. В его пользу свидетельствуют также результаты геофизических работ, проведенных на грядовых формах дна Баренцева моря и показавших, что эти формы — одно из проявлений общей поверхностной дислоцированности шельфа [27]. Показательно, что скважины, пробуренные на подводных грядах этого шельфа, вскрывают многоэтажные пакки надвиговых чешуй-скиб, в которых деформированные мезозойские породы чередуются с плейстоценовыми суглинками (сообщение Н. А. Поляковой, Мурманск). В целом по своему рельефу и структуре дно Баренцева моря оказывается удивительно похожим на ледниковые районы суши, сохранившие покров «мягких» осадочных пород, в частности на Беларусь и Прибалтику с их мощно развитыми гляциотектоническими комплексами [21].

Возраст друмлинных полей. Возраст экзарационного рельефа побережий Баренцева и Карского морей до сих пор определялся просто как поздневалдайский, или сартанский. Теперь, однако, он может быть существенно уточнен, во всяком случае в части, касающейся вышеописанных друмлинных полей. Это стало возможным благодаря тому, что мы, во-первых, знаем возраст ближайшего к ним моренного пояса и, во-вторых, можем не сомневаться в их связи с тонким, быстро движущимся льдом [28]. Последнее подтверждается очевидной зависимостью

движения Байдарацкой ледниковой лопасти от рельефа ложа. В общем можно не сомневаться, что наши друмлинные поля созданы краевой частью ледникового покрова, и время их создания следует аппроксимировать возрастом первого из нижележащих поясов конечной морены.

Что же это за пояс? Согласно карте краевых образований последнего оледенения Северной Евразии [29], ее конечные морены образуют систему из нескольких поясов, расположенных концентрически вокруг общего центра, который совпадает с южной частью Карского моря. Самый близкий к друмлинным полям пояс занимает в этой системе внутреннее положение. Откуда следует, что он моложе всех остальных морен, в том числе морены позднедриасового возраста. Как видно из рис. 6, в состав этого пояса входят не только уже рассмотренный нами Адмиралтейский Вал, но и лежащая на его простирании морена Мархида. Последняя же была обстоятельно изучена и датирована по ^{14}C Х. А. Арслановым и А. С. Лавровым [30]. Ее возраст действительно оказался весьма молодым, а именно близким к 8,5 тыс. лет, т. е. голоценовым, бореальным. Такими же, голоценовыми, следует считать и наши друмлинные поля, «привязанные» к данному моренному поясу.

Особый интерес представляет вывод о весьма молодом, голоценовом, возрасте Адмиралтейского Вала — крупнейшей моренной гряды Евразийского шельфа. В этом в общем-то нет ничего неожиданного. Наши данные о движении льда через Новоземельско-Уральские друмлинные поля показывают, что Адмиралтейский Вал — продукт геологической деятельности огромного ледникового щита. Он сформирован не ледничком, «сидевшим» на самом валу, как думают Ю. А. Павлидис и др. [25], и не Новоземельской ледниковой шапкой, как считают большинство других авторов [23, 24, 31], а остаточным, но все еще очень большим ледниковым щитом, который, покрывая все дно Карского моря, своим западным краем переваливал через Новую Землю.

Молодая морена таких размеров — явление редкое, но совсем не исключительное. Сошлемся на пример Северной Канады, где, по свидетельству А. Дайка и Л. Дреджа [32], конечные морены того же, что и Адмиралтейский Вал, возраста образуют «самую протяженную в мире систему». Судя по описаниям тех же авторов, разные части последней, известные как морены Мак-Эльпайн, Коберн и др., по своим высотам и морфологии близки Адмиралтейскому Валу.

Карский центр растекания льда. Выбор оптимальной модели оледенения

Приведенные факты свидетельствуют, что Карское море подвергалось повальному оледенению, причем не только в позднем плейстоцене, но и на протяжении значительной части голоцена. Площадь остаточного Карского щита, который продолжал существовать в стадию Мархида (8,5 тыс. лет назад), вероятно, составляла 1,5—1,8 млн. км², а его центр занимал ту же позицию, что и в последний ледниковый максимум.

Важно и другое. Растекание льда из Карского центра явилось последним, заключительным этапом в динамической истории оледенения рассматриваемой области. Ведь, как уже подчеркивалось, линейные формы, принадлежащие к семейству друмлинов, несут информацию о самой последней стадии движения льда в их районе [10]. Так что ни из каких других центров — ни с Новой Земли, ни с Полярного Урала — лед в районы друмлинных полей Новоземельско-Уральской области никогда не поступал.

Рассмотренные друмлинные поля сформированы периферическими частями Карского ледникового щита не раньше бореального времени голоцена. Это значит, что распад и ликвидация щита произошли очень поздно. В то же время палеоклиматические особенности Карского моря, — низкие температуры воздуха и малое количество осадков в его районе, — заставляют предполагать, что именно оно было одним из очагов зарождения оледенения Арктики [33]. Как

считают Г. Миллер и А. де Вернал [34], в последний раз оледенение зародилось здесь еще 115—120 тыс. лет назад при климате, близком к условиям межледникового оптимума. Таким образом, вполне вероятно, что ледниковый щит Карского моря не только исчез позже других щитов Евразии, но и возник раньше, чем эти щиты. В итоге жизнь Карского щита была долгой.

Не менее примечательно, что центр растекания Карского щита все это время располагался, никуда не смещаясь, на одном месте — над южной частью Карского моря. Теперь мы можем перечислить неповторимые особенности Карского ледникового щита: он был самым большим в Евразии [29], принадлежал к числу ее главных ледников-«долгожителей», а его центр отличался удивительной стабильностью.

Столь мощное оледенение Карского моря заставляет ожидать, что на его периферии получили выражение эффекты гляциоизостазии. Однако до недавнего времени они известны не были (см., например, обзор в [15]). Лишь недавно появились единичные датировки поднятых береговых линий Новой Земли, которые позволяют надеяться на положительное решение проблемы. Так, нам удалось выяснить, что самая высокая береговая линия о-ва Междушарский, имеющая отметку 51 м, сформировалась не ранее 8 тыс. лет назад, а возраст древесного ствола (плавника), взятого с 60-метровой морской террасы Машигиной губы (о-в Северный), оказался равным 8160 ± 70 л. н. (ЛУ-1761) (данные Арктической экспедиции «Севморгео», сообщенные В. И. Астаховым).

Получила независимое подтверждение и поздняя дегляциация Карского моря. Выяснилось, что на карской стороне Новой Земли «верхняя граница моря», т. е. морская береговая линия, возникшая при первом контакте моря с береговым склоном, образовалась не ранее 5 тыс. лет назад. Так, у мыса Спорый Наволок (Северный остров) эта граница поднимается до 18 м над ур. моря, а возраст образца древесины-плавника, взятого нами с 16-метровой береговой линии, составил лишь 4860 ± 140 лет назад (GX-18532).

Модели оледенения. Существует несколько моделей последнего оледенения Российской Арктики. Одна из них, известная как модель Величко и др. [35], имеет сейчас наибольшее число сторонников, по крайней мере в России. Она предполагает, что оледенение было «ограниченным», т. е. состояло из разобщенных ледниковых шапок, центры которых совпадали с архипелагами Баренцево-Карского шельфа, с горами Полярного Урала и Бырранга, а на месте Карского моря лежала свободная от льда суша [23—26, 31]. По модели Гросвальда [15, 29, 35], поддержанной участниками Проекта КЛИМАП [33, 36], оледенение было сплошным и имело покровный характер; его главным элементом был Карский щит, охватывавший своей периферией Баренцево море и северную окраину Евразийской суши. По третьей модели, недавно выдвинутой В. И. Астаховым [37], последнее (поздневалдайское) оледенение области было тоже покровным, но распространялось лишь на Баренцево море, оставляя Карское почти целиком свободным от льда.

Из нашей модели видно, что оледенение Арктики было сплошным и «морским», т. е. налегавшим на сильно прогибавшийся шельф, откуда следует, что оно находилось в интенсивном энергомассообмене с океаном. Напротив, по модели Величко и др., оно было «наземным» и, значит, имело режим, целиком зависящий от условий атмосферного питания. Тот же «наземный» режим и независимость оледенения от термодинамики океана предполагает и модель Астахова — ведь только при этом условии ледниковые щиты Баренцева и Карского морей, занимавшие окраину одного и того же холодного океана, могли оказаться несинхронными.

Таким образом, расхождение конкурирующих моделей — не только в оценках масштабов оледенения. Их различия много глубже, они отражают разное понимание роли океана в режиме оледенения, а значит, и взаимодействия в системе «льды — океан» для эволюции природной среды, для глобальных изменений прошлого. Поэтому ответ на вопрос, какая из трех моделей соответствует, а какие — противоречат фактам, установленным методами геоморфологии, приобретает принципиальное значение.

Наши данные о движении льда через юго-западное обрамление Карского моря

создают возможность для осмысленного выбора оптимальной модели оледенения. Ведь каждая из трех моделей предполагает свой, присущий только ей, характер движения льда через границу Баренцева и Карского морей. Так, модель Величко и других предсказывает, что это движение было радиальным и линии тока образовывали несколько веерообразных систем, расходящихся от островных и горных центров оледенения; модель Астахова сообразна лишь с поперечным движением льда, которое пересекало водоразделы островов и гор и было направлено на юго-восток и восток, от Баренцева моря к Карскому. Наконец, по нашей модели лед двигался тоже поперечно и тоже пересекал водоразделы, но делал это не «по Астахову», а в противоположном направлении, с северо-востока на юго-запад, со стороны Карского моря к Баренцеву.

Сравнение этих вариантов с ориентированным рельефом друмлинных полей, приуроченных к юго-западному обрамлению Карского моря, делает очевидным, что только последняя модель согласуется с гляциальной геоморфологией области. Отсюда следуют по крайней мере три вывода. Во-первых, Карское море (а не Новая Земля и не Полярный Урал) было центром последнего оледенения. Во-вторых, это оледенение было представлено не локальными шапками, а «морским» ледниковым щитом, который имел «материковые» размеры. В-третьих, дегляциация Карского моря завершилась не 13—14 тыс. лет назад, как сегодня считают очень многие (см., например, [38]), а на 5—7 тыс. лет позже, где-то на рубеже атлантического времени голоцена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асеев А. А., Маккавеев А. Н. Гляциальная геоморфология // Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР. Сер. Геоморфология. Т. 4. М., 1976. 178 с.
2. Щукин И. С. Общая геоморфология. Т. 1. М.: Изд-во МГУ, 1960. 616 с.
3. Лавров А. С. Кольско-Мезенский, Баренцевоморско-Печорский и Новоземельско-Колвинский ледниковые потоки // Структура и динамика последнего ледникового покрова Европы. М.: Наука, 1977. С. 83—100.
4. Архипов С. А., Андреева С. М., Земцов А. А. и др. Покровные материковые оледенения и рельеф // Проблемы экзогенного рельефообразования. Кн. 1. М.: Наука, 1976. С. 7—89.
5. Гросвальд М. Г., Спектор В. Б. Ледниковый рельеф района Тикси (Западное побережье губы Буор-Хая, Северная Якутия) // Геоморфология. 1993. № 1. С. 72—82.
6. Демочкидов К. К. Геология и полезные ископаемые Южного острова Новой Земли. М.; Л.: Изд-во Главсевморпути, 1953. 72 с.
7. Воронов П. С. Новые данные об оледенении и четвертичных отложениях Центрального Пай-Хоя // Сборник статей по геологии Арктики. Вып. 2. М.: Главсевморпуть, 1951. С. 84—92.
8. Чернов А. А. Геологические исследования 1933 г. в юго-западной части Пай-Хоя // Тр. Полярный комис. АН СССР. 1936. Вып. 26. С. 5—81.
9. Астахов В. И. Новые данные о деятельности позднеплейстоценовых Карских ледников в Западной Сибири // Четвертичные оледенения Западной Сибири и других областей Северного полушария. Новосибирск: Наука, 1981. С. 34—41.
10. Lundqvist J. Glacial morphology as an indicator of the direction of glacial transport // Glacial Indicator Tracing/Eds R. Kujansuu, M. Saarnisto. A. A. Balkema. Rotterdam, Brookfield, 1990. P. 61—70.
11. Геология СССР. Т. 26. Острова Советской Арктики, геологическое описание / Под ред. Б. В. Ткаченко, Б. Х. Егизарова. М.: Недра, 1970. 548 с.
12. Smith H. T. U. Giant glacial grooves in Northwest Canada // Amer. J. Sci. 1948. V. 246. P. 503—514.
13. Загорская Н. Г. Новая Земля. Остров Вайгач. Югорский полуостров и Полярный Урал // Четвертичные отложения Советской Арктики (Тр. НИИГА. Т. 91). М.: Госгеолтехиздат, 1959. С. 20—60.
14. Тарakanов Л. В. К вопросу о происхождении рельефа острова Вайгач // Геоморфология. 1973. № 4. С. 85—91.
15. Гросвальд М. Г. Покровные ледники континентальных шельфов. М.: Наука, 1983. 216 с.
16. Лаврова М. А. Геоморфологический очерк долины Русанова на Новой Земле // Тр. Геол. ин-та. Т. 1. Л.: Изд-во АН СССР. 1932. С. 61—93.
17. Ермолаев М. М. Работы Новоземельской гляциологической станции в Русской гавани // Бюл. Аркт. ин-та. № 2. Л., 1934. С. 50—55.
18. Виттенбург П. В. Рудные месторождения о-ва Вайгача и Амдермы // Тр. Горно-геол. упр. Главсевморпути. 1940. Вып. 4. 171 с.
19. Ливеровский Ю. А. Геоморфология и четвертичные отложения северных частей Печорского бассейна // Тр. Геоморфол. ин-та. 1933. Вып. 7. С. 75—84.
20. Гатауллин В. Н. Марресальская свита Западного Ямала — отложения дельты пра-Оби // Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода. Вып. 60. М.: Наука, 1991. С. 53—61.

21. Левков Э. А. Гляциотектоника. Минск: Наука и техника, 1980. 280 с.
22. Лаврушин Ю. А., Чистякова И. А., Гайдаманчук А. С. и др. Строение и вещественный состав отложений гляциального палеошельфа Большеземельской тундры//Литология кайнозойских шельфовых отложений/Под ред. Ю. А. Лаврушина. М.: ГИН АН СССР, 1989. С. 3—51.
23. Biryukov V. Y., Faustova M. A., Kaplin P. A. et al. The paleogeography of Arctic shelf and coastal zone of Eurasia at the time of the last glaciation (18,000 yr B. P.)//Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1988. V. 68. P. 117—125.
24. Матишов Г. Г. Дно океана в ледниковый период. Л.: Наука, 1984. 176 с.
25. Барендис Ю. А., Дунаев Н. Н., Щербак Ф. А. Актуальные проблемы четвертичной геологии Баренцева моря//Современные процессы осадконакопления на шельфах Мирового океана. М.: Наука, 1990. С. 76—93.
26. Ионин А. С. Рельеф шельфа Мирового океана. М.: Наука, 1992. 256 с.
27. Гатауллин В. Н., Поляк Л. В., Эпштейн О. Г., Романюк Б. Ф. Гляцигенные отложения Центральной впадины — ключ к позднечетвертичной истории развития восточной части Баренцева моря//Материалы гляц. исслед. 1992. Вып. 75. С. 42—50.
28. Bluemle J. P., Lord M. L., Hunke N. T. Exceptionally long, narrow drumlins formed in subglacial cavities, North Dakota//Boreas. V. 22. № 1. 1993. P. 15—24.
29. Гроссвальд М. Г. Оледенение антарктического типа в Северном полушарии (На пути к Новой глобальной ледниковой теории)//Матер. гляц. исслед. 1988. Вып. 63. С. 3—25.
30. Арсланов Э. А., Лаэров А. С., Потапенко Л. М. и др. Новые данные по позднеплейстоценовой и раннеголоценовой геохронологии на севере Печорской низменности//Новые данные по геохронологии четвертичного периода. М.: Наука, 1987. С. 101—111.
31. Четвертичные оледенения на территории СССР/Под ред. А. А. Величко и др. М.: Наука, 1987. 128 с.
32. Dyke A. S., Dredge L. A. Quaternary geology of the northwestern Canadian Shield//Quaternary Geology of Canada and Greenland/Ed. R. J. Fulton. («The Geology of North America», V. K-1), Geol. Soc. Amer., 1989. P. 189—214.
33. Denton G. H., Hughes T. J., eds. The Last Great Ice Sheets. N. Y.: Wiley-Interscience, 1981. 477 p.
34. Miller G. H., de Vernal A. Will greenhouse warming lead to Northern Hemisphere icesheet growth?//Nature. V. 355. № 6357. 1992. P. 244—246.
35. Dawson A. G. Ice Age Earth. Late Quaternary Geology and Climate. L.; N. Y.: Routledge, 1992. 293 p.
36. CLIMAP Project members. Seasonal Reconstructions of the Earth's Surface at the Last Glacial Maximum. U. S. Geol. Soc. map. and charts series. MC-34, 1981.
37. Astakhov V. I. The last glaciation in West Siberia. Quaternary Stratigraphy, Glacial Morphology and Environmental Changes//Research Papers, SGU Ser. Ca 81/Eds A.-M. Robertsson et al. Uppsala, 1992. P. 21—30.
38. Elverhøi A., Solheim A., Nyland-Berg M., Russwurm L. Last interglacial-glacial cycle, western Barents Sea. In: Weichselian and Holocene glacial and marine history of East Svalbard/Eds P. Möller et al.//LUNDQUA Report. V. 35. Lund, 1992. P. 17—24.

Институт географии РАН

Поступила в редакцию
18.06.93

DRUMLIN FIELDS OF THE NOVAYA ZEMLYA — URALIAN UPLAND AND THEIR BEARING ON THE KARA SEA CENTER OF GLACIATION

M. G. GROSSWALD

S u m m a r y

Assemblages of drumlins, drumlinoids, crag-and-tail features, giant glacial grooves and megafaults, collectively termed «drumlin fields», are described from SW coasts of the Kara Sea, i. e. from southernmost Novaya Zemlya, Vaygach Island, Yugorsky Peninsula and Pai-Khoi Ridge. All the landforms were built during one of the latest stages in glaciation of the Eurasian Arctic, which was radiocarbon-dated at about 8,5 ka BP. At that late stage, the ice kept spreading out of the Kara Sea center, which is strongly suggested by NE to SW direction of the linear forms. This is consistent with the model of a continuous marine Eurasian ice sheet and contradicts the concepts of «restricted» and «diachronous» glaciation. It doesn't fit the concept of an early, pre-Younger Dryas, deglaciation of the Barents — Kara Sea continental margin, either. The Kara ice-spreading center proves to have been the most stable and long-lived feature of the Northern Hemisphere's glaciation.