

МОРСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

551.462+551.35](264)

РЕЛЬЕФ И ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ШЕЛЬФА И МАТЕРИКОВОГО СКЛОНА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ АТЛАНТИКИ

И. К. Авилов

Один из наиболее продуктивных районов Мирового океана — северо-западная часть Атлантики. В нее входят промысловые районы Гренландии, Лабрадора, Ньюфаундленда, Новой Шотландии и Джорджес-банка. Они изучены крайне неравномерно. Если Большая Ньюфаундлендская банка известна рыбакам многих стран уже в течение нескольких столетий, то остальные районы осваиваются сравнительно недавно, а промысловиками нашей страны лишь в последние годы.

Сведений о строении дна и грунтах в упомянутых районах до недавнего времени было очень мало. Многочисленные навигационные карты, включая последние американские и датские, не дают полного представления о рельефе дна, не говоря уже о донных отложениях. Картографические материалы и описания Л. Боже (Beange, 1937), А. Клоуза (Close), Х. Хольтедала (Holtedahl, 1958), Ф. Шипарда (1951) и др. интересны и в ряде случаев по-новому характеризуют рассматриваемые районы, но они не могли удовлетворить нужды советского тралового рыболовства. Только батиметрические карты, изданные Береговой и геодезической службой США, очень обстоятельно и полно освещают рельеф дна от берегов до ложа океана, раскрывая сложную картину его строения. К сожалению, эти карты охватывают участки океанического дна к западу от Ньюфаундленда, лежащие уже почти вне пределов рассматриваемой части Атлантики.

В начале 50-х годов начались советские исследования в северо-западной части Атлантики. Поскольку промысловые участки сосредоточены главным образом на шельфе и верхних частях материкового склона, то при изучении рельефа дна и грунтов основное внимание уделялось именно этим частям океанического дна.

В Датском проливе изучение рельефа дна и грунтов началось понсковыми и исследовательскими судами Мурманской промысловой разведки и ПИНРО с 1955 г. В 1957—1958 гг. на экспедиционном судне «Севастополь» был собран обширный материал (рис. 1). Это были первые полноценные данные по грунтам в этом районе. Особое внимание в программе научно-промысловых экспедиций уделяли банке Антон

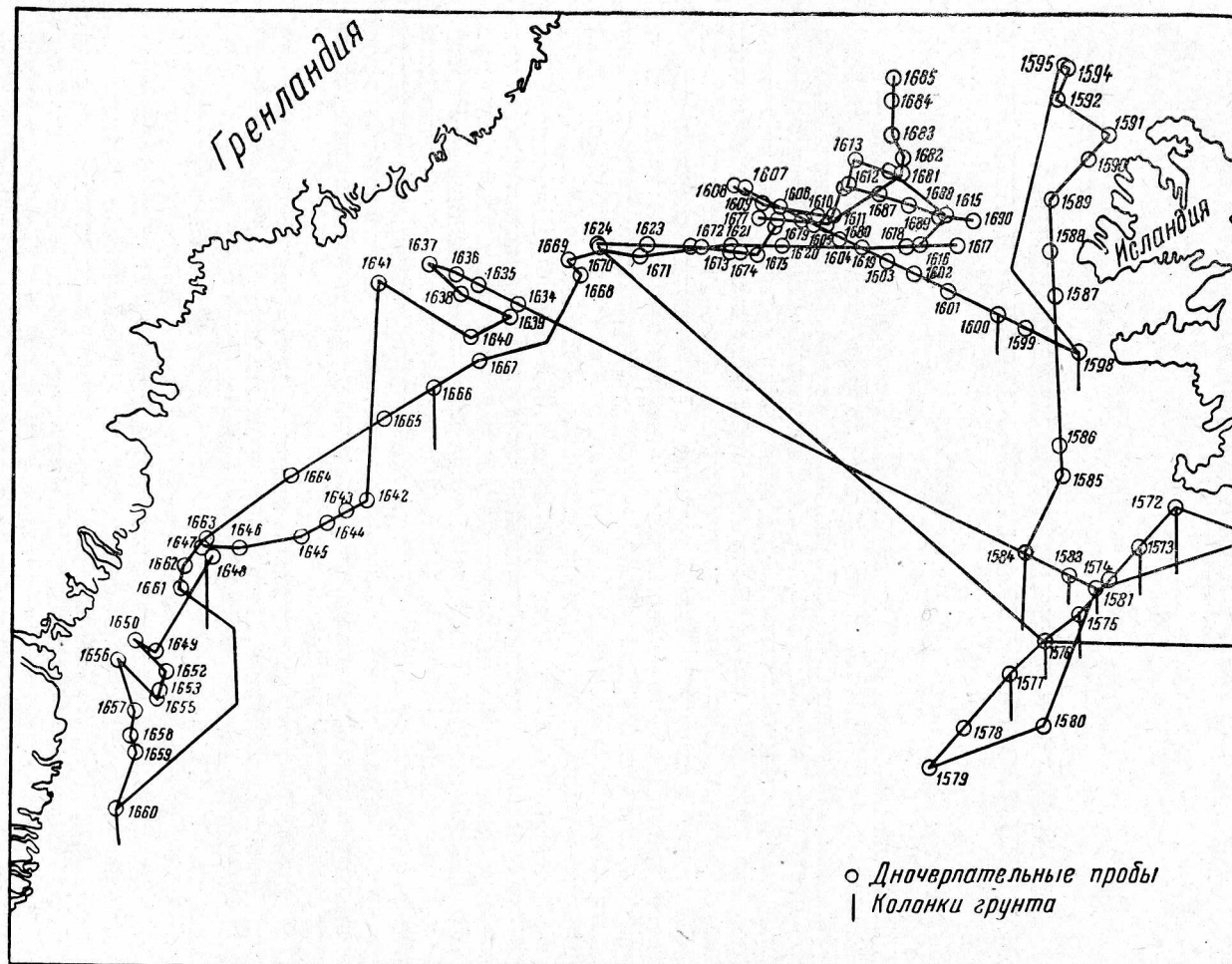


Рис. 1. Схема рейсов и геологических станций в районе шельфа Юго-Восточной Гренландии в 9-м рейсе э/с «Севастополь».

Дорн, на склонах которой ведут основной лов донных рыб (Литвин, 1961).

Более южную часть Восточной Гренландии изучали главным образом во время 9 рейса э/с «Севастополь» в 1958 г. Полученные результаты, хотя и расширили наши знания о рельефе и грунтах, но были явно недостаточны для промысловой характеристики этого района.

Советские исследования в Девисовом проливе начались в 1958 г. на судах Перспективной разведки ПИНРО — «Новороссийск» и «Одесса», но изучение рельефа и грунтов проводилось в очень ограниченных масштабах. Эти исследования были значительно расширены во время работ РТ-207 «Север» в 1960 г. и на э/с «Топседа» в 1961 г.

В промысловых районах Лабрадора и Ньюфаундленда исследования начались в 1954 г., но основные работы по изучению рельефа и донных отложений были выполнены во время 14 рейса э/с «Севастополь» в 1959 г. Многочисленные эхолотные промеры, сборы донных отложений, фотографирование морского дна, сбор взвесей, определение влажности и др. параметров натурально влажного грунта позволили откорректировать имеющиеся данные и значительно расширить и уточнить представление о рельефе дна и грунтах. В 1960 г. район работ был расширен к югу и западу, включая пролив Кабота. В последующие годы некоторые новые данные были получены по промысловому району близ берегов Новой Шотландии и Джорджес-банки.

Несмотря на значительное количество литературных и картографических данных зарубежных авторов, в основу работы все же положены советские материалы, собранные в многочисленных специальных экспедициях и во время работ промысловых судов, так как эти данные более новые и собраны и обработаны по принятой в геологии моря методике.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РЕЛЬЕФ ПРИЛЕГАЮЩЕЙ СУШИ

Облик шельфовых областей, на которых обычно размещаются промысловые участки, во многом определяется геологическим строением и историей их формирования. Судить о геологии и истории шельфовых участков в настоящее время можно только опираясь на геологию прилегающей суши (Махачек, 1959 и 1961; Атлас Канады, 1957).

Строение побережий довольно сложное и не однородное в отдельных частях. Они различаются по геологическому строению, тектонике, рельефу и другим особенностям.

Датский пролив — северная часть северо-западного сектора Атлантики, ограничен Исландией и Гренландией, слагаемых в этих частях мощными покровами базальтов третичного возраста (Thorarinsson, Einarsson and Kjartansson, 1959). Третичные базальты занимают и все дно Датского пролива. Кроме базальтов, в Исландии распространены вулканические брекчии. В южной части западного побережья Исландии излияние базальтов продолжалось и в четвертичное время, образовав местами громадные лавовые поля. На дне океана четвертичные базальты слагают центральные части хребта Рейкьянес и продолжение его на севере Исландского — Ян-Майенского хребта. В Исландии известно до 140 различного типа вулканов, из которых 26 — действующие.

Среди вулканических пород местами распространены третичные континентальные глины и плиоценовые морские отложения.

Побережье Гренландии к югу от Датского пролива сложено гнейсами и кристаллическими сланцами докембрийского возраста, которые смяты в сложные складки и прорваны гранитными интрузиями. В конце девонского периода произошли крупные интрузии сиенитов.

Аналогичное геологическое строение имеет западное побережье Гренландии. В районе о-ва Диско развиты мезозойские базальты и третичные отложения.

Лабрадорское побережье, располагаясь на юго-восточной окраине Канадского щита, сложено древнейшими кристаллическими породами — гранодиоритами, гранитами, кварцевыми диоритами и гранито-гнейсами с включением более молодых вулканических пород — диабазы, габбро, лабрадорита и др. (Atlas of Canada, 1957). О-в Ньюфаундленд относится уже к области каледонской складчатости. Отложившиеся в глубоких прогибах нижнепалеозойские породы в девонское время были сильно смяты в складки, нарушены разрывами и прорваны гранитными интрузиями. В северной и центральной частях Ньюфаундленда залегают главным образом песчаники, известняки, доломиты, аргиллиты, кварциты и др. В Южной половине западного побережья к ним добавляются более молодые конгломераты и базальты. На западе Ньюфаундленда основную роль играют породы осадочного комплекса. Геологическое строение Новой Шотландии сходно с северной частью Ньюфаундленда. Рельеф побережий сформировался под воздействием горообразовательных процессов и эродирующей деятельности мощных толщ льда четвертичного оледенения.

Небольшая часть берегов Исландии, примыкающих к Датскому проливу, низменна. Низменности отделяются крутым уступом центрального плоскогорья (400—600 м) от центральной части острова. Во время четвертичного оледенения весь остров был покрыт льдом, сгладившим подстилающую поверхность (Thorarinsson, Einarsson and Kjartansson, 1959).

Территория Гренландии сформировалась главным образом в докембрийское время под влиянием древней складчатости, серии последующих интрузий и мощной обработки льдами четвертичного оледенения. Ледовая абразия продолжается и в настоящее время. Прибрежная полоса суши Восточной Гренландии характеризуется альпийским горным ландшафтом. Свободная от льда полоса берега крайне узка и представляет собой систему раздробленных сбросами массивов. Береговые хребты высокие, острой формы и сильно расчленены фиордами. Самый высокий береговой хребет достигает 3700 м — гора Гунбьёрн-Фьельд (под 66° с. ш.). На юге Гренландии, у мыса Фарвель, пик Тинчерток имеет высоту 3263 м. Берег сильно изрезан и окаймлен бесчисленными островами. Крупные острова отделяются проливами, имеющими форму фиордов.

На Западном побережье Гренландии хребты менее высокие, более широкая береговая полоса свободна от льдов (1,5—180 км). Цепи остроконечных вершин высотой до 1600 м сменяются в глубине острова ступенчатыми плоскогорьями высотой 400—600 м. Западное побережье, как и восточное, расчленено фиордами, длиной до 100—180 км с глубинами до 500 м. К крупнейшим фиордам относятся Готхоб-фиорд, Сёре-Стрём-фиорд и Нёрре-Стрём-фиорд. Изрезанность берега здесь несколько выше, чем на востоке, и окаймляется он большим количеством островов, образующих широкую полосу шхер. Острова, составляющие полосу шхер, сравнительно большие.

П-ов Лабрадор еще до начала палеозоя подвергался складчатости. Сильно смятые в складки древние породы были прорваны многочисленными интрузиями. Более молодые тектонические движения проявились только в виде плавных подвижек изостатического характера. Длительное воздействие экзогенных факторов, в том числе и абразии мощных толщ льдов четвертичного оледенения, придали плоскогорью Лаб-

радора (высотой 400—800 м) типичный ледниковый ландшафт с большим количеством озер, который осложнен отдельными вершинами высотой более 1500 м (на севере Лабрадорского побережья гора Серк имеет высоту 1676 м). Прибрежную часть плоскогорья расчленяют многочисленные фиорды. Береговая линия неровная. Заливы часто глубоко вдаются в сушу, преобладают скалистые и обрывистые берега. В ряде мест большие глубины располагаются непосредственно у самого берега. Вдоль берега часты скопления небольших островов и скал, образующих иногда шхерные районы.

О-в Ньюфаундленд и п-ов Новая Шотландия также подвергались воздействию льдов четвертичного оледенения, которые придали специфические черты их поверхности. Рельеф Ньюфаундленда имеет вид плоскогорья высотой 400—500 м с отдельными горными кряжами (Лонг-Ридж высотой до 805 м), невысокими грядами холмов северо-северо-восточного простиранья и многочисленными глубокими и продолговатыми озерами. Характерны голые каменные холмы и скалы, многочисленные валуны, покрывающие все главнейшие мысы и окаймляющие подножия прибрежных холмов. Береговая линия неровная и прорезана многочисленными заливами, являющимися, по существу, громадными фиордами с прямыми, параллельными, высокими, обрывистыми стенками и порогом (под водой) в устьевой части. У берегов сравнительно много мелких островков и скал. Крупных островов мало и они чаще всего располагаются в направлении продолжения полуостровов.

В Новой Шотландии преобладают низменные холмистые равнины, переходящие в возвышенности с пологими склонами, высота которых увеличивается к востоку и на о-ве Кейп-Бретон достигает 532 м. Берега расчленены заливами часто фиордового типа, но по размерам они значительно уступают ньюфаундлендским. Берег неровный, скалистый и окаймлен многочисленными островами, островками, скалами, банками и рифами.

РЕЛЬЕФ ДНА

Характерно для всех участков материковой отмели Северо-Западной Атлантики воздействие льдов четвертичного оледенения, расчлененность на отдельные изолированные друг от друга банки, размещенные в большинстве на внешнем крае шельфа, наличие подводных долин часто трогообразного вида с широкими, относительно прямолинейными склонами, нередко сопряженными с устьями фиордов, заливов и проливов и пересекающими весь шельф (Шипард, 1951).

Датский пролив, по линии которого располагается граница между Атлантическим океаном и Гренландским морем, морфологически представляет подводный порог — часть общего поднятия от Гренландии до Британских о-вов (рис. 2). Островные отмели Гренландии и Исландии почти смыкаются между собой и разделены сравнительно узким желобом, переходящим к северу и югу в глубокие, круто падающие У-образные долины, устья которых привязаны к подножью материкового склона. Седловина порога расположена на глубине 591 м (Литвин, 1959; Литвин и Рвачев, 1961).

Островная отмель Исландии, по существу, является подводным продолжением береговой низменности и очень сходна с ней по характеру рельефа. Она представляет собой полого наклоненную равнину шириной 40—55 миль с волнистой поверхностью, которая осложнена рядом подводных долин с плоским дном и пологими склонами, расположенными на продолжении фиордов. Наиболее четко контуры долин выражены на глубинах около 200 м. На глубине 160—170 м отмель пере-

ходит в континентальный склон. Наибольшая крутизна склона (до 2°) наблюдается близ отмели Дейльдагрунн. К северу и к югу от этого участка переход в материковый склон выражен менее четко.

Островной шельф Гренландии в Датском проливе в 3 раза шире исландского и отличается большей сложностью строения. Возвышенные участки имеют ровную поверхность, а пониженные заняты холмами и впадинами-ложбинами. Ориентация ложбин и гребней холмов самая различная, что создает большую сложность в строении рельефа. Шельф

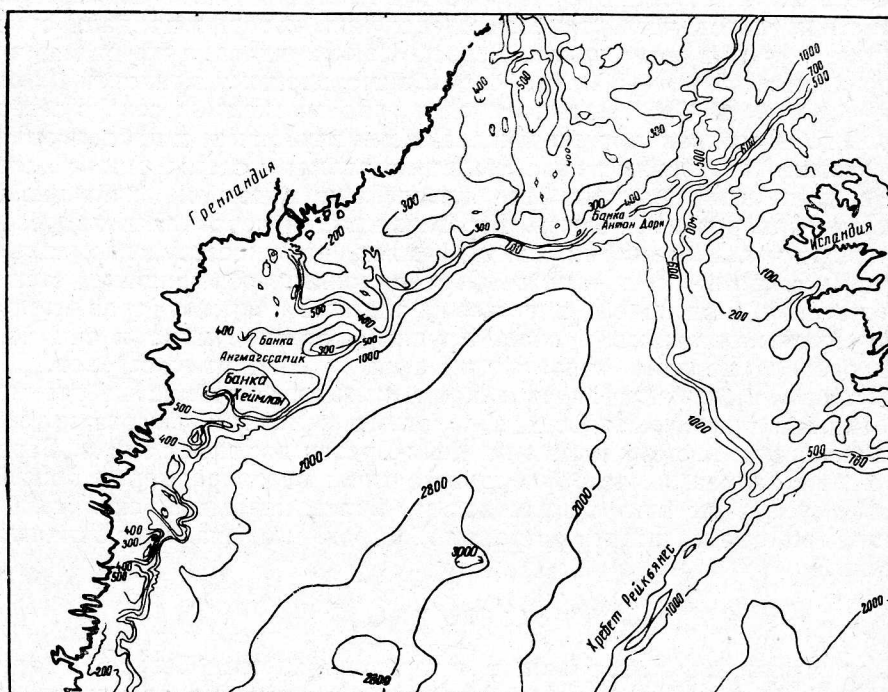


Рис. 2. Схема рельефа дна Датского пролива и Юго-Восточной Гренландии.

Гренландии делится на восточную и западную части широким меридионального направления понижением с глубинами до 600 м холмистым рельефом. Поверхность западной части более ровная (см. рис. 2). Меридиональное понижение является подводным продолжением на шельфе крупного залива Гренландии Кангердлугссуак, в устьевой части которого, близ края материкового склона, возвышается пологий порог с относительной высотой около 50 м, образованный, очевидно, льдами четвертичного периода.

По сравнению с исландской островная отмель Гренландии расположена на больших глубинах и переходит в материковый склон на глубине 370—380 м. Материковый склон ровный и крутой.

Промысловые участки Датского пролива сосредоточены на шельфе, около Исландии они располагаются главным образом в северной половине отмели, а на шельфе Гренландии — на банке Антон Дорн (координаты центральной части 65°55' с. ш. и 29°45' з. д.) с преобладающими глубинами 280—290 м (минимальная глубина 109 м) и на банке Ост (67°30' с. ш. и 30°00' з. д.) с глубинами менее 200 м.

По мере продвижения на юг от Датского пролива расчлененность материковой отмели увеличивается и она распадается на изолированные друг от друга и от коренного берега Гренландии банки (см. рис. 2). Наиболее резко отчлененность банок от берегов Гренландии выражена к югу от Ангмагссалика (до 64° с. ш.). Между банками и побережьем располагается глубокое с очень сложным рельефом дна понижение, образовавшееся, по-видимому, за счет опускания части Гренландского побережья с горным рельефом. С севера на юг значительно уменьшается ширина шельфа, а с нею и размеры банок. В этом же направлении возрастают расчлененность склонов банок, абсолютная глубина расположения поверхности банок и понижений между ними (бывшими долинами со следами обработки льдами). Относительное превышение банок над дном разделяющих их долин остается одинаковым. Все это свидетельствует о неравномерном погружении Гренландии — меньшем на севере и большем на юге.

Подводные долины, пересекающие шельф, в большинстве случаев четко сопрягаются с фиордами Гренландии. Исключение составляет только понижение, примыкающее с севера к банке Ангмагссалик, которое в противоположность всем остальным ориентировано устьем на запад и соединяет зону опускания дна с открытым океаном. Устья подводных долин привязаны к прилегающим участкам дна ложа океана и многие можно четко проследить до глубины 1500 м, а в отдельных случаях и до 2000 м (Авилов, 1962; Морской атлас, 1952, 1953).

Склоны долин, как правило, ассиметричны — ориентированные на юг более пологи, чем ориентированные на север. Асимметрия склонов подчеркивается смещением самых высоких частей банок к северному краю. Вдоль нижних частей склонов ряда долин располагаются валы высотой от 30—40 до 200 м. Наиболее высокие валы расположены к северу от банки Ангмагссалик, а валы высотой 100—125 м — в устьевой части долины к югу от банки Хеймлан. На склонах долины, размещенной против Ангмагссалика, на глубинах более 200 м четко выражены подводные террасы высотой 13, 25, 30 и 35 м. В устье ее расположено возвышение с относительной высотой около 50 м, разделяющее долину на два рукава и являющееся, видимо, сохранившейся частью порога. Верхние части склонов долин обычно слабо расчленены и переходят в волнистую поверхность банок. На банке Ангмагссалик, Хеймлан и на шельфе к юго-западу от банки Антон Дорн поверхность расчленена бороздами глубиной 10—40 м с четкими, иногда резкими склонами.

В Юго-Восточной Гренландии материковый склон может быть разделен на 2 участка: 1) к северу от банки Хеймлан, включая и ее склоны; 2) к югу от нее. Северный участок характерен крутизной, слабой расчлененностью и прямолинейностью склонов. Максимальная крутизна около банки Хеймлан, она достигает 14° . Материковый склон к югу от банки Хеймлан (64° с. ш.) на глубинах 400—1500 м во многих участках резко расчленен, степень расчленения заметно возрастает в южном направлении. Наиболее сложное расчленение материкового склона наблюдается в устьевых частях долин. Создается впечатление, что во время более низкого положения уровня океана края долин были расчленены стекающими ледниковыми водами на глубокие, каньонообразные борозды. Обычно средняя часть материкового склона наиболее крутая и в отдельных местах крутизна достигает $14—16^\circ$.

У берегов Юго-Западной Гренландии рельеф дна имеет много общего с рельефом Юго-Восточной Гренландии. Материковая отмель разделена на отдельные, изолированные друг от друга и от коренного

берега банки (рис. 3). С севера на юг размеры банок значительно уменьшаются: Сторе-Хеллефиске занимает 15425 км², Лилле-Хеллефиске — 1834, Фюллас — 2142, Фискенес — 1816, Данас — 1272 и Фредериксхоб — 196 км² (размер банок указан в пределах 100-метровой изо-

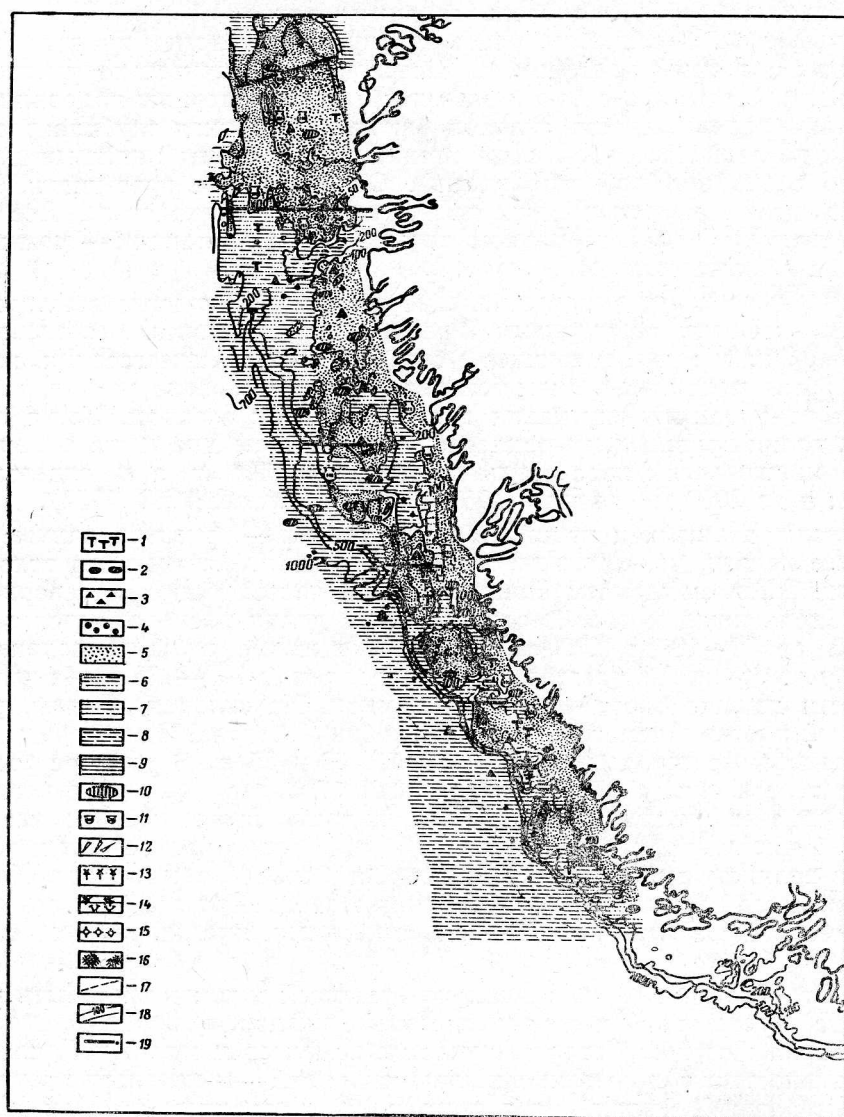


Рис. 3. Схема рельефа дна и грунтов Юго-Западной Гренландии:
 1 — отдельные скалы, 2 — валуны, 3 — галька и щебень, 4 — гравий, 5 — песок,
 6 — илестый песок, 7 — песчаный ил, 8 — ил, 9 — глинистый ил, 10 — глина, 11 — ра-
 куша, 12 — битая ракуша, 13 — губки, 14 — ^{целые} битые кораллы, 15 — фораминиферы,
 16 — корка цементации, 17 — граница ареала, 18 — изобаты, 19 — места расположения
 литологических профилей.

баты). С севера на юг уменьшается и ширина шельфа: на широте Гренландско-Канадского порога она равна около 70—90 миль, а на юге сокращается примерно до 40 миль. Если на севере банки располагаются несколько отступя от внешнего края шельфа в направлении бе-

рега, то южнее 64° с. ш. они лежат непосредственно у внешнего края. В южном направлении, как и на востоке Гренландии, расчлененность склонов и глубина расположения банок возрастают. Если севернее по-

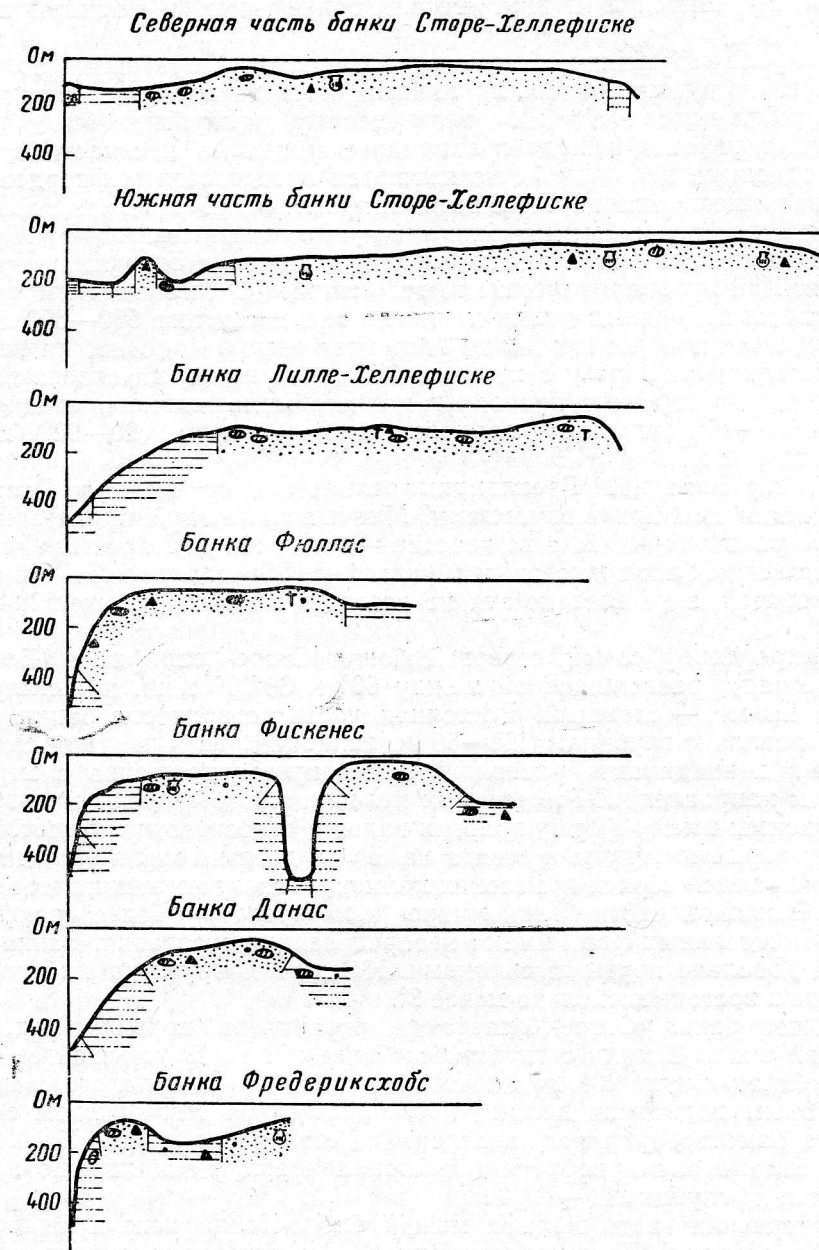


Рис. 4. Литологические профили дна Западного побережья Гренландии (расположение профилей см. на рис. 3). Условные обозначения те же, что на рис. 3

рога (64° с. ш.) край материковой отмели расположен на глубине 160—180 м, то на юге — 230—240 м. Материковый склон обычно неровный и осложнен небольшими уступами. С севера на юг крутизна его увеличивается от $3-5$ до $15-16^{\circ}$ (рис. 4).

В отличие от рельефа дна Юго-Восточной Гренландии в северной половине рассматриваемого участка дна Девисова пролива понижения вдоль берегов (продольные понижения) шельф разделяется на внешнюю, более широкую и внутреннюю, более узкую и сложную поверхность дна.

Углубления между банками, являющиеся древними долинами, обработанными материковыми льдами четвертичного оледенения и затопленными впоследствии океаном, достигают глубины более 200 м. В южных районах западногренландского шельфа и отчасти в северных подводные долины обычно являются продолжением фиордов Гренландии и имеют одинаковое с ними направление. В участках, где шельф широкий, понижения между банками часто не сопрягаются с фиордами, а соединяют вытянутые вдоль берегов впадины с открытыми частями океана. Как правило, глубины таких понижений большие, чем у соединяющих их подводных долин и иногда они достигают 500—600 м.

В устьях поперечных долин близ края шельфа дно всегда несколько приподнято и образует невысокий порог с пологими склонами.

Склоны поперечных подводных долин обычно ровные со средней крутизной 14—15°, склоны же продольных впадин круче (20—22°) и сильнее расчленены.

Шельф Западной Гренландии отличается от шельфа Восточной Гренландии меньшими глубинами. Минимальные глубины на западном шельфе равны 20—30 м, а на востоке — более 100 м. На западе контуры промысловых банок достаточно рельефно обрисовываются 100-метровой изобатой, а на востоке они не всегда выявляются даже 200-метровой*.

Микрорельеф самой северной банки Сторе-Хеллефиске (Большая Палтусовая), расположенной между 68° и 66°30' с. ш. и вытянутой с севера на юг, — сложный. Восточная часть поверхности банки совершенно ровная с глубинами 20—30 м, западная часть покрыта мелкими холмами и впадинами, расположенными преимущественно в меридиональном направлении. Размеры их колеблются от 1 до 14 миль. Некоторые холмы имеют форму пологих валов с относительной высотой 20—40 м, которые вытянуты с севера на юг на десятки миль. Иногда валы подчеркиваются серией невысоких холмов, расположенных на их поверхности. В южной части банки микро- и мезорельеф более спокойны и контуры отдельных форм имеют неопределенные очертания. Банка оконтурена довольно крутыми склонами. На западе крутизна их около 1°, а на юге и востоке несколько менее 3°.

С юга банка Сторе-Хеллефиске ограничена подводной долиной шириной около 8 миль с глубинами более 200 м. В устьевой ее части, на глубинах около 200 м, дно возвышается в виде пологого порога, за которым подводная долина продолжается на материковом склоне, где она заметно сужается, а склоны ее становятся круче. На материковом склоне она приобретает южное направление и хорошо прослеживается до глубин 800—1000 м.

Внутренняя часть шельфа между Сторе-Хеллефиске и Лилле-Хеллефиске (Малая Палтусовая банка) — сложнорасчлененная поверхность, состоящая из чередования впадин и холмов и пр., очень похожая на затопленную область шхер. Внешняя часть шельфа этого участка более проста по строению и представляет собой полого наклоненную к западу равнину, ограниченную с внешней стороны на глубине примерно 150 м уступом, переходящим еще западнее в крутой материковый склон.

* Возможно, это определяется меньшим количеством данных по восточному побережью.

На востоке южной части рассматриваемого участка шельф ограничен продольным понижением с глубинами более 100 м и рядом котловин с глубинами более 200 м. Это понижение четко сопрягается с фиордом Кангердлугсуак. Рассмотренная часть шельфа отделена с юга от банки Лилле-Хеллефиске поперечным понижением с глубинами более 100 м и очень сложными очертаниями. Малая Палтусовая банка (Лилле-Хеллефиске) вытянута с севера на юг (около 40 миль). Она, как и Сторе-Хеллефиске, оконтуривается 100-метровой изобатой. Наиболее возвышенная часть ее расположена близ восточного склона и ограничивается широким продольным понижением с глубинами более 200 м. Здесь, как и в предыдущем прибрежном понижении, глубины увеличиваются с севера на юг и в отдельных котловинах достигают более 500, 600 м. С восточной стороны вливаются многочисленные подводные долины, лежащие на продолжении фиордов. Устья долин привязаны ко дну продольного понижения, являющегося, по-видимому, бывшей долиной, протяженность которой более 60 миль. Вершина понижения располагается близ о-ва Семерсут. Сравнительно крутые южные склоны банки сливаются с ровным широким понижением (с глубинами до 150 м), которое отделяет Малую Палтусовую банку от банки Банан. Последняя состоит из двух асимметричных возвышенностей, расположенных в широтном направлении, с пологими ровными склонами. Минимальная глубина (44 м) восточной возвышенности расположена близ ее края, примыкающего к продольному указанному выше (прибрежному) понижению, а на западной возвышенности та же глубина размещена близ южного ее конца. Разделяющая их седловина имеет относительную глубину около 140 м.

К западу от банок Лилле-Хеллефиске и Банан поверхность шельфа ровная с очень пологим уклоном на глубине 200 м ограничена сравнительно крутым уступом. Материковый склон начинается на глубинах 240—300 м и почти сразу достигает крутизны 5°.

С юга банка Банан ограничена поперечной короткой долиной, являющейся как бы порогом, отделяющим рассмотренное выше продольное (прибрежное) понижение от материкового склона. С запада и востока крутые склоны порога дренируются четко выраженными долинами. Со стороны материкового склона вплотную к порогу подходит узкая долина. Материковый склон в этом месте резко изгибается в сторону порога, образуя как бы глубокий подводный залив, устье которого привязано к глубинам 1000—1500 м. На материковом склоне подводная долина простирается в юго-западном направлении, но по мере углубления приближается к меридиональному.

Расположенная южнее банка Фюллас также вытянута почти с севера на юг. Начиная от банки Фюллас, шельф резко сужается и банки занимают всю его ширину. В пределах 100-метровой изобаты ширина банки Фюллас колеблется от 10 до 15 миль. Восточная часть банки более мелководна и минимальные глубины не превышают 33—35 м. Поверхность ровная и лишь в северной части осложняется небольшими холмами с относительным превышением в 30 м. Минимальная глубина 29 м. На глубине примерно 150 м банка ограничена крутым материковым склоном. Наиболее резко переход к крутому склону выражен в южной половине банки. С востока банка ограничена прибрежным понижением, описанным выше. Отдельные котловины прибрежного понижения имеют глубину до 695 м.

Долина, ограничивающая банку Фюллас с юга, глубже (350—360 м), чем северные поперечные долины. Это обусловлено несколько большим погружением этой части шельфа по сравнению с северными

участками, и, по-видимому, более интенсивным размывом гренландскими водами дна долин в связи с меньшей шириной шельфа. Близ края долина ограничена порогом. На материковом склоне подводная долина выражена значительно слабее.

Банка Фискенес, округлая в плане, устроена значительно сложнее. Юго-восточные склоны банки Фискенес прорезаны небольшими долинами и котловинами. В центре банки располагается впадина площадью около 20 кв. миль с относительным превышением бортов над дном около 570 м (максимальная глубина 659 м). По всей поверхности банки возвышаются холмы, наиболее рельефно выделяющиеся на северной окраине близ крутого склона. С востока банка ограничена продольным понижением. На западе, начиная с 200-метровой глубины, банку окаймляет крутой материковый склон. Северо-восточные и юго-западные части банки ровные. На юге она отделена от банки Данас широкой (5 миль) подводной долиной, соединяющей прибрежное понижение с открытой частью Девисова пролива. В устье долины также есть порог.

Банка Данас расположена на краю шельфа и занимает, как и Фискенес, большую часть его ширины. С юга она ограничена подводной долиной с глубинами около 300 м. В устье ее есть также порог с приподнятым в центре участком дна на высоту около 50 м, разделяющим порог на 2 рукава. Южный рукав глубже. В отличие от рассмотренных выше подводных долин, разделяющих банки Западной Гренландии, эта долина является продолжением фиорда Фредериксхоб, который до края заполнен мощным ледником. Поверхность банки неровная и покрыта холмами различной формы. К северо-востоку от банки Данас располагаются отдельные возвышенности, являющиеся, по-видимому, отчлененными частями банки. Разделяющие их понижения привязаны к общей долине между банками Фискенес и Данас. Склоны банки Данас расчленены еще сильнее, чем склоны Фискенес. Отчетливо выраженная крутизна их начинается в ряде мест уже с глубин 80 м. Обычно граница шельфа располагается на глубине около 100 м.

Самая южная и самая маленькая из промысловых банок Западной Гренландии — банка Фредериксхоб — расположена близ края материкового склона, длина ее 15—18 миль, ширина — до 6 миль. Поверхность банки ровная со слабым наклоном к краям. С юга она ограничена долиной с глубинами более 300 м, без порога в устьевой части. Западный склон банки крутой и с глубины примерно 200 м крутизна его доходит до 14—15°.

Южнее весь участок материковой отмели до мыса Фарвель представляет собой сложно расчлененную волнистую равнину с холмами и грядами различной ориентации и относительной высотой до 50—100 м, чередующихся пологими понижениями, долинами, привязанными к устьям фиордов, и котловинами, иногда достигающими глубин свыше 500 м. Весь этот участок напоминает затопленные шхеры, характерные для рассматриваемого участка побережья Гренландии. Строение материкового склона сложное, он резко расчленен. Вдоль материкового склона размещены отдельные горы.

Основываясь на особенностях рельефа шельфовой зоны Юго-Западной Гренландии, геологического строения и рельефа прилегающей суши, можно, по-видимому, утверждать, что современный облик дна создан под воздействием льдов четвертичного оледенения на подстилающую поверхность, пережившую длительную и сложную историю своего формирования. Позднейшую фазу развития рельефа дна и берегов можно разделить на три этапа:

1. Период, когда по дну Девисова пролива и вдоль восточного

побережья Гренландии (между Гренландией и подводным хребтом Рейкьянес) располагались грандиозные речные системы (рис. 5), связанные к северо-западному атлантическому срединноокеаническому каньону (Линдберг, 1962; Хейзен, Тарп и Юинг, 1962). По геологическим и биологическим данным это происходило в конце миоцена — начале плиоцена. В это время разрабатывались основные долины, залегающие на материковом склоне, к числу которых следует, по-видимому, отнести долины к югу от банки Сторе-Хеллефиске, к югу от Лилле-Хеллефиске, Фюллас, Данас и другие долины между банками.

2. Момент в начале четвертичного периода, когда уровень океана был ниже современного более чем на 300 м, а льдом были покрыты части шельфа, примыкающие непосредственно к берегу. В это время образовалось большинство вытянутых параллельно берегу понижений, основную роль в формировании их играли мощные ледники четвертичного оледенения, спускавшиеся с Гренландии. Одновременно с этим продолжалась разработка подводных долин на материковом склоне и между банками на шельфе.

3. Период, когда уровень океана был близок к краю шельфа и льды занимали весь шельф. В это время, по-видимому, шло формирование сложной поверхности банок — образование холмов, гряд, впадин, уступов и т. д.

Затем последовало дальнейшее отступление льда и повышение уровня океана. Во время очередной стабилизации граница оледенения располагалась близ восточных склонов банок. Сброс льда в море происходил по долинам между банок. В результате воздействия льдов склоны и дно долин приобретали вид, свойственный фиордам. В устьевых частях близ края шельфа формировались пороги. Они выражены неодинаково. На севере района контуры их более расплывчаты, а на юге, где банки располагаются на краю шельфа, пороги очерчены достаточно резко. Этому содействовала, вероятно, и более поздняя обработка морем устьевых участков долин.

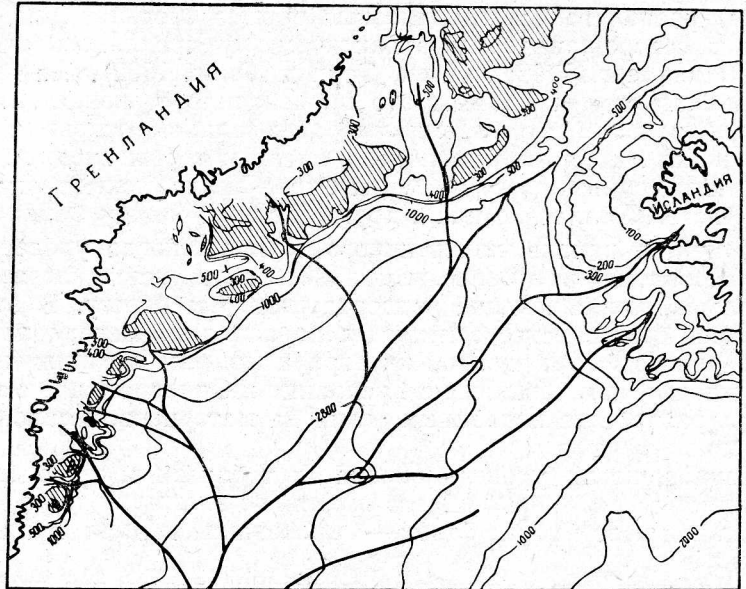
Последующие климатические изменения приводили к все большему сокращению площади, занятой льдом, и очередная стабилизация границы льда происходила в границах современной суши. Уровень океана в этот момент был, вероятно, близок к современному. Последующим воздействием льда на дно фиордов в устьевых частях их создавались четко выраженные пороги.

Тектонические процессы, несомненно, сказались на формировании рельефа дна как Западной, так и Восточной Гренландии, но в рассматриваемый промежуток времени, они, вероятно, не играли определяющей и существенной роли, их воздействие сводилось главным образом к плавным изостатическим поднятиям и опусканиям. Процессами такого типа, по-видимому, и обусловлено неравномерное погружение юго-восточных частей Гренландии.

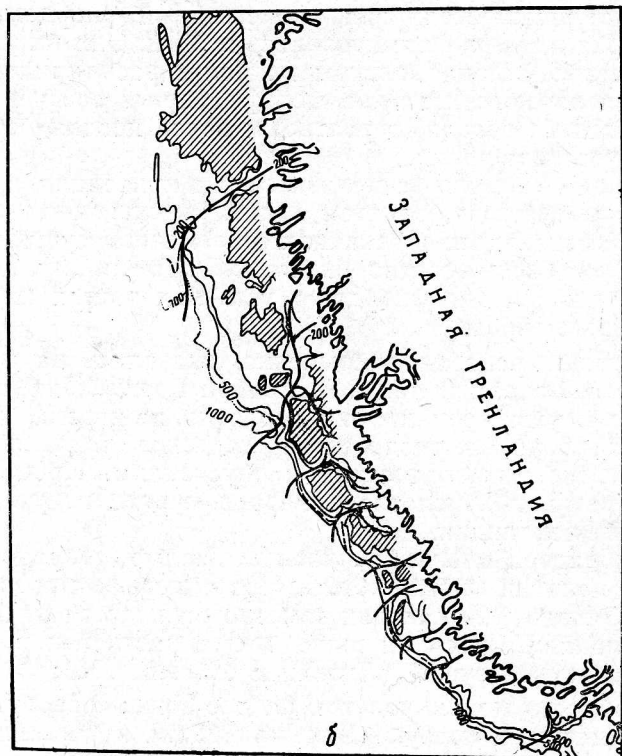
Район Лабрадора и Ньюфаундленда. Шельф Лабрадора и Ньюфаундленда при наличии многих общих черт с шельфом предыдущих участков Северо-Западной Атлантики заметно отличается от шельфа Гренландии и Исландии. Здесь он шире, менее расчленен и заметнее его связь с примыкающей сушей (Литвин и Рвачев, 1961; 1962).

Всю эту область можно разбить на две зоны: северную, связанную с Канадским щитом, и южную (Большая банка и Флемиш-Кап), относящуюся к зоне Аппалач.

О рельефе дна у Лабрадорского побережья известно крайне мало и особенно к северу от 56° с. ш. Севернее 56° с. ш. шельф имеет вид ровной поверхности, слабо наклоненной в сторону материкового склона,



а



б

Рис. 5. Схема размещения предполагаемых древних подводных долин, привязанных к системе срединноокеанического каньона: а — Восточная, б — Западная Гренландия.

на глубине около 300 м переходит в крутой континентальный склон. Геоморфологические исследования к югу от 56° с. ш. показали, что шельф разделяется продольными ложбинами на внешнюю и прибрежную части, а поперечными понижениями внешняя часть шельфа — на отдельные банки. Поскольку шельф к северу от 56° с. ш. и к югу размещен в одной геоморфологической области, то возможно и к северу от 56° с. ш. рельеф дна значительно сложнее, чем он представляется по известным картографическим данным. Несомненно, что на северной части шельфа Лабрадора сказались также воздействие льдов четвертичного периода, покрывавших сушу, шельф и часть материкового склона, и субаэральных процессов, широко распространенных ранее в южной части района.

К югу от 56° с. ш. ширина шельфа постепенно увеличивается с севера на юг. Если в районе банки Северный Гамильтон ширина материковой отмели в пределах 300-метровой изобаты равна 60 миль, то на широте Северной Ньюфаундлендской банки она достигает 200 миль. Увеличивается и глубина расположения банок по направлению к югу. Изобата в 200 м оконтуривает в районе Северной банки Гамильтон большую часть материковой отмели, к югу от нее поверхности с глубинами до 200 м занимают все меньшие и меньшие площади, а на Северной Ньюфаундлендской банке они полностью отсутствуют. Весь шельф разделен здесь древними подводными долинами на отдельные возвышенности: банки Северную Гамильтон, Гамильтон, Белл-Айл и Северную Ньюфаундлендскую (рис. 6).

Вершины подводных долин, разветвляясь на некотором расстоянии от берега в стороны, отчленяют прибрежную часть шельфа от восточной (большей) с банками и заметно сокращают связь между ними, оставляя лишь узкие перемычки. Благодаря этому создается впечатление, что вдоль побережья на расстоянии 20—50 миль располагается понижение, состоящее из непрерывной цепи котловин разной глубины. У отдельных котловин глубина достигает 500—600 м. Сложная сеть долин со стороны океана прослеживается до 200-метровой изобаты, слабо выражена на глубинах 100—200 м и почти совсем не видна на меньших глубинах. Последнее обстоятельство, по-видимому, объясняется нивелирующей деятельностью моря.

Долины в основном располагаются в том же направлении, как и крупные заливы и проливы на берегу. В устьевой части подводные долины обычно значительно сужены и от материкового склона отделены порогом с превышением над дном до 150—200 м (Шипард, 1951; Ewing et al., 1960).

Северная банка Гамильтон состоит, по существу, из двух частей — восточной и западной, разделенных одним из ответвлений древней долины, отделяющей банку от прибрежной части шельфа, и обладает ровной поверхностью с легким наклоном с юга на север в западной части банки и с востока на запад в восточной части. Самый возвышенный участок Северной банки Гамильтон имеет глубины несколько менее 100 м. Южные склоны ее прямые и крутые (до 3°) в западной части и сложно расчленены в восточной. Северные склоны напротив, расчленены на западе и почти не расчленены на востоке.

Банка Гамильтон значительно обширнее по площади. Длина ее вдоль шельфа — 150 миль; ширина — 60—70 миль. От северной банки она отделена подводной долиной, расположенной в меридиональном направлении, с максимальными глубинами более 500 м. В устьевой части долина перегорожена широким и пологим порогом с минимальными глубинами около 250 м. Долина асимметрична — западные склоны кру-

че, чем восточные и интенсивнее расчленены. Вершина долины располагается к западу от банки Гамильтон примерно на широте средней ее части. С юга к верховьям описанной долины вплотную подходит вершина другой долины, разделяющей банку Белл-Айл с банкой Гамильтон. Поэтому западные склоны банки Гамильтон расчленены интенсивнее внешних восточных склонов. Мелководные участки банки

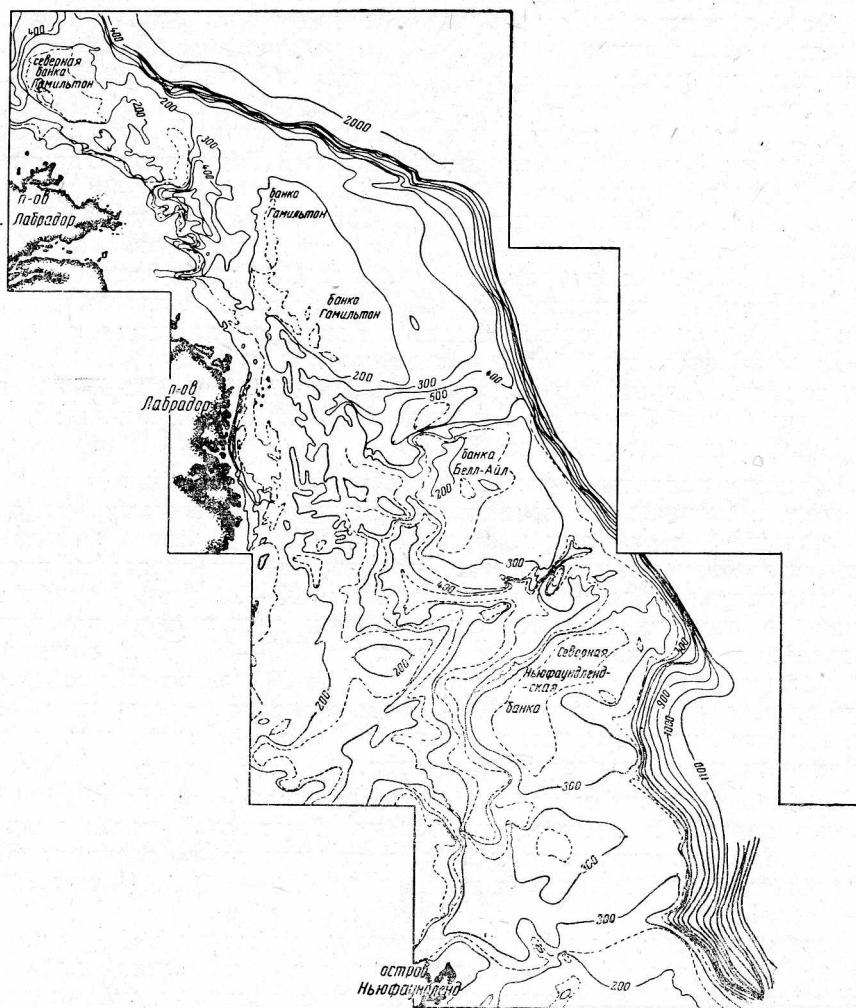


Рис. 6. Схема рельефа дна в районе Лабрадорского побережья.

(гл. <math>< 150 \text{ м}</math>) в виде вытянутых пологих гряд располагаются около западного склона. Поверхность банки ровная и имеет слабый уклон к внешнему краю шельфа. Граница материковой отмели северной и южной части банки расположена на разных глубинах. В северной части банки Гамильтон граница шельфа выражена четко и располагается на 300-метровой глубине. К югу граница выражена менее четко и глубина ее расположения постепенно увеличивается до 400 м. На широте $54^{\circ}50'$ материковый склон прорезан каньонообразной долиной, устье которой прослеживается до глубины 2000 м. К югу (на 10 миль) материковый

склон почти под прямым углом меняет свое направление с восточного-восточного на южное.

Подводная долина между банками Гамильтон и Белл-Айл расположена в широтном направлении, склоны ее асимметричны, южный склон более крутой и сильнее расчленен. Наибольшие глубины (более 500 м) располагаются перед порогом в устье. К востоку от больших глубин долина сужается до 10 миль и мелеет. Максимальная глубина в самом устье несколько больше 400 м.

Банка Белл-Айл значительно меньше и обладает большими глубинами, чем Гамильтон. Участки дна с глубинами < 200 м располагаются в северо-западной части ее и занимают около 200 кв. миль (на банке Гамильтон участки с такими же глубинами занимают в 20 раз большую поверхность — около половины всей банки). Поверхность банки понижается в восточном и южном направлениях. Континентальный склон начинается на разных глубинах: в северной части банки — на 300, в южной — на 400 м. Склон прямой и крутой. Южные склоны банки довольно сложно расчленены. Западные склоны, ориентированные в сторону материка, расчленены еще сильнее.

Наиболее рельефно выражена бывшая речная долина, расположенная к югу от банки Белл-Айл. Ее западные ответвления в верховьях глубоко врезаны в прибрежную часть шельфа и отчленяют от нее многочисленные и значительные по площади плосковерхие возвышенности с глубинами менее 200 м. Восточные ответвления долины своими вершинами близко подходят к краю материкового склона, оставляя лишь узкую перемычку между ними. Сливаясь вместе у северных склонов Северной Ньюфаундлендской банки, они образуют широкую с пологими склонами долину, которая направлена сначала на юго-запад, а затем на юг. Дно долины располагается на глубинах более 450 м. На широте примерно $49^{\circ}40'$ с. ш. она прергается уступом высотой около 150 м, который образовался, очевидно, недавно в результате тектонического смещения. За уступом долина круто поворачивает на восток вдоль северных склонов Большой Ньюфаундлендской банки и на глубинах 400 м выходит на материковый склон широким, открытым устьем.

Северная Ньюфаундлендская банка состоит из двух частей, разделенных пологим понижением с глубинами более 300 м. Большая часть северной поверхности банки ровная с пологими слабо расчлененными склонами. Южная часть банки куполообразная (превышает окружающие участки дна примерно на 100 м). Склоны ее пологи. Материковый склон на севере расположен также и имеет такую же крутизну ($4^{\circ}20'$), как и вдоль банки Белл-Айл. На широте 51° резко поворачивает на запад и становится более пологим (1°). После небольшого изгиба он поворачивает на юг и сохраняет это направление до северных склонов Большой банки, где резко поворачивает на восток и опять становится очень крутым.

Участок шельфа Лабрадорского побережья, примыкающего непосредственно к берегам полуострова, расширяется с 10—15 миль на севере (банка Северная Гамильтон) до 70—80 миль на широте Северной Ньюфаундлендской банки. Мористые части прибрежного участка расчленены многочисленными ответвлениями затопленных долин. Центральные и особенно прибрежные части изобилуют впадинами и возвышениями, подводными и надводными скалами подобно норвежским шхерам.

К северу от пролива Белл-Айл вдоль берега вытянуто узкое замкнутое понижение длиной около 60 миль, состоящее из серии неболь-

ших желобов и котловин с глубинами более 200 м. Отдельные впадины достигают 280—300 м (Ewing et al., 1960).

Рельеф дна восточнее северного конца этого понижения морфологически мало чем отличается от известных шхерных районов.

Рельеф дна Лабрадорского побережья формировался под влиянием тектонических факторов, ледниковой и речной эрозии и морской абразии. Кук (Cook, 1930) и Твенгофел (Twenhofel, 1912; 1940) отдают предпочтение тектонике, Шипард (1951) — ледниковой деятельности. Хольтедаль (1958) считает, что на первоначальный тектонический рельеф наложила отпечаток ледниковая абразия, отдавая некоторое предпочтение последнему фактору.

На основе всех материалов можно следующим образом представить себе схему формирования шельфовых областей Лабрадора. Во время альпийской складчатости Западный Ньюфаундленд подвергся серии разломов северо-западного направления, которые сопровождались сбросами и поднятиями. По-видимому, эти процессы имели место и на прилегающих участках побережья Лабрадора и его шельфа. Пролив Белл-Айл, разделяющий Ньюфаундленд и побережье Квебека, бухта Гамильтон и ряд других более мелких бухт и заливов на побережье Лабрадора, а также серия желобов и понижений на шельфе расположены по линиям разломов, видимо, конца миоцена — начала плиоцена. К этому же времени, по-видимому, относится существование на дне океана к востоку от материка системы реки Палеогудзон, к которой были привязаны все долины канадского побережья (Линдберг, 1962; Хейзен, Тарп и Юинг, 1962).

Более низкий в то время базис эрозии позволил разработать основные долины на шельфе и материковом склоне. Затем последовало, видимо, значительное повышение уровня океана — до глубин 500—600 м (исчисляя от современного уровня океана). Во время наступившего в дальнейшем ледникового периода льдом была покрыта вся территория Канадского щита и, по-видимому, часть шельфа примерно до глубины 150—200 м. Ледниковые воды, вытекающие из под края ледника, разработали сложную систему долин, вершины которых располагались близ основания ледников (около 200 м), а устья — на материковом склоне на глубинах 500—600 м.

Дальнейшее расширение ледникового покрова до внешнего края шельфа повлекло за собой усиленную обработку льдами поверхности шельфа, речных долин и материкового склона, накоплению мощных толщ моренных отложений и созданию в устьевых частях основных долин грандиозных порогов. Волновые процессы, создавая мощные береговые потоки наносов, значительно изменили береговую черту, а в ряде долин сузили устьевые участки более чем вдвое (устье долины к северу от банки Белл-Айл).

При последующем изменении климатических условий лед исчез на шельфе и большей части суши, уровень океана поднялся и затопил шельф. Изостатические движения, которые продолжаются в очень ослабленной степени и сейчас, привели к неравномерному поднятию отдельных участков шельфа. Этими процессами, очевидно, следует объяснить образование уступа в долине севернее Большой Ньюфаундлендской банки перед ее поворотом на восток.

Большая Ньюфаундлендская банка, площадь которой близка к 125 тыс. км², представляет собой огромное плато со слабоволнистым рельефом (рис. 7). Юго-восточная часть банки наиболее мелководная, с глубинами менее 50 м (преобладающие глубины 70—80 м). В центральной части и несколько к северу от нее в результате выхода на

поверхность коренных пород образовались известные скалистые банки Вулфелл, скалы Верджин и банка Истерн-Шолс с глубинами 16—36 м и минимальной глубиной 5,5 м. Кроме них довольно много возвышений

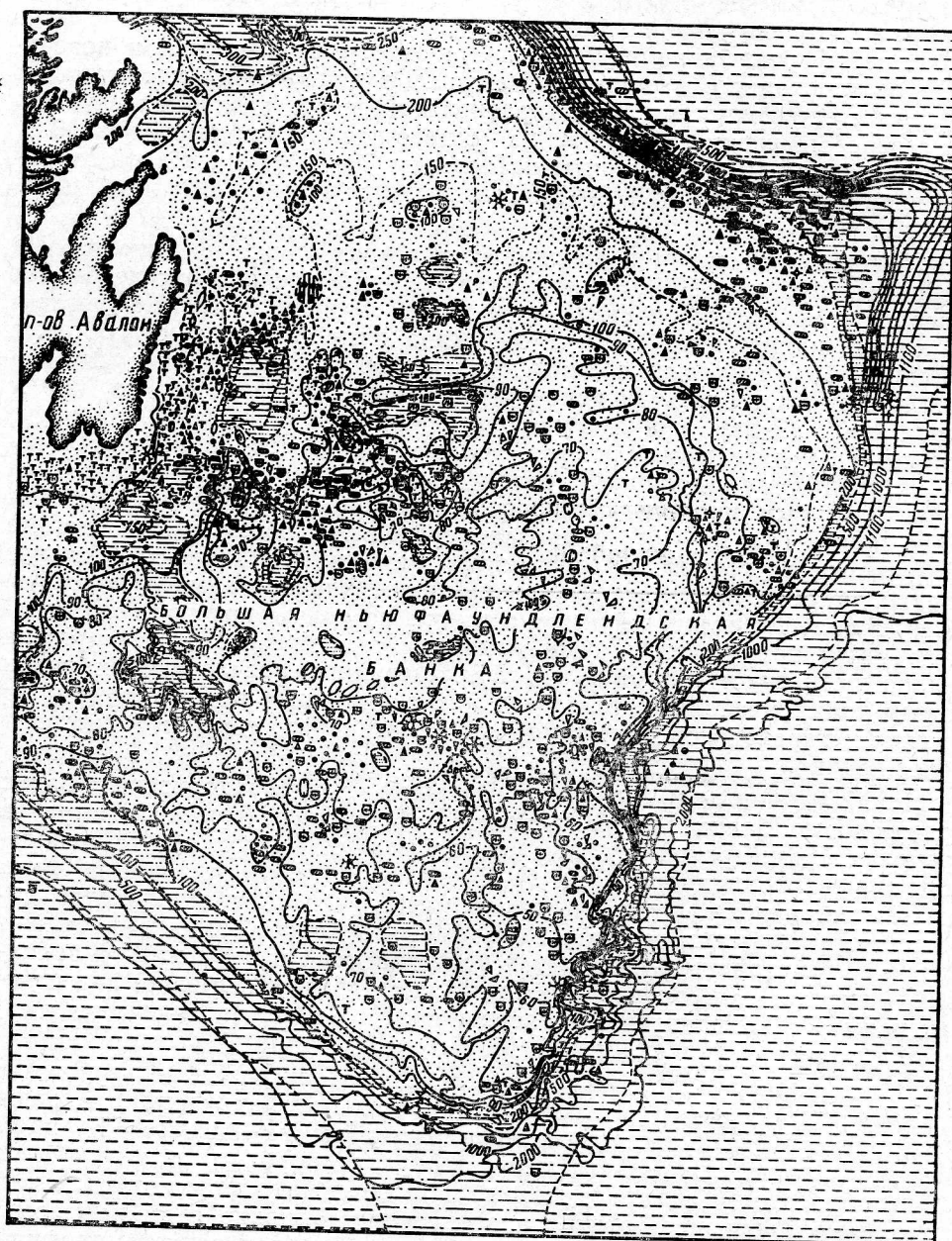


Рис. 7. Схема рельефа дна и донных отложений Большой Ньюфаундлендской банки. Условные обозначения те же, что на рис. 3.

с пологими склонами и относительным превышением в 10—13 м. Значительно шире распространены формы рельефа в виде замкнутых неглубоких котловин — блюдцеобразных понижений с относительным превышением бортов над дном около 10 м, а в отдельных случаях 30—40 м.

Среди понижений выделяется Китовая впадина с глубинами до 120 м. Наиболее интенсивно расчленены западные участки банки. К западу от Большой банки находится понижение с отдельными глубинами до 180 м, вытянутое примерно с севера на юг и отделяющее Большую банку от прибрежной очень узкой полосы шельфа.

К периферии банки глубины постепенно увеличиваются и поверхность ее переходит в материковый склон. Граница между материковым склоном и поверхностью банки располагается на различной глубине. На севере она лежит на 300 м, на северо-востоке примерно на 200 м, к юго-востоку банки она приподнимается до 70—80 м, на южной окраине вновь углубляется до 110—120 м и несколько повышается на западе (100 м).

Материковый склон в различных участках также неодинаков. На севере до глубины 1500 м склон крут ($4,5-5^\circ$) и слабо расчленен. На северо-востоке банки он становится более пологим и располагается в широтном направлении. Затем он резко изгибается на юг, образуя западный борт глубокой долины, отделяющей Большую банку от банки Флемиш-Кап. Здесь он почти не расчленен, крутизна его до 1000 м равна $2^\circ 50'$. Южнее ложбины восточный склон становится снова круче (около 3°) и до самого «хвоста» Большой банки весь расчленен большими подводными долинами (бороздами) с У-образным поперечным и очень крутым продольным профилем. Боковые стенки долин также очень круты (до $10-16^\circ$) и иногда переходят в обрывы. Вся система расчленения восточного склона банки напоминает хорошо развитую овражную сеть на суше, но только более значительных масштабов. Южный склон расчленен примерно также, но общая крутизна его меньше. Между краем материковой отмели и глубинами 1500 м крутизна склона возрастает примерно до $5,5^\circ$. Вершины расчленяющих склонов борозд-долин располагаются здесь несколько ниже по склону, чем на востоке и переход поверхности банки в материковый склон происходит более плавно.

Расположенные к западу от Большой Ньюфаундлендской банки промысловые банки Грин (Зеленая) и Сент-Пьер (Святого Петра) в пределах 100-метровой изобаты имеют ровную поверхность с небольшим изменением глубин (рис. 8). Восточные склоны у Зеленой банки положе западных. Последние в северной части склона образуют довольно крутой уступ высотой около 50 м. У банки Сент-Пьер склоны также асимметричны — восточный более пологий и размытый, а западный — крутой. Наиболее мелководные части банки, имеющие вид пологих холмов с неправильными очертаниями в плане, расположены у самого западного склона (Литвин, 1961).

Подводная долина, разделяющая банки Грин и Сент-Пьер, лежит на продолжении залива Пласентия (юг о-ва Ньюфаундленда) и, видимо, является его естественным продолжением на шельфе. К краю шельфа долина сужается и мелеет, образуя порог с пологими склонами, образование которого может быть объяснено формирующей деятельностью льдов четвертичного оледенения. Влияние льда на формирование долины подчеркивается характером ее поперечного профиля, имеющего вид троговой долины с далеко раздвинутыми в стороны склонами.

С севера банка Сент-Пьер отделяется от банки Берджио, состоящей из 2 небольших по площади возвышенностей, понижением с глубинами более 300 м, вытянутым с северо-востока на юго-запад и своей вершиной заходящим в залив Ньюфаундленда — Форчн. Возможно, что залив Форчн и понижение — единая структурная форма, располагаю-



Рис. 8. Схема рельефа дна районов Ньюфаундленда и Новой Шотландии.

щаяся по линии разлома палеогенового или неогенового возраста и переработанная впоследствии льдами.

Желоб пролива Кабота, ограничивающего банки Сент-Пьер и Берджио с запада и отделяющий район Ньюфаундленда от района Новой Шотландии, имеет глубины более 400 м. Он пересекает весь шельф и от края материкового склона отделен уступом с крутым внешним склоном, переходящим в материковый, и пологим внутренним склоном. Поперечный профиль имеет типичный троговый вид. Дно пролива в основном выровненное и лишь отдельные повышения с относительной высотой около 50 м нарушают однообразие рельефа. Поперек пролива Кабота на линии южный остров группы островов Кейп-Бретон — банка Берджио глубины уменьшаются. Форма дна сложная, являющаяся, очевидно, как и порог в устьевой части, сильно измененной конечной мореной одной из стадий стабилизации отступающего ледника последнего оледенения.

Район Новой Шотландии расположен между проливом Кабота на востоке и обширным заливом Мэн на западе. Здесь на шельфе шириной около 120 миль имеется много различных по размерам и форме банок, сосредоточенных главным образом на внешнем крае шельфа и отделенных от берега понижениями с большими глубинами (см. рис. 8). Большинство банок оконтуриваются 100-метровой изобатой. Одна из банок близ края шельфа, поднимаясь над уровнем моря, образует узкий, плоский и длинный о-в Сейбл. Из других банок наиболее приподняты Банкеро и Мидль-Граунд, где встречаются глубины менее 30 м. Самые большие банки Банкеро, Мизейн, Мидль-Граунд, Сейбл, Эмеральд и Браун. Банки Антимон, Кансо, Самбро, Ла-Хав также хорошо выражены в рельефе, но меньших размеров (Шипард, 1951; Ewing et al., 1960). Большинство банок имеют сложные контуры. У всех крупных банок очень сложная поверхность, состоящая из чередования холмов, гряд, валов с впадинами, понижениями и другими отрицательными формами рельефа дна. Относительные превышения иногда достигают нескольких десятков метров. Рельеф понижений, разделяющих банки, тоже сложный и состоит из сочетания небольших по размерам холмов и впадин. Наиболее сложно устроена западная часть понижения, разделяющего банки Мизейн и Банкеро. Поверхность дна этого понижения состоит из чередования овальных возвышений и впадин длиной около 5 миль, которые вытянуты в северо-восточном направлении и оконтурены 200-метровой изобатой. Только самое западное понижение из этого ряда имеет большую длину и оконтурено изобатой 300 м. Несколько западнее располагается еще более узкая котловина с такими же глубинами (329 м). Остальные крупные понижения имеют асимметричное строение, и участки с наибольшими глубинами примыкают к одному из бортов. Максимальная крутизна склонов на глубинах около 100 м равна $1^{\circ}10'$, на глубинах около 300 м доходит до $5^{\circ}50'$, но обычно крутизна склонов близка к $15-20'$.

Материковый склон, как и в районе Ньюфаундленда, крут и расчленен. Хейзен, Гарп и Юинг (1962) указывают, что средняя крутизна материкового склона около Новой Шотландии колеблется в пределах $2^{\circ}20'-5^{\circ}50'$, а на глубинах около 1300 м уменьшается до $40'$. В отдельных участках падение в $2^{\circ}20'$ сохраняется до глубины 3500—3700 м.

Внешние склоны банки Банкеро прорезаны большими подводными долинами, проникающими за край шельфа. Наиболее грандиозен каньон Гулли, лежащий между банками Банкеро и Сейбл в 25 милях к востоку от о-ва Сейбл. Каньон Гулли пересекает весь шельф, разделяя банки Мидль-Граунд и Банкеро, Консо и Мизейн, и своей вершиной

уходит в пролив между п-овом Новая Шотландия и о-вами Кейп-Бретон. На шельфе его форма выражена рельефно (Хейзен, Тарп и Юинг, 1962; Шипард, 1951).

ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

История формирования шельфа и материкового склона, разнообразие геологического строения этих частей дна океана, различие климатических, гидрологических и гидрохимических условий, своеобразие распределения флоры и фауны, разное количество и качество твердого стока и др. — все это приводит к образованию различных типов донных отложений.

Основным источником донных отложений в этой части Атлантики являются подстилающие толщи, представленные главным образом моренными отложениями, которые имеют преимущественно грубый состав и обогащены значительным количеством крупнообломочного материала. В работе установлены основные закономерности процессов формирования и размещения донных отложений.

Донные отложения **Юго-Восточной Гренландии** представлены широким спектром грунтов, от валунно-галечных до ила (Авилов, 1962; Литвин, 1959; Dietrich, 1959). В табл. 1 дан гранулометрический состав и указан ряд компонентов химического состава поверхностных слоев грунтов. Анализировали большинство собранных образцов грунта (рис. 9, а).

Наиболее распространены терригенные осадки (рис. 9, б). Реже встречаются осадки, в которых основную часть составляют вулканогенные и органогенные компоненты. Значительное распространение имеют также смешанные осадки.

Наиболее грубые грунты у побережья Юго-Восточной Гренландии — галечно-валунные с примесью гравия. Галечный материал преобладает. Валунны, как правило, небольшие, диаметром до 15—16 см и хорошо окатанные. Иногда встречаются угловатые камни размером 28×13×13 см. Камни обычно свободны от обрастания, но встречаются отдельные валуны даже с больших глубин (850 м), почти сплошь покрытые губками, кораллами и др. Из таких грунтов состоят дно и склоны подводной ложбины, врезающейся в порог Датского пролива с юга. Источником большей части крупнообломочного материала являются подстилающие моренные отложения в виде очень плотной коричневатой и зеленовато-серой глины, неоднократно обнаруженной при взятии грунта дночерпателем. Валунно-галечный грунт образуется при перемывании подстилающих толщ сильными придонными течениями. Валунны в виде включений в грунт распространены очень широко и преимущественно в западных зонах шельфа — в районе движения тающих айсбергов и льдов.

Галечно-гравийные отложения занимают почти все самые возвышенные участки небольших банок, расположенных главным образом в южной части Восточной Гренландии. Вместе с ними встречаются кораллы и губки. Отмершие кораллы довольно часто являются составной частью грунта. Гальки обычно полуокатаны. Граница распространения галечно-гравийных грунтов благодаря мощным и постоянным течениям с севера на северных склонах банок располагается глубже, чем в других районах, спускаясь в отдельных случаях до 300—350 м.

Большую часть поверхности шельфа Восточной Гренландии до глубин 350—400 м, а в некоторых случаях и глубже, занимают пески с гравием, галькой, реже валунами, обломками ракушек, кораллами и фораминиферами. Границы их распространения располагаются на

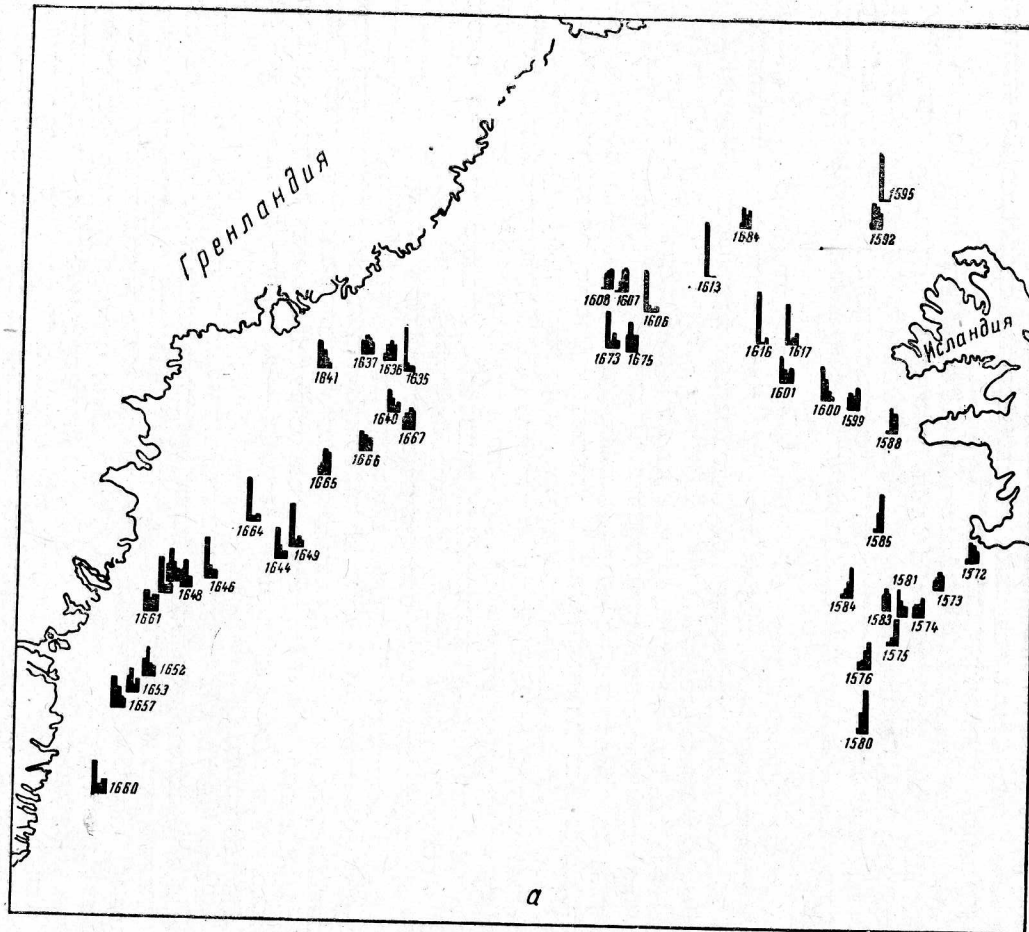


Рис. 9. Гистограммы донных отложений (а) и схема грунтов (б) района Юго-Восточной Гренландии. Условные обозначения те же, что на рис. 3.

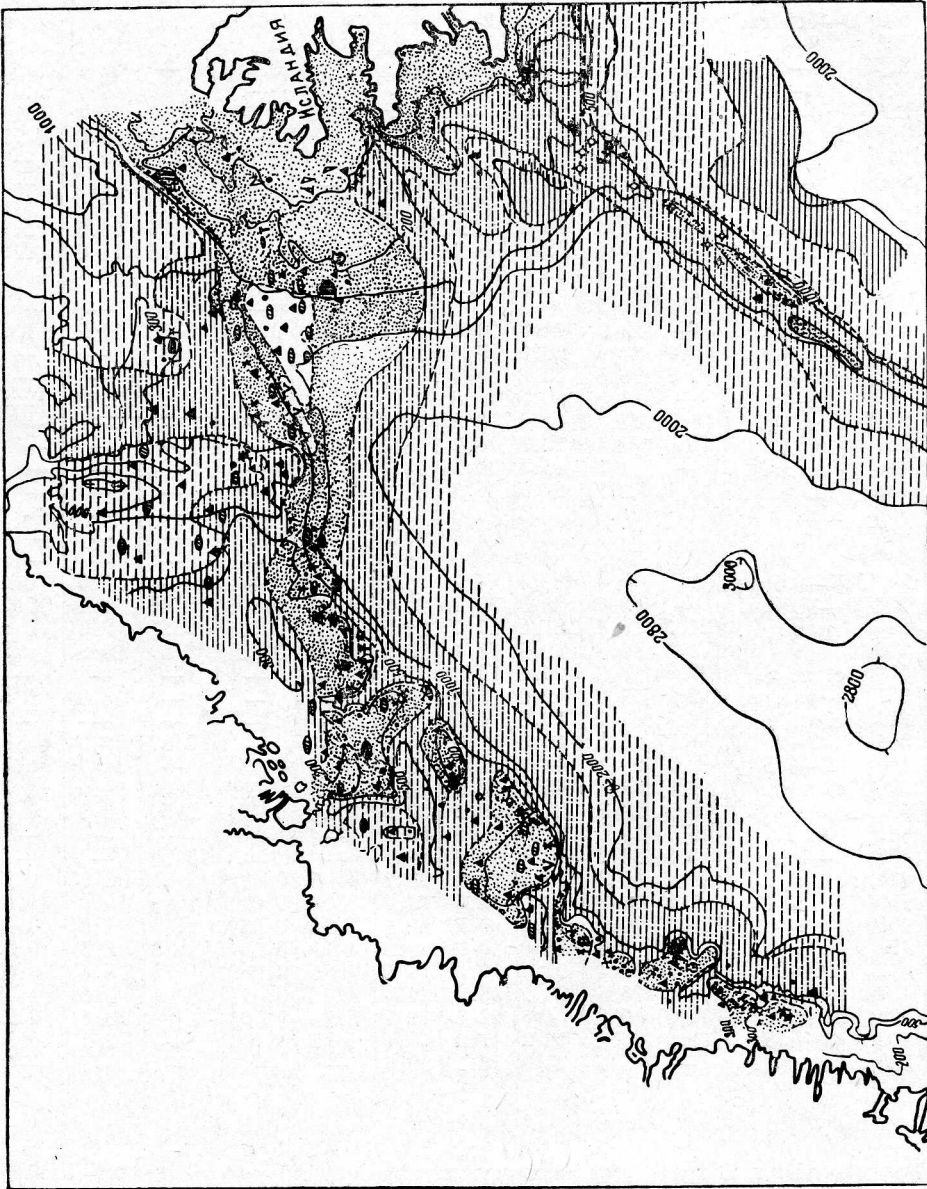


Таблица 1

Номер станции	Глубина, м	Вид анализируемого образца	Механический состав в % (фракции в мм)					Компоненты химического состава, %				
			> 1,0	1.0—0.1	0.1—0.05	0.05—0.01	< 0.01	Fe	Mn	SiO ₂ аутигенная	CaCO ₃	орган. вещество
1572	147	0—4	—	7.96	38.64	36.1	17.3	9.97	0.131	3.93	1.8	0.9
1573	289	0—4	—	16.7	24.7	32.3	26.3	—	—	—	7.8	0.99
1574	392	0—1.5 дн.	—	19.5	24.3	24.6	31.6	8.85	0.116	3.46	1.1	0.3
1575	566	0—3	—	4.7	13.0	41.3	41.0	8.58	0.146	3.80	15.0	1.2
1576	558	0—2	—	9.2	12.7	34.0	44.1	6.71	0.216	—	36.9	1.3
1577	692	0—3	—	—	—	—	—	—	—	4.30	49.1	0.91
1578	850	0—2	—	—	—	—	—	4.35	0.07	1.61	47.4	1.13
1579	778	с. п. д.	—	—	—	—	—	—	—	—	65.6	0.75
1580	1361	0—2	—	0.8	3.6	34.1	61.5	6.30	0.116	—	—	—
1581	369	0—2	(1.4)	47.3	25.4	12.7	14.6	—	—	—	—	—
1583	261	0—2	—	3.3	29.3	40.0	27.4	9.65	0.123	3.74	5.2	1.1
1584	311	0—3	—	6.4	16.2	27.4	50.0	7.87	0.092	4.54	24.5	1.8
1585	285	0—1.5 дн.	—	0.3	3.1	34.1	62.5	7.89	0.100	5.02	11.0	1.6
1592	340	с. п. д.	(1.6)	6.3	43.6	30.9	19.2	—	—	—	—	—*
1595	220	с. п. д.	(65.3)	93.2	4.1	—	2.7	—	—	—	—	—*
1598	198	0—2	—	3.5	44.8	24.6	27.1	7.69	0.100	3.38	17.2	1.6
1599	147	0—1.5 дн.	(6.4)	22.4	26.0	19.8	31.8	—	—	—	—	—
1600	162	0—1	(0.8)	55.5	33.8	6.7	4.0	—	—	—	—	—
1600	162	1—3	—	13.8	30.8	23.8	3176	8.11	0.063	4.73	18.89	2.3
1601	231	с. п. д.	(3.7)	47.8	18.4	13.3	20.5	—	—	—	—	—*
1606	352	в. д.	(16.0)	77.4	10.1	4.1	8.4	—	—	—	—	—*
1607	480	в. д.	—	1.3	15.8	39.5	43.4	—	—	—	—	—*
1608	488	в. д.	(0.4)	3.1	27.7	31.5	37.7	—	—	—	—	—*
1613	348	с. п. д.	(31.3)	91.0	3.5	2.0	3.5	—	—	—	—	—*
1616	420	с. п. д.	(23.6)	84.1	2.6	3.3	10.0	—	—	—	—	—*
1617	210	в. д.	(7.8)	69.2	5.7	6.2	18.9	—	—	—	—	—*
1635	242	0.5—1.5 дн.	(8.1)	76.4	13.4	4.7	5.5	—	—	—	1.6	0.4
1636	338	0—1.0 дн.	—	13.7	23.9	31.2	26.2	4.87	0.108	3.44	1.4	1.0
1637	230	»	(27.3)	18.4	31.2	27.5	22.9	6.59	0.108	2.24	2.6	0.8
1640	309	»	(14.6)	46.8	22.9	11.1	19.2	2.86	0.054	8.29	20.9	0.98
1641	179	с. п. д.	(37.6)	48.7	29.1	14.3	7.9	—	—	—	—	—
1643	331	0—1.0 дн.	(12.2)	73.0	12.0	6.0	9.0	—	—	—	34.0	0.6
1646	210	с. п. д.	(14.7)	66.1	17.5	6.5	9.9	—	—	—	—	—
1647	564	0—2	(9.7)	23.6	46.0	16.0	14.4	—	—	3.62	8.0	0.98
1648	446	2—3.5	(6.9)	29.1	43.7	12.0	15.2	3.69	0.054	—	8.7	0.7
1652	299	с. п. д.	(3.1)	27.1	45.7	13.9	13.3	3.35	0.038	3.01	24.9	0.7
1653	387	в. д.	(1.9)	29.5	38.5	9.1	22.9	3.24	0.054	2.50	6.9	0.5
1657	180	в. д.	(65.7)	49.6	28.6	11.8	10.0	—	—	—	—	—
1660	1558	0—1 дн.	(18.3)	54.3	13.8	13.2	18.7	—	—	13.90	—	—
1661	546	»	(28.2)	31.9	17.7	24.2	26.2	4.05	0.062	3.01	6.5	0.8
1662	216	»	(8.2)	61.3	12.0	12.0	14.7	3.08	0.046	1.92	19.0	0.5
1664	205	»	(25.2)	70.3	8.4	9.2	12.1	5.24	0.054	2.36	7.8	0.6
1665	454	»	—	9.6	15.0	40.9	34.5	4.14	0.69	2.38	3.3	0.8
1666	402	0—2	(1.7)	33.4	27.8	19.6	19.2	3.88	0.062	1.75	5.4	0.6
1667	437	0—1 дн.	—	16.5	23.2	35.9	24.4	4.47	0.085	3.04	6.8	1.3
1673	424	с. п. д.	(30.5)	60.1	4.8	22.4	12.7	5.14	0.108	—	30.6	0.9
1675	409	0—1.5	(11.2)	26.4	12.2	41.3	20.1	6.82	0.108	—	2.2	0.3
1684	335	в. д.	—	5.7	33.6	28.1	32.6	—	—	—	—	—*

Примечание. В графе «вид анализируемого образца» указан верхний слой (в см), взятый для анализа. Образец из колонки дается цифрами, образец от вырезки из дночерпателя отмечен буквами «дн», образец от верхней части дночерпателя — «в. д.» и от средней пробы из дночерпателя — «с. п. д.»

* Анализы выполнялись в ПИПРО т. Попковым.

разных глубинах, в зависимости от ориентации склонов. На северных склонах и на внешнем склоне шельфа, как и у галечно-гравийных грунтов, граница песков смещена на большую глубину. На отмели Исландии преобладают пески, проникая до глубины 200 м. Островной склон Исландии занят преимущественно илистым песком, содержащим значительное количество грубого материала. В районе подводной ложбины илистый песок сменяется валунно-галечными отложениями. На склонах отмели Гренландии к галечно-валунным грунтам в подводной ложбине примыкают участки с песком, а илистый песок занимает полосу вдоль южной кромки отмели. Под небольшим слоем песка почти повсеместно залегают плотные моренные глины. Сортировка песков обычно достаточно высока.

Песчанистый ил на шельфе распространен меньше. Он занимает все склоны банок, подводные долины, понижения между банками и коренным берегом, материковый склон и часть ложа океана. Нижняя граница песчанистого ила уходит далеко за пределы глубин, доступных промысловому тралению. По своему гранулометрическому и вещественному составу он не одинаков. На склонах, особенно в верхних частях их, песчанистый ил насыщен галькой, гравием, реже кораллами.

Около Исландии на широте 65° с. ш. песчанистый ил залегает тонким слоем на мелком песке и занимает сравнительно небольшую площадь. Песчанистый ил покрывает также большую часть островной отмели Гренландии в Датском проливе, зону понижения около Ангмагссалика и примыкающие к нему участки. Сортировка песчанистого ила в большинстве случаев низкая и довольно часто при одинаковом количестве мелкой фракции количество песчаных частиц в осадке изменяется в 2—3 раза (ст. 1637 и 1640). График механического состава песчанистого ила бывает двухвершинным, что свидетельствует о преобладании процессов смещения при его формировании (ст. 1601, 1640, 1648 и 1653 см. табл. 1). Для песчанистого ила в участках дна, примыкающих к Гренландии, характерно постоянное присутствие включений в виде гальки, гравия, целых и битых ракушек, обломков кораллов и мшанок, губок и фороминифер (рис. 10).

Близ Исландии, к востоку от хребта Рейкьянес и у берегов Гренландии на больших глубинах залегает ил. Обычно он зеленовато-серого цвета с коричневатым оттенком и часто в него включены фораминиферы и иглы губок. Заполнена илом и меридиональная ложбина на отмели Гренландии в Датском проливе, где ил покрыт коричневатой пленкой и содержит угловатые камни.

Глинистый ил расположен во впадине к юго-западу от Исландии на глубинах 300—350 м и к востоку от хребта Рейкьянес на глубинах более 1000 м. Обычно в него включены известковые фораминиферы, реже иглы кремневых губок и диатомовые водоросли, окрашен он в светло-серый с коричневатым оттенком и светло-коричневый цвета.

В отдельных местах островного склона шельфа и на его поверхности у Исландии обнажаются плотные ледниковые глины. В большинстве случаев они располагаются под небольшим слоем современных, более грубых осадков.

Минералогический состав грунтов в различных участках шельфа Восточной Гренландии не одинаков.

На участках, прилегающих к областям, в формировании которых основную роль играют вулканогенные породы, осадки обогащены минералами этих пород. В районах, где дно слагают моренные отложения, осадки имеют более пестрый минералогический состав и минералы вулканического происхождения почти полностью отсутствуют.

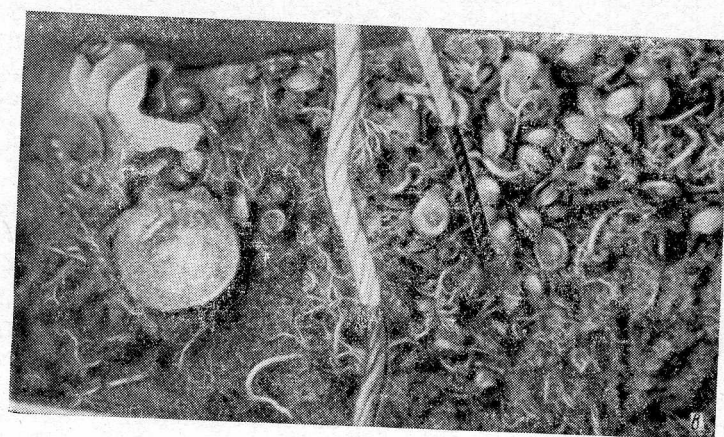
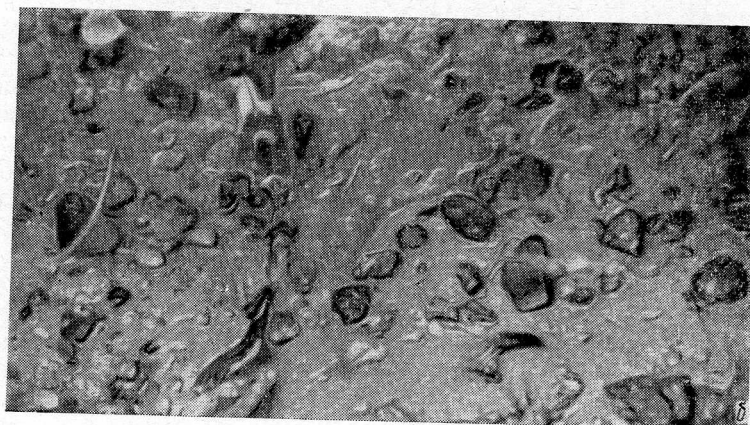


Рис. 10. Фотографии грунта в дночерпателе сразу же после его извлечения на палубу:
a — ст. 1648, глубина 446 м, зеленовато-серый песчанистый ил с галькой, гравием и большим количеством игл губок; *б* — ст. 1653, глубина 387 м, зеленовато-серый песчанистый ил с галькой, гравием, кораллами и ракушей; *в* — ст. 1659, глубина 240 м, обломки кораллов, мшанок ракушек и иглы губок.

Основными минералами как в тяжелой, так и в легкой фракциях близ Исландии и подводного хребта Рейкьянес являются вулканический пепел и стекло. В тяжелой фракции вулканический пепел в среднем составляет 65%, а на ст. 1573 даже 86%. В осадках у побережья Гренландии основу тяжелой фракции составляет роговая обманка с максимальным количеством ее на ст. 1647 — 50%. В легкой фракции преобладает кварц с максимальным содержанием на ст. 1647 — 75%. Соотношение среднего количества основных минералов в тяжелой и легкой фракциях дано на рис. 11. В легкой фракции отмечается значительное количество так называемой органики (главным образом обломки скелетов организмов — карбонатных и кремневых, различные пленки и пр.).

У берегов, являющихся основным источником терригенного материала, осадки содержат преимущественно тяжелую фракцию.

Вулканический пепел, распределение которого дано на рис. 11, *г* и *д*, состоит из угловатых, темных и темно-бурых обломков разной степени раскристаллизации. Часто степень раскристаллизации настолько велика, что обломки составляют почти однородную массу. Вулканическое стекло (рис. 12, *а*) представлено остроугольными обломками желто-бурого и бурого цветов с раковистым изломом, иногда обломки прозрачные или содержат зерна других минералов.

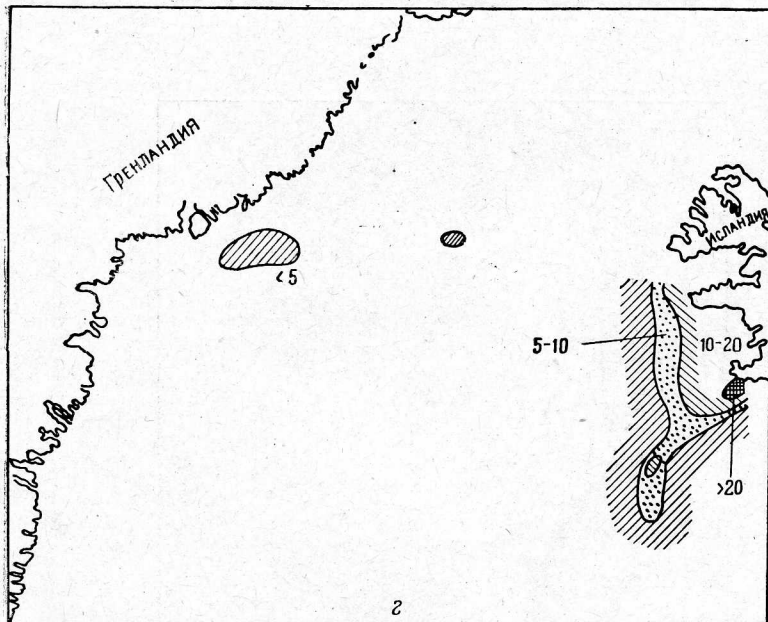
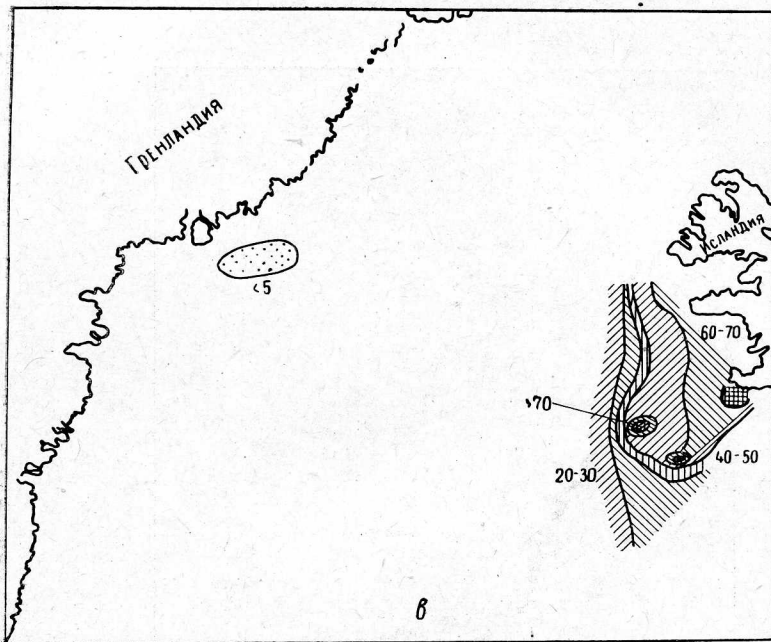
Роговая обманка в виде слегка окатанных призматических и игольчатых кристаллов, а чаще темно-зеленых и зеленых свежих зерен распространена практически только около Гренландии (рис. 12, *б*) с максимальным количеством ее на банках, что, по-видимому, объясняется естественным шлихованием подстилающих моренных толщ. Кварц концентрируется в тех же участках дна, что и роговая обманка. Наибольшее количество его сосредоточено на банках и близ их внешнего края (см. рис. 12, *в*). На втором месте после роговой обманки стоят моноклинные пироксены. Они распространены более равномерно и лишь в отдельных точках их концентрация повышается (рис. 13, *а*). Ромбические пироксены накапливаются только у берегов Гренландии и в районе банки Антон Дорн (рис. 13, *б*).

Помимо указанных минералов в осадках, расположенных около Исландии, встречаются черные рудные минералы ~8% (магнетит, ильменит и реже маркозит), эпидот 1% и в небольших количествах гранат, цоизит, циркон, апатит, хлорит, турмалин и др. У Гренландии к кварцу, ортоклазу, роговой обманке и пироксенам прибавляется гранат (~9%), эпидот (около 5%), цоизит (около 2%) и сильно измененных, разрушенных минералов около 8%. В небольших количествах постоянно присутствуют хлорит, биотит, циркон, апатит, сфен и др.

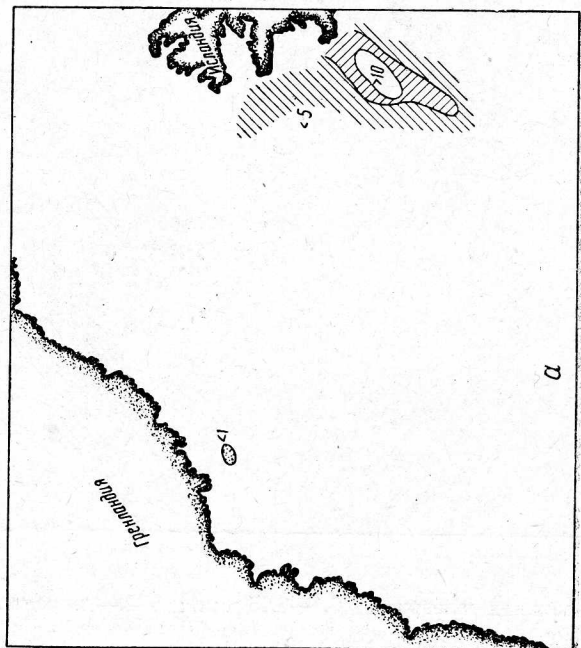
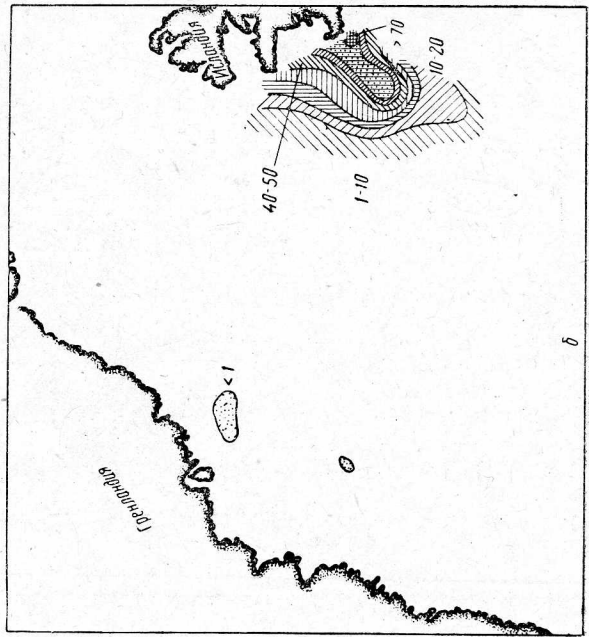
Каменный материал представлен различными породами. На дне и на склонах подводной ложбины, расположенной на южном склоне Датского порога, каменный материал представлен главным образом базальтом, реже порфирами и глинистыми сланцами. В других участках дна каменный материал в ареалах галечно-гравийных грунтов состоит частично из метаморфических и изверженных пород, причем первые, как правило, преобладают. Здесь встречаются долериты, габбро, гнейсы, биотито-кварцевые гнейсы, биотитовые и метаморфизированные сланцы и др.

К органогенным осадкам относятся донные отложения, содержащие более 10% аутигенной кремниевой кислоты (SiO_2) и карбоната кальция (CaCO_3). Формирование этих осадков происходит за счет отмирающих морских организмов.

Из органогенных карбонатных осадков довольно широко распространены коралло-мшанковые грунты, состоящие почти целиком из



11:
 лой и легкой фракциях алеврита (0,1—0,05 мм): ТФ — тяжелая
 кая фракция:
 ные, 4 — гранат, 5 — вулканической пепел, 6 — вулканическое стекло,
 органического происхождения;
 жции в осадках Юго-Восточной Гренландии в %;
 пепла в тяжелой фракции в %;
 ского пепла в легкой фракции в %.



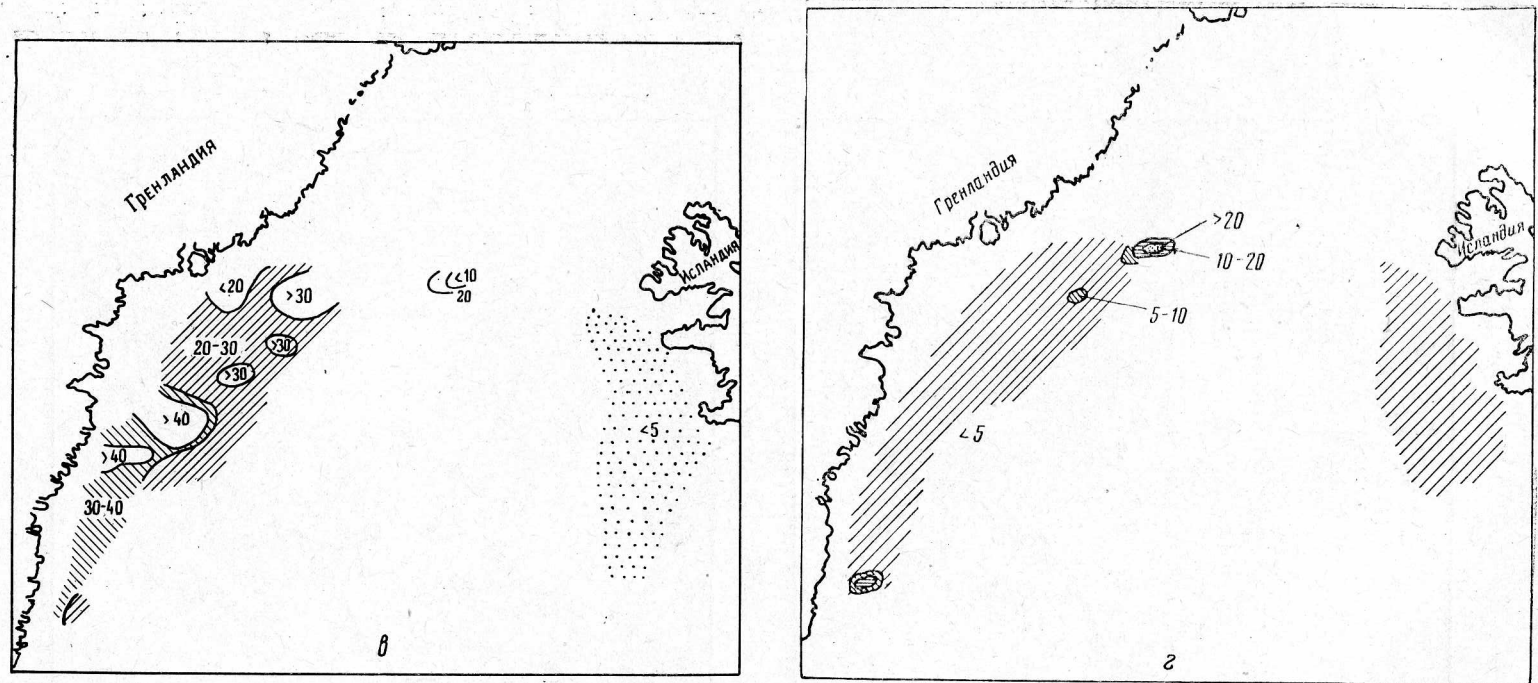
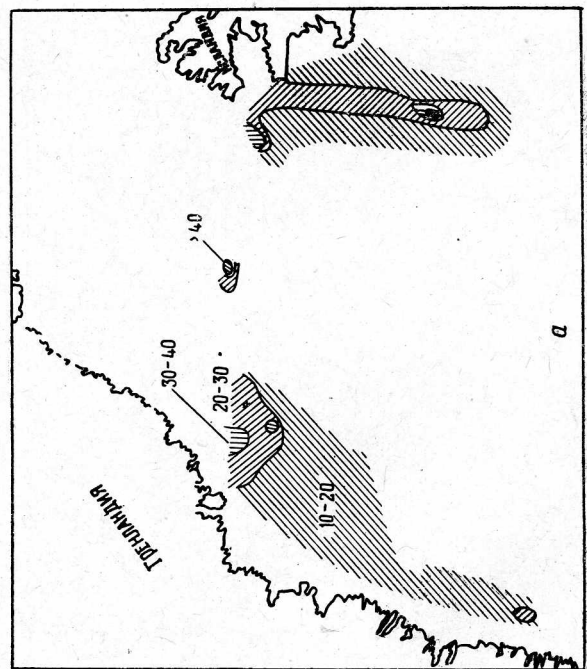
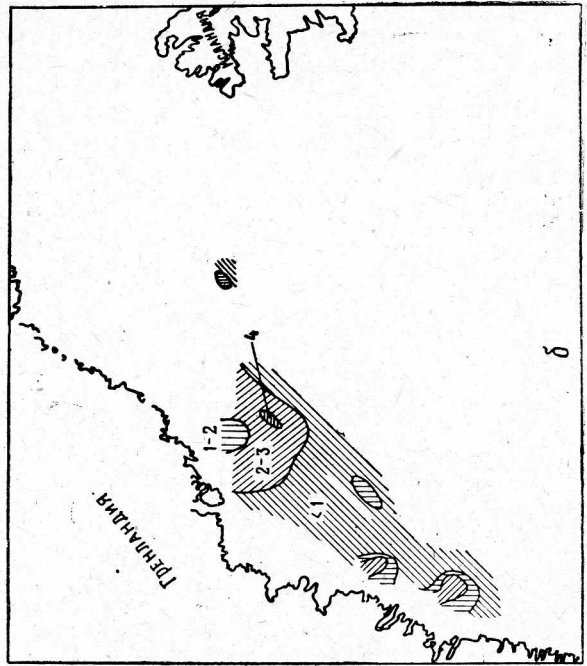


Рис. 12. Схема распределения в % (фракция 0,1—0,05):
 а — вулканического стекла в тяжелой фракции, б — вулканического стекла в легкой фракции, в — роговой обманки в тяжелой фракции, г — кварца в легкой фракции.



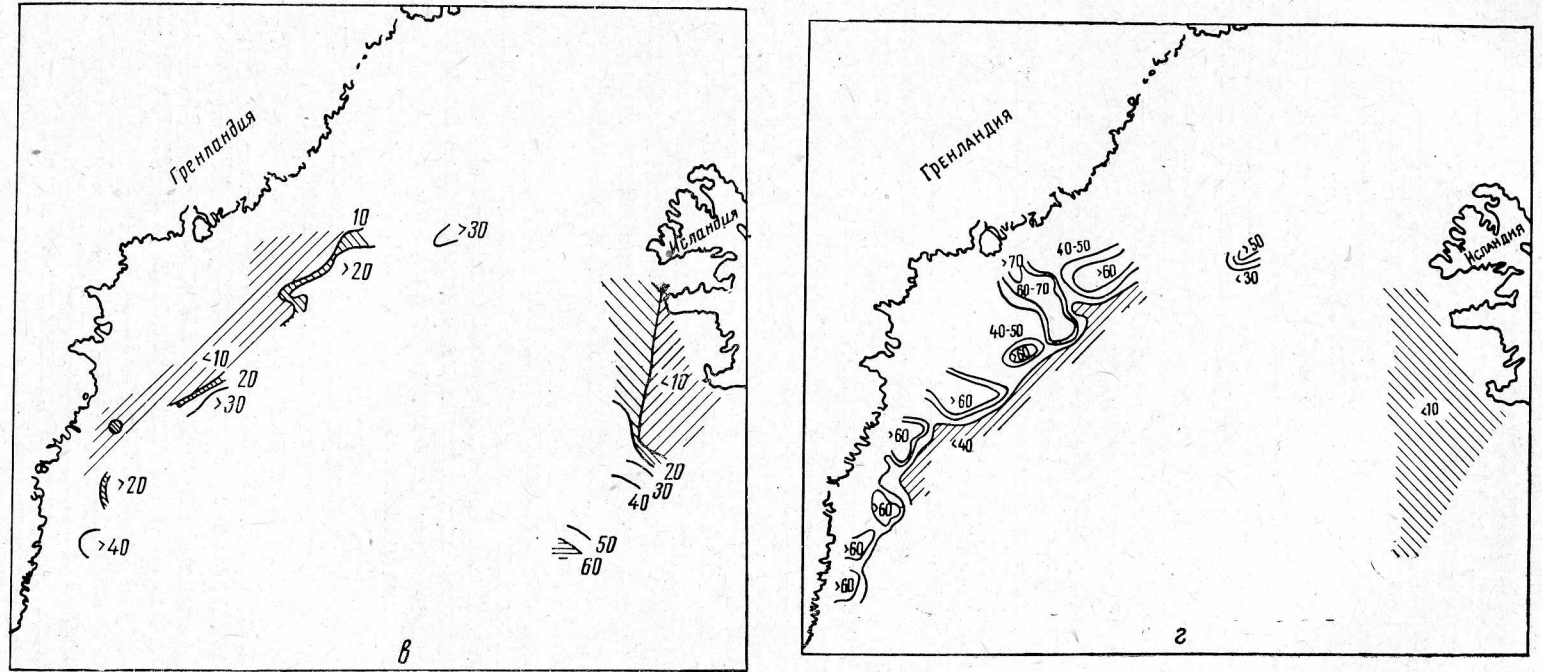


Рис. 13. Схема распределения в осадках, в %:
 а — пироксенов моноклинных (фракция 0,1—0,05): (Т. Ф.), б — пироксенов ромбических (фракция 0,1—0,05): (Т. Ф.), в — карбонатов CaCO_3 , г — аутигенной кремнекислоты SiO_2 .

отмерших кораллов и мшанок с включением обломков раковин, моллюсков, корненожек и реже каменного материала в виде гравия и гальки. Кораллы и мшанки в подавляющем большинстве битые и несколько выветрелые, размерностью от крупных песчинок до нескольких сантиметров. Коралловые отложения известны только на верхней части материкового склона обычно сразу же за бровкой шельфа. Ареалы их вытянуты вдоль склонов в виде узких полос. Коралловый грунт распространен на восточных и южных склонах банки Антон Дорн, вдоль всего склона банки Хеймлан, на северо-восточном склоне банки, расположенной между 62 и 63° с. ш., на восточном склоне более южной банки и других местах. В случае обогащения этих грунтов ракушками они приобретают смешанный характер (см. рис. 10, в). Содержание CaCO_3 достигает в некоторых грунтах более 50% (рис. 13, в). Так, например, на ст. 1578 CaCO_3 содержится 47,4, на ст. 1577 — 49,1, а на ст. 1579 — 65,6%. В последнем случае повышенная карбонатность осадка обусловлена не только накоплением раковин известковых фораминифер, но и поступлением карбонатных минеральных зерен из подстилающих пород.

Кремневые осадки распространены значительно меньше. Образование их связано главным образом с накоплением игл кремневых губок. Хотя кремневые губки распространены у берегов Восточной Гренландии очень широко (они крупные, занимают почти все восточные склоны банок и верхних частей свала глубин, часто за траление поднимают несколько тонн губок) осадки с большим количеством аутигенной кремнекислоты распространены ограниченно и обычно в относительно затишенных зонах с малым поступлением терригенного материала. Кремневые осадки обнаружены на стыке материкового склона Датского порога и Гренландии на глубине 310 м и на дне одной из подводных долин Восточной Гренландии на глубине более 1500 м. Мощность этих осадков несколько превышала 50 см. Распределение SiO_2 дано на рис. 13, г. В осадке на глубине 310 м содержание кремнекислоты равнялось 23% и он был похож на стеклянную вату с очень небольшой примесью терригенных частиц. На поверхности осадка располагались живые и отмершие губки. В осадке с большей глубины содержание кремнезема достигало 13,9%.

Характеристика современных отложений будет недостаточно полной, если не рассмотреть распределение еще некоторых основных химических компонентов органического вещества — железа (Fe) и марганца (Mn). Результаты определения этих компонентов см. в табл. 1.

Органическое вещество, как видно из таблицы и карты распределения (рис. 14, а), содержится в осадках в небольших количествах (коэффициент пересчета С на органическое вещество был принят 1,74). Распределение его связано с накоплением тонкого материала, однако наивысшие концентрации органического вещества в осадках у Восточной Гренландии и Исландии обусловлены главным образом поступлением его вместе с отмирающими организмами. Особенно четко эта связь обнаруживается в местах накопления кремневых осадков.

Содержание железа в осадках рассматриваемой области колеблется от 3 до 10% (рис. 14, б). Концентрация и распределение железа в грунтах, как известно, могут быть связаны с крупностью отлагаемого осадка, примесью вулканогенного материала и гидрологическим и гидрохимическим режимами. Для осадков исландского района основным поставщиком железа является вулканогенный материал — различные по виду и степени выветрелости туфы. Как и количество туфогенного материала содержание железа в осадках уменьшается в направлении от Исландии в сторону океана (см. рис. 14, б). В участках, где накоп-

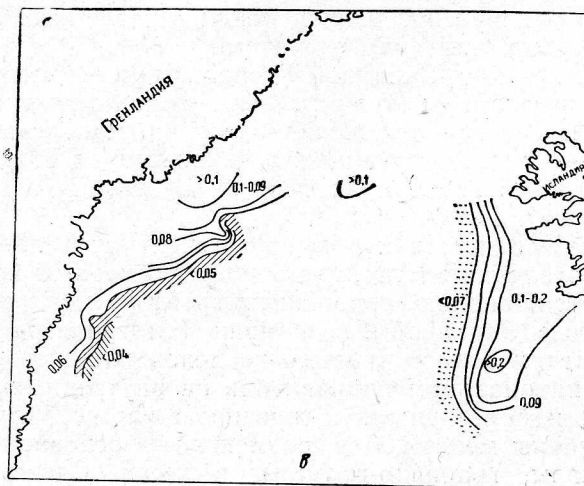
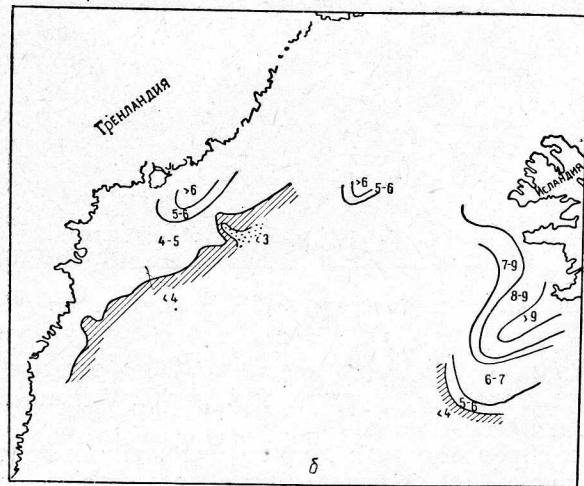
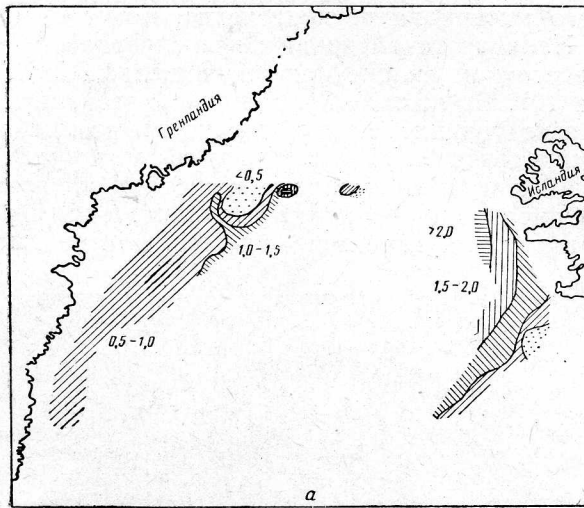


Рис. 14. Схема распределения в осадках, в %:
 а — органического вещества, б — железа (Fe), в — марганца (Mn).

ление осадочного материала не происходит, могут образоваться железистые корки. Наличие такой корки зафиксировано на глубине 390 м (ст. 1574) на восточном склоне при стыке шельфа Исландии и хребта Рейкьянес (рис. 15). На шельфе Гренландии содержание железа в осадках повышается от тонких осадков к грубым, что по всей видимости связано с распределением вулканического материала на дне (см. рис. 11, в и г; 12, а и б) и осаждением железа в фронтальной зоне, расположенной параллельно берегам Гренландии примерно вдоль центральной части шельфа, приносимого с полярными водами. Повышенное

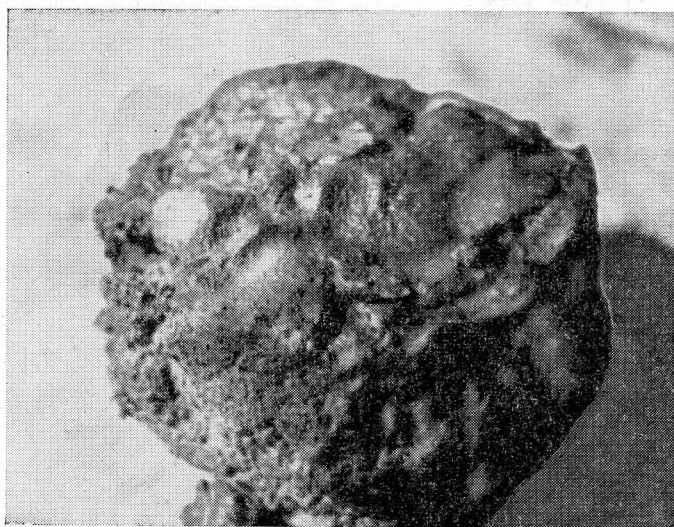


Рис. 15. Железо-марганцевая корка на илистом песке с гравием.

содержание железа около Ангмагссалика и на южном склоне банки Антон Дорн обусловлено присутствием в осадках заметного количества вулканического пепла и стекла.

Марганец распределяется в донных отложениях почти так же, как и железо (см. рис. 14, в). Концентрация марганца в осадках обусловлена, видимо, теми же процессами, которые были указаны в отношении железа. Однако соотношения концентраций в различных участках морского дна несколько иные, чем у железа.

Грунты шельфа Юго-Западной Гренландии из-за отсутствия достаточного количества данных не могут быть охарактеризованы с необходимой полнотой. Донные отложения здесь представлены почти всеми типами грунта — от песков различной крупности до ила. Покров рыхлых осадков здесь невелик и во многих местах на поверхность дна выходят коренные породы.

Размещение осадков, как обычно, зависит от рельефа дна, вида подстилающих осадочных толщ, являющихся основным источником материала для формирования современных грунтов, и гидродинамических процессов. Шельф Западной Гренландии (смотри выше) в северной половине рассматриваемого участка разделен понижениями, расположенными в меридиональном направлении на внутреннюю, расположенную к востоку, и более широкую внешнюю части. В прибрежье, где характерны глубины менее 100 м, размещены в основном грубые грунты — камни, скалы, гравийно-галечные и пески. Сложность рельефа обуславливает большую пестроту в размещении. Поверхность осталь-

ной части шельфа покрыта преимущественно песком и илистым песком (см. рис. 3).

Банки и их склоны до глубин 120—150 м заняты различными песками. На плоских обширных участках, как правило, залегают мелкие и средние зеленовато-серые пески. Небольшие возвышенности на банках и краевые части их, особенно южные, покрыты крупнозернистыми песками также зеленовато-серого цвета. В направлении с севера на юг заметно увеличение количества более грубых осадков. Пески содержат большое количество валунов, галек, гравия, ракушек, кораллов и мшанок.

Илистый песок покрывает значительно меньшие площади, чем песок, и обычно располагается по склонам банок и примыкающим к ним ровным участкам дна. Положение нижней границы илистого песка зависит от экспозиции склонов. Склоны, подверженные активным воздействиям постоянных и приливных течений, покрыты илистым песком до глубины свыше 500 м, а защищенные от течений склоны — лишь до глубины 150—200 м. Илистый песок имеет включения в виде ракушек, гальки и камней, но несравненно в меньшем количестве, чем песок.

Песчанистый ил занимает преимущественно внешние склоны банок, понижения между банками (подводные долины) и понижения между внешней частью шельфа и берегом (см. рис. 4). Нижняя граница распространения лежит за пределами 1000-метровой изобаты. С увеличением глубин и пологости дна песчанистый ил становится более тонкозернистым. Включения в песчанистом иле сравнительно редки и представлены гравием, галькой и камнями. Чаще всего каменный материал содержится в песчанистом иле близ расположения верхней границы его и в основном в долинах между банками.

Ил располагается на больших глубинах и лишь к югу от 63° с. ш.

На крутых склонах впадин близ коренного берега к востоку от банки Лилле-Хеллефиске и около 61° с. ш. на поверхность дна выходит древняя, плотная, голубовато-серая ледниковая глина, подстилающая современные отложения. В ряде мест, преимущественно на поверхности банок, выходят коренные породы в виде скал и плит. Наиболее обильны скальными участками банки Фюллас и Фискенес.

Каменный материал осадков состоит из обломков изверженных, метаморфических и других пород, аналогичных слагающим прибрежную часть суши, но он представлен главным образом гранитами и гнейсами. Окатанность материала самая различная.

Банка Сторе-Хеллефиске покрыта в основном мелким зеленовато-серым песком, который в наиболее мелководных участках сменяется крупным песком. Илистый песок на северных и западных склонах банки располагается узкой полосой. На юго-западе банки он занимает обширные площади. Илистый песок размещается также на южных и восточных склонах. Нижняя граница его обычно лежит на глубинах более 200 м, но на севере она смещается на глубины 130—150 м. Песчанистый ил появляется на западе в верхних частях материкового склона, на севере банки на поверхности шельфа, а в долинах, на юге залегают даже и ил. Пятна песчанистого ила известны в западинах на юго-западном и южном склонах банки. Пески и илистый песок банки Сторе-Хеллефиске содержат большое количество включений. Основную массу включений составляют целые створки моллюсков. Часто встречаются гравий, галька, а в периферийных частях банки — камни и валуны. В южной части банки каменный материал содержится в большем количестве и часто вызывает задевы тралов.

Северная часть банки Лилле-Хеллефиске — банка Хельдер до глубин 125—130 м занята песком с гравием, галькой и валунами. Ракушка в составе грунта встречается здесь заметно реже. Западные участки банки Хельдер, пологие понижения и поверхности, защищенные от течений с юга, покрыты илистым песком, почти лишенным крупных каменных включений.

В центральной части банки Лилле-Хеллефиске пески располагаются на тех же глубинах, но содержат каменный материал в большем количестве. Илистый песок в понижениях между центральной и южной частью ее — банкой Банан — включает редкие гальку, гравий, валуны и ракушки. Песчанистый ил сосредоточен в прибрежном продольном понижении к востоку от банки и на материковом склоне. Граница ареала в зависимости от крутизны склонов располагается на разных глубинах. Она несколько приподнята на склонах, обращенных на север, и опускается на склонах южной ориентации.

Банка Банан покрыта песками с гравием, галькой, валунами и ракушкой. Пески занимают также все пространство между банкой Банан и более южной банкой Фюллас. При общих довольно благоприятных условиях траления задевы отмечаются на всех глубинах банки Лилле-Хеллефиске и связаны с скоплением валунов, выходом на поверхность дна коренных пород и неглубоким залеганием подстилающих моренных суглинков.

Банка Фюллас в основном покрыта крупным и средним сероватым песком с большим количеством каменного материала различной величины. В центральной части банки отмечаются кораллы и мшанки. Западные склоны окаймлены узкой полосой илистого песка с редким гравием и галькой. Весь южный и на значительном расстоянии восточный склоны банки изобилуют задевистыми местами. Наиболее благоприятными для тралений являются участки на северо-западе банки с глубинами 150—240 м.

Банки Фискенес, Данас и Фредериксхоб также покрыты песками с большим количеством гравия, гальки, камней и битой ракушки. На глубинах 100—120 м пески сменяются илистым песком. На материковом склоне (около 400 м) появляется песчанистый ил. На склонах банки в связи с близким расположением к поверхности дна подстилающих ледниковых плотных отложений, довольно часты аварии тралов, доски врезаются в грунт. На банке Фискенес такие участки известны глубже 100 м и особенно по склонам желобов, на банке Данас — на востоке на глубинах 200—250 м, а на южных склонах — на 230—320 м. Задевистые участки на банке Фредериксхоб отмечаются на ее склонах на глубинах 200—350 м.

Донные отложения к югу от банки Фредериксхоб представлены главным образом грубыми осадками, содержащими большое количество гравия, гальки, валунов, а также ракушу и обломки мелких кораллов. Сравнительно большое распространение здесь имеют выходы коренных пород, занимая иногда большие участки. Поэтому траления в южной части западного побережья Гренландии почти всегда сопряжены с большими трудностями. Относительно удобные площадки для траления известны к северо-западу от мыса Фарвель.

Донные отложения Лабрадорского побережья. В этот район включена Северная Ньюфаундлендская банка. На рис. 16 дана схема расположения геологических станций. Здесь так же, как и в рассмотренных выше участках, донные отложения представлены разнообразными осадками (табл. 2), причем преобладают терригенные разности.

Графическое изображение механического состава осадков в виде

гистограмм дано на рис. 17, а и б. Как обычно, различные грунты размещаются на дне в зависимости от рельефа, динамики вод и характера исходного материала. Довольно часто можно видеть, как участки дна с одинаковыми глубинами и близкими по рельефу, но с различным

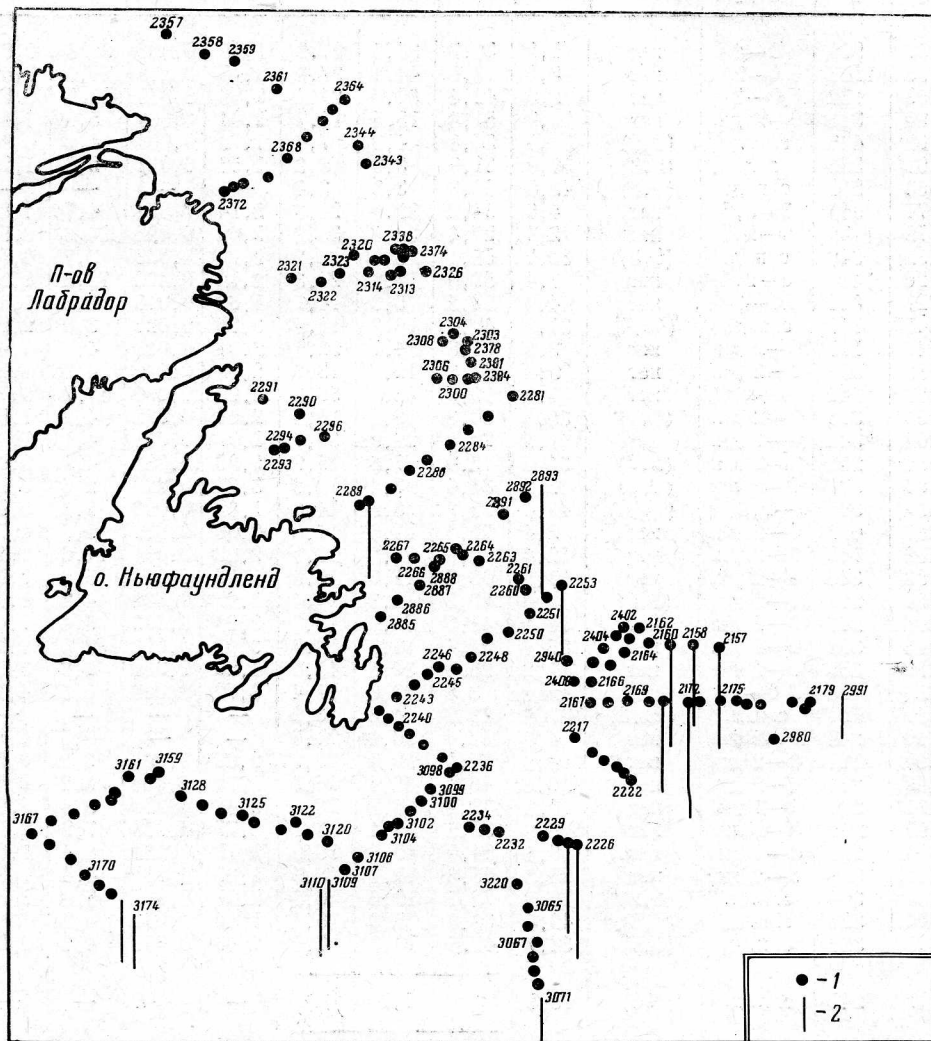


Рис. 16. Схема размещения геологических станций в районе Лабрадора и Ньюфаундленда:
1 — дночерпательные пробы, 2 — колонки грунта.

гидродинамическим режимом, заняты разными грунтами. Наиболее рельефно это видно на примере осадков, занимающих внешние и внутренние склоны банок. Внешние склоны и края банок, подверженные воздействию более интенсивных движений вод, заняты заметно более грубыми осадками и граница их распространения смещена на большие глубины (Авилов и Елизаров, 1962; Литвин, 1961 и 1962).

Для района Лабрадора, как и для рассмотренных выше участков Северной Атлантики, характерно преобладание песчаных осадков

Таблица 2

Номер станции	Глубина, м	Вид анализируемого образца	Механический состав, % (фракции в мм)					Компоненты химического состава, %			
			> 1,0	1,0—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	< 0,01	Fe	Mn	CaCO ₃	орг. вещество
2157	900	0—4	нет	1,8	33,7	36,6	27,9	1,95	0,023	3,06	0,61
2158	1165	0—2	нет	3,1	17,6	41,4	37,9	2,46	0,039	21,0	0,42
2159	752	0—3	нет	2,5	42,4	30,7	24,4	2,78	0,039	21,5	0,57
2160	341	0—2 дн.	нет	17,0	51,8	13,5	17,7	2,04	0,031	5,0	1,44
2162	486	с. п. д.	(3,6)	52,4	35,8	4,2	7,6	1,79	0,031	4,2	0,94
2163	356	в. д.	(5,9)	57,9	31,9	3,9	6,3	1,58	0,031	2,6	1,25
2164	271	с. п. д.	(1,0)	42,9	50,3	3,2	3,6	—	—	—	—
2171	953	3—3,5	нет	4,6	54,2	20,9	20,3	2,14	0,031	4,7	1,84
2172	1122	0—2,5	нет	2,9	27,4	36,5	33,2	2,00	0,023	24,8	0,50
2222	843	с. п. д.	(6,3)	32,1	53,1	8,6	6,2	2,1	0,023	7,7	0,71
2226	1460	0—2,5	нет	7,4	51,0	17,2	24,3	2,1	0,023	12,8	1,03
2227	824	0—3	нет	4,9	74,5	5,9	14,7	1,69	0,046	3,3	1,03
2245*	178	с. п. д.	(42,4)	31,3	40,0	16,3	12,4	3,36	0,023	3,0	2,21
2246	166	0—2 дн.	нет	3,3	21,8	21,1	53,8	2,04	0,023	4,1	1,48
2252	696	0—2 дн.	нет	9,4	64,3	12,7	13,6	2,02	0,046	4,3	1,17
2253	1540	0—2,5	нет	11,9	13,2	38,1	36,8	2,95	0,039	17,7	0,71
2263	306	0—2 дн.	(2,1)	30,5	33,3	16,8	19,4	2,64	0,023	4,2	1,51
2264	341	0—2 дн.	нет	1,3	29,1	22,9	36,7	2,77	0,031	4,1	1,08
2265	285	0—2 дн.	(2,0)	34,1	42,4	7,6	15,9	1,95	0,031	4,1	0,94
2266	307	0—2 дн.	(4,6)	45,2	34,6	7,4	12,8	3,74	0,023	2,6	0,94
2267	301	0—2,5 дн.	(11,0)	47,4	29,8	8,8	14,0	1,82	0,023	2,8	0,99
2281	619	0—2 дн.	нет	5,4	71,5	11,6	11,5	2,08	0,031	9,6	0,77
2282	741	0—2 дн.	нет	12,4	60,9	14,8	11,9	2,23	0,031	11,6	1,10
2283	346	0—2 дн.	нет	11,0	68,2	11,0	9,9	1,90	0,023	5,8	0,99
2284	268	0—2 дн.	(8,5)	18,0	56,3	15,3	10,4	1,97	0,031	4,4	1,10
2285	268	0—2 дн.	нет	18,1	48,0	20,0	13,7	2,21	0,023	5,4	1,41
2286	302	0—2 дн.	нет	25,4	37,4	18,3	18,9	3,07	0,023	2,5	1,90
2287	358	0—2 дн.	нет	1,2	25,3	32,5	41,0	4,20	0,038	5,6	3,60
2288	468	0—2	нет	следы	3,5	29,0	67,4	3,72	0,046	6,3	4,16
2289	161	с. п. д.	(21,8)	69,5	23,2	4,3	3,0	—	—	—	—
2290	249	0—2 дн.	нет	4,0	57,5	26,9	11,6	—	—	7,5	1,25
2291	161	0—2 дн.	нет	4,6	77,1	10,4	7,9	2,09	0,038	3,8	0,57
2293	273	0—2 дн.	нет	0,6	46,1	36,4	16,9	2,79	0,038	5,2	2,56
2294	266	0—2 дн.	нет	0,3	32,4	43,7	23,6	2,88	0,038	8,0	2,85
2295	270	0—2 дн.	нет	8,8	32,6	35,4	23,1	2,77	0,038	7,2	2,16
2396	286	0—2 дн.	нет	6,4	34,0	40,5	19,0	2,73	0,039	8,5	1,60
2300	311	0—2 дн.	нет	25,8	55,6	10,1	8,5	2,33	0,031	4,4	1,08
2303	314	с. п. л.	(6,2)	16,1	66,7	10,6	6,6	2,21	0,031	6,9	0,75
2306	324	с. п. д.	(7,6)	49,5	38,8	5,6	6,1	1,84	0,031	4,2	1,44
2308	322	с. п. д.	(5,5)	34,7	47,5	10,3	7,5	2,66	0,038	4,8	0,59
2317	248	с. п. д.	(2,3)	98,8	1,2			—	—	—	—
2320	346	с. п. д.	(6,7)	89,3	10,7			—	—	—	—
2321	239	0—2 дн.	нет	11,5	67,3	12,3	8,9	2,16	0,038	4,1	0,94
2322	294	0—2 дн.	(4,6)	25,7	40,2	18,3	15,8	2,73	0,031	5,3	1,37
2323	454	0—2 дн.	нет	0,5	19,8	40,7	38,9	3,46	0,038	8,9	2,47
2324	205	с. п. д.	(0,5)	61,7	38,3			—	—	—	—
2325	265	с. п. д.	(3,9)	77,3	22,7			—	—	—	—
2326	467	0—2 дн.	(14,5)	12,4	51,7	19,3	16,6	2,62	0,031	12,6	1,06
2338	369	с. п. д.	(5,7)	56,5	25,9	10,3	7,3	2,21	0,038	6,5	0,57
2343	329	с. п. д.	(4,5)	31,5	58,1	5,1	5,3	2,40	0,038	3,2	0,59
2344	337	с. п. д.	нет	2,6	66,7	4,4	26,4	2,40	0,031	3,2	0,57
2357	488	0—2 дн.	(23,7)	51,4	15,3	8,7	24,6	2,06	0,023	10,1	0,66
2358	317	с. п. д.	(0,8)	64,5	27,2	3,4	4,9	2,10	0,031	2,4	0,49

Продолжение табл. 2

Номер станции	Глубина, м	Вид анализируемого образца	Механический состав, % (фракции в мм)					Компоненты химического состава, %			
			>1,0	1,0—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	<0,01	Fe	Mn	CaCO ₃	орг. вещество
2359	323	0—2 дн.	нет	14,9	31,7	23,5	29,9	2,84	0,038	9,1	1,48
2361	322	с. п. д.	(3,3)	91,3	8,7			—	—	—	—
2364	1073	0—2 дн.	(9,6)	29,9	36,3	19,7	14,1	2,81	0,039	7,4	0,61
2365	527	0—2 дн.	(8,2)	14,1	58,4	11,7	15,8	2,77	0,039	9,3	0,78
2366	291	с. п. д.	(5,6)	62,8	32,1	2,4	2,7	—	—	—	—
2368	176	с. п. д.	нет	3,0	88,7	6,5	1,8	—	—	—	—
2369	161	с. п. д.	(1,3)	29,0	59,7	7,3	4,0	2,46	0,054	1,9	0,68
2370	186	с. п. д.	(2,0)	93,9	6,1			—	—	—	—
2371	177	»	(2,1)	69,4	22,2	5,6	2,8	2,62	0,046	1,0	0,47
2373	332	»	(28,8)	49,0	34,0	9,0	8,0	—	—	—	—
2374	353	»	(27,0)	94,0	6,0			—	—	—	—
2376	261	»	(10,4)	95,6	4,4			—	—	—	—
2378	312	0—2 дн.	(0,9)	22,0	62,3	7,2	8,5	2,19	0,023	6,4	1,17
2381	317	»	(0,5)	16,5	61,1	9,1	13,3	2,30	0,023	4,5	1,11
2384	272	с. п. д.	(1,9)	80,0	20,0			—	—	—	—
2386	298	»	нет	26,5	62,8	4,8	5,9	2,06	0,023	4,1	0,92
2402	502	»	(1,1)	47,3	38,7	7,4	6,6	1,76	0,023	5,1	1,22
2403	381	0—2 дн.	(8,5)	48,5	35,0	7,6	8,9	2,00	0,023	3,8	0,82
2404	276	с. п. д.	(12,0)	52,6	47,4			—	—	—	—
2405	195	»	(4,2)	79,8	20,4			—	—	—	—
2885	175	»	(53,8)	59,2	27,2	6,5	7,1	—	—	—	—
2886	190	»	(44,3)	60,0	28,9	5,0	6,1	—	—	—	—
2887	235	»	(23,9)	41,3	35,5	13,0	10,2	—	—	—	—
2888	300	»	(49,4)	66,5	21,4	6,4	5,7	—	—	—	—
2889	335	»	(2,4)	16,9	42,4	23,1	17,6	—	—	—	—
2891	335	в. д.	(9,6)	59,3	28,2	6,3	6,2	—	—	—	—
2892	800	с. п. д.	(0,7)	4,1	58,2	24,4	13,3	—	—	—	—
2893	1375	в. кол.	(0,2)	0,2	32,9	45,1	21,8	—	—	—	—
2940	135	с. п. д.	(10,6)	86,3	12,1	0,2	1,4	—	—	—	—
3001	530	»	(21,2)	62,4	22,8	6,8	8,0	—	—	—	—
3039	850	в. д.	(0,9)	38,7	43,9	6,2	11,2	—	—	—	—
3066	45	с. п. д.	(1,9)	99,2	0,8			—	—	—	—
3068	220	»	(7,0)	86,3	12,5	0,1	1,1	—	—	—	—
3069	815	»	(0,2)	36,4	52,0	4,1	7,5	—	—	—	—
3070	1409	в. д.	(0,4)	1,9	47,3	24,0	26,8	—	—	—	—
3071	2038	в. кол.	(3,6)	17,4	29,1	17,2	36,3	—	—	—	—
3098	77	с. п. д.	(70,9)	73,0	8,2	1,8	17,0	—	—	—	—
3101	85	»	(2,1)	96,2	2,1	0,1	1,6	—	—	—	—
3103	83	»	(35,4)	86,6	4,4	1,7	7,3	—	—	—	—
3104	110	в. д.	(10,4)	52,7	24,4	6,7	16,2	—	—	—	—
3106	90	с. п. д.	(2,1)	82,4	7,0	1,8	8,8	—	—	—	—
3107	108	в. д.	нет	41,4	41,4	2,8	14,4	—	—	—	—
3109	1519	в. кол.	(0,2)	0,7	12,2	25,2	61,9	—	—	—	—
3110	2121	»	нет	0,8	7,1	28,4	63,7	—	—	—	—
3122	106	с. п. д.	(34,3)	82,7	5,6	3,2	8,5	—	—	—	—
3123	100	«	(9,5)	86,2	11,1	0,3	2,4	—	—	—	—

Продолжение табл. 2

Номер станции	Глубина, м	Вид анализируемого образца	Механический состав, % (фракции в мм)					Компоненты химического состава, %			
			> 0,1	1,0—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	< 0,01	Fe	Mn	CaCO ₃	орг. вещество
3124	165	в. кол.	(0,8)	70,8	14,0	3,7	11,5	—	—	—	—
3126	85	с. п. д.	(19,3)	98,7	1,3			—	—	—	—
3160	382	»	нет	1,3	22,0	24,9	51,8	—	—	—	—
3161	456	»	(0,2)	2,3	5,8	25,3	66,6	—	—	—	—
3163	297	»	(33,5)	54,7	9,1	16,0	20,2	—	—	—	—
3169	160	»	(1,3)	60,0	24,7	6,2	9,1	—	—	—	—
3173	1571	в. кол.	нет	0,7	11,5	25,7	62,1	—	—	—	—
3174	2010	»	(2,2)	13,9	23,5	26,8	35,8	—	—	—	—

Примечание. В графе «вид анализируемого образца» указывается верхний слой (в см), взятый для анализа. Образец из колонки дается цифрами, образец от вырезки из дночерпателя сопровождается буквами «дн», образец из верхней части дночерпателя помечается буквами «в. д.» и образец от средней пробы из дночерпателя обозначается буквами «с. п. д.».

Анализы грунта станций 2885 — 3174 выполнялись в ПИНРО Попковым.

* Анализовали песчаную часть средней пробы из дночерпателя.

(рис. 17, в). Крупнообломочный материал содержится в значительных количествах, но его меньше, чем в грунтах Восточной и Западной Гренландии. К такого типа отложениям относятся различной крупности пески, пылеватый и илистый пески. Пески занимают наиболее возвышенные участки банок и всю прибрежную часть шельфа, причем площадь их распространения в связи с расположением банок на юге на большей глубине сокращается с севера на юг. В большинстве своем грунты хорошо сортированы и песчаных частиц содержат около 70%. В центральной части банки Гамильтон встречаются пески, в которых основную массу составляют частицы размером 0,1—0,05 мм, причем их содержание достигает 89% (см. ст. 2368, табл. 2). Пески обычно включают значительное количество гальки, гравия, целую и битую ракушу, обломки панцирей ежей, редкие трубки червей, агломинированные и известковые формы фораминифер. Довольно часто в песок включены валуны размером до 70—80 см. К югу от Северной Ньюфаундлендской банки изредка попадаются глыбы весом в несколько тонн (2,0×1,5×0,8 м). Петрографический состав каменного материала разнообразный — от изверженных пород до известняков. Довольно часто встречаются светло-серые граниты, розовые граносиениты и др. Окатанность камней неравномерна. Более окатанные преобладают во внутренних участках шельфа. Цвет песка в основном зеленовато-серый. С измельчением осадки становятся более темными. Нижняя граница распространения песка на внешнем крае шельфа располагается на 250—300 м, а на внутренних склонах банок — на 200—250 м (рис. 17, в). В прибрежной части шельфа песок распространен в пределах 200-метровой изобаты.

Для северных банок — Северной Гамильтон и Гамильтон характерны более грубые разности песка по сравнению с банкой Белл-Айл, где преобладает мелкий песок (рис. 19, а). На Северной Ньюфаундлендской банке также в основном залегает мелкий песок.

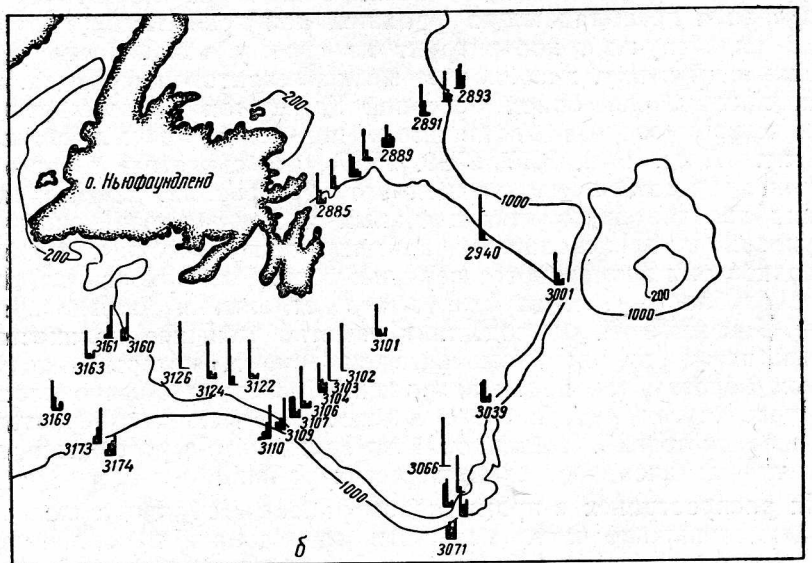
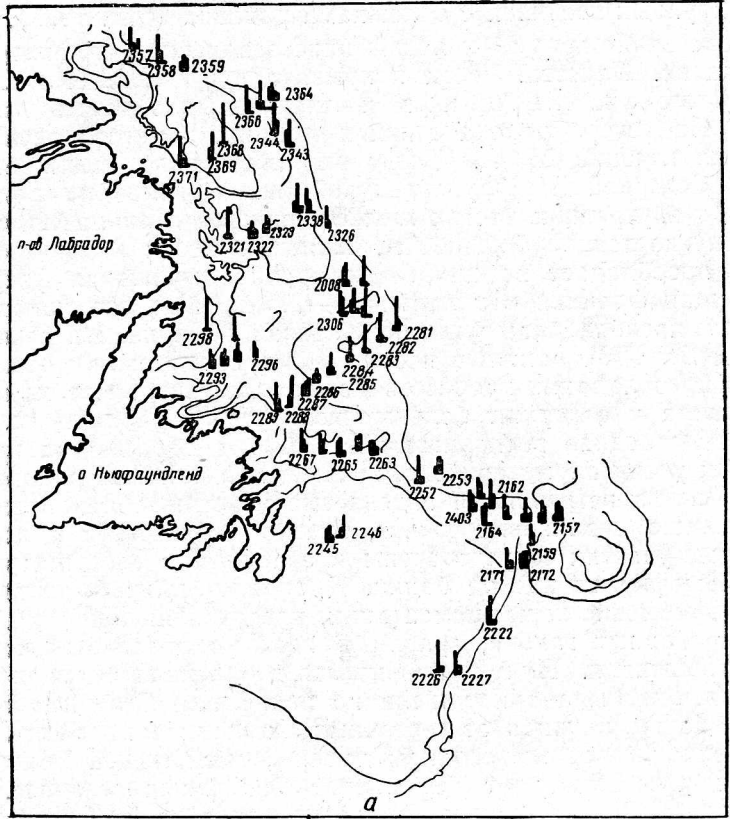
К югу от залива Гамильтон на части шельфа, примыкающего к берегу, располагается, по существу, каменистый грунт, состоящий из

полуокатанных галек среднего размера, гравия и небольшого количества крупных песчинок с обломками раковин (рис. 19, б).

Песок окаймляется полосой илистого песка, причем ширина ее неодинакова. Илистый песок покрывает все склоны банок и склоны прибрежного участка шельфа и значительную часть материкового склона. На севере района нижняя граница илистого песка располагается на глубине 350 м. К югу она постепенно понижается и близ склонов Северной Ньюфаундлендской банки лежит на глубине 600—650 м. Во внутренних частях шельфа нижняя граница илистого песка редко опускается глубже 300 м. Илистый песок хорошо сортирован. Обычно преобладает песчаная или крупноалевритовая фракция. Преобладающая фракция составляет 50—77%. Чаще встречаются грунты, в которых преобладает крупноалевритовая фракция. На внешнем склоне банки Белл-Айл илистый песок менее сортирован, что свидетельствует о преобладании процессов смешения. Чаще всего он зеленовато-серого цвета и содержит большое количество гравия и гальки, реже валунов. Последние располагаются главным образом на краю банок и верхних участках материкового склона. В районах распространения илистого песка встречаются задевистые участки, обнажающиеся плотные и вязкие ледниковые глины, близко залегающие к поверхности. Задевистые участки сосредоточены в основном в северных частях Северной Ньюфаундлендской банки. К ареалу илистого песка приурочено и размещение корки цементации, представляющей собой плиту из сцементированных гальки, гравия и песка в различных количественных соотношениях. Плита, по-видимому, располагается небольшими участками, она была обнаружена по периферии Северной Ньюфаундлендской банки, начиная от восточных склонов банки Белл-Айл на севере и кончая северным склоном долины, отделяющей Большую Ньюфаундлендскую банку от банок, расположенных севернее. Толщина плиты колеблется от нескольких миллиметров до 5—6 см.

Песчанистый ил распространен менее широко, занимает нижние части материкового склона, большую часть понижений между банками и выровненную поверхность прибрежной части шельфа к западу от Северной Ньюфаундлендской банки. Обычно он достаточно хорошо сортирован и преобладающая фракция, как правило, крупноалевритовая. В ряде случаев, когда грунт по своему механическому составу приближается к илу, преобладает мелкоалевритовая фракция. В районе внешних склонов банок Северной Гамильтон и Гамильтон график механического состава песчанистого ила имеет двухвершинный вид (см. рис. 17, ст. 2344, 2357, 2359, 2365), что свидетельствует о преобладании процессов смешения при его образовании. Двухвершинность графика получается за счет песчаных и крупноалевритовых частиц. Поступление их происходит, по-видимому, эпизодически, так как в толще осадков они размещаются неравномерно. Размерность осадков связана с глубиной — чем глубже место отложения осадков, тем они мельче. Песчанистый ил содержит заметно меньшее количество, чем илистый песок, крупнообломочного материала, который представлен главным образом галькой и валунами. Последние обычно размещены в верхних частях материкового склона. Еще реже встречается в составе осадков гравий. Песчанистый ил зеленовато-серого цвета, но цвет несколько различен в отдельных частях района.

Ил распространен в промысловом районе Лабрадора еще меньше, он занимает нижние части материкового склона и наиболее глубокие части понижений между банками. Содержание пелитовой фракции близко к 40%. График механического состава ила (ст. 2264),



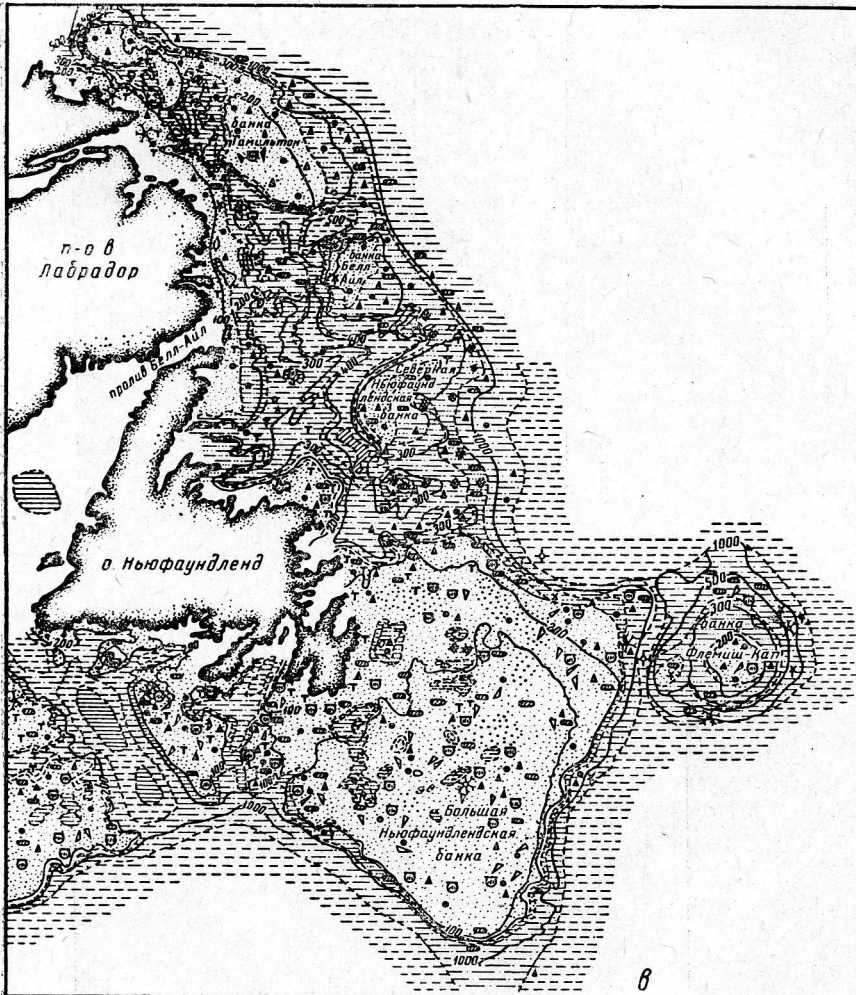


Рис. 17. Гистограммы донных отложений:
 а — станции 2157—2371; б — станции 2885—3174; в — схема размещения грунтов в районе Лабрадора и Ньюфаундленда. Условные обозначения те же, что на рис. 3.

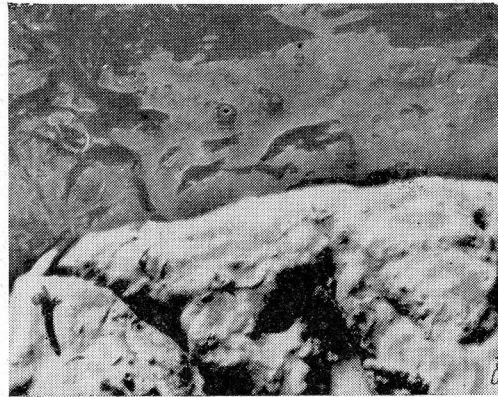
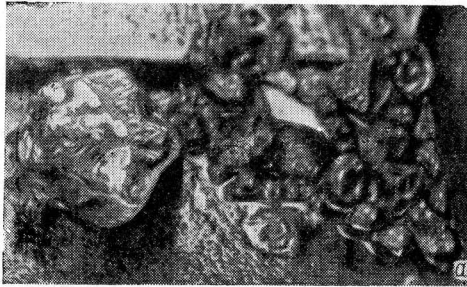


Рис. 18. Фотографии грунта в дночерпателе:
а — ст. 2373, глубина 332 м, юго-восточный край банки Гамильтон; *б* — ст. 2326, глубина 467 м, северо-восточный край банки Белл-Айл; *в* — ст. 2474, глубина 353 м, северо-восточный край банки Белл-Айл; *г* — ст. 2338, глубина 369 м, северо-восточный край банки Белл-Айл.

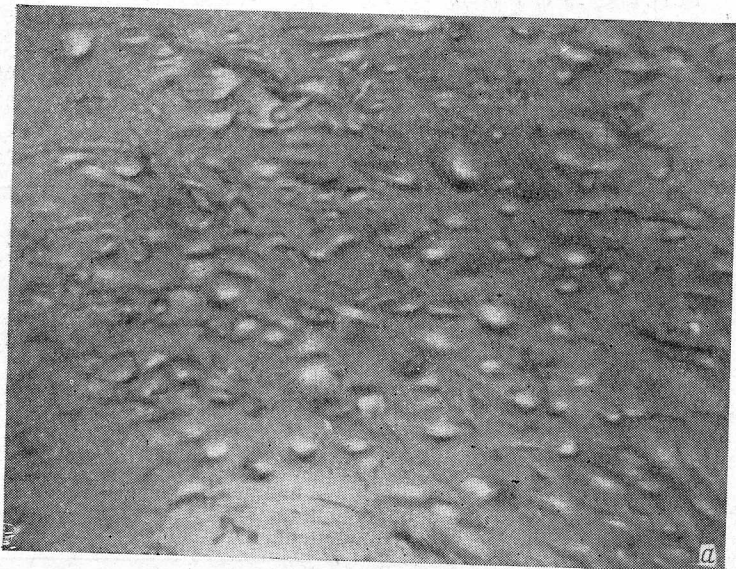


Рис. 19:

- а* — фотография дна на северном крае банки Белл-Айл. Ст. 2317, глубина 248 м, зеленовато-серый хорошо сортированный почти чистый кварцевый песок средней крупности с небольшим количеством гравия и гальки. Много червей;
- б* — фотография грунта в дночерпателе к западу от банки Белл-Айл. Ст. 2322, глубина 294 м. Зеленовато-серый песчанистый ил с большим количеством гравия, гальки и червей.

расположенного близ склонов банок, двухвершинный за счет повышенного содержания крупноалевритовой фракции. Ил повсеместно окрашен в зеленовато-серый цвет и содержит фораминиферы и их обломки и скелетные остатки диатомей.

Глинистый ил в районе Лабрадора известен только в одном месте — наиболее глубокой части подводной долины между Северной Ньюфаундлендской банкой и о-вом Ньюфаундлендом. Он имеет зеленовато-серый цвет и содержит значительное количество диатомовых и сравнительно мало известковых фораминифер.

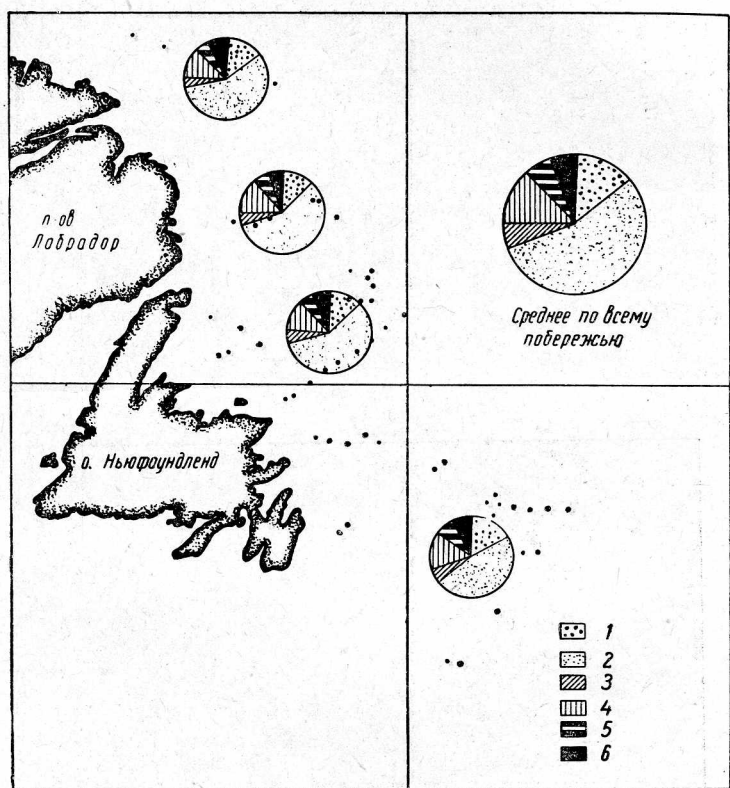


Рис. 20. Соотношение среднего содержания основных минералов тяжелой фракции в алеврите (0,1—0,05 мм) в районе Лабрадора и Ньюфаундленда:

1 — гранат, 2 — роговая обманка, 3 — пироксены ромбические, 4 — пироксены моноклинные, 5 — эпидот, 6 — циркон.

Наиболее распространенными минералами в осадках Лабрадорского побережья являются роговая обманка, среднее содержание которой в тяжелой фракции составляет 30—40%, а максимальное 48% (ст. 2291), и кварц — в легкой фракции от 50 до 60% с максимумом на ст. 2287 — 85%. В тяжелой фракции, кроме роговой обманки, содержатся черные рудные минералы (20—30%), гранат (10—15%), пироксены моноклинные (10—15%), пироксены ромбические, эпидот и циркон. Соотношение среднего содержания отдельных минералов вдоль всего побережья примерно одинаковое (рис. 20), но распределяются они (в том числе и тяжелая фракция) на поверхности дна неравномерно. Наибольшее количество тяжелой фракции в грунтах сосредото-

точно в северной половине лабрадорского района около побережья Канадского кристаллического щита (рис. 21) и близ побережья о-ва Ньюфаундленд, где он слагается интрузивными породами — гранодиоритами, гранитами и другими (см. выше). Поскольку основной источник современных осадков, как и в рассмотренных выше районах, подстилающие толщи, представленные главным образом моренами последнего четвертичного оледенения, которые формировались за счет сноса

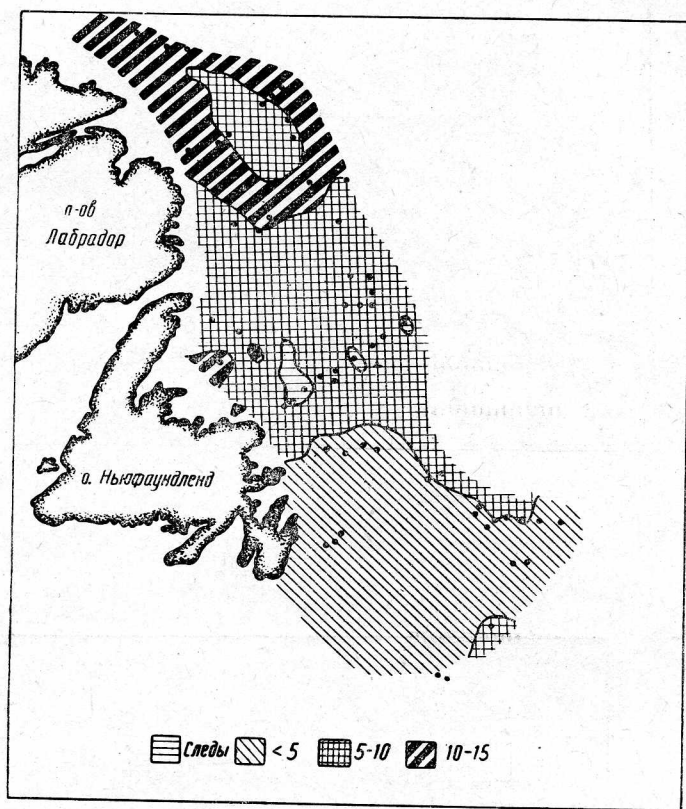
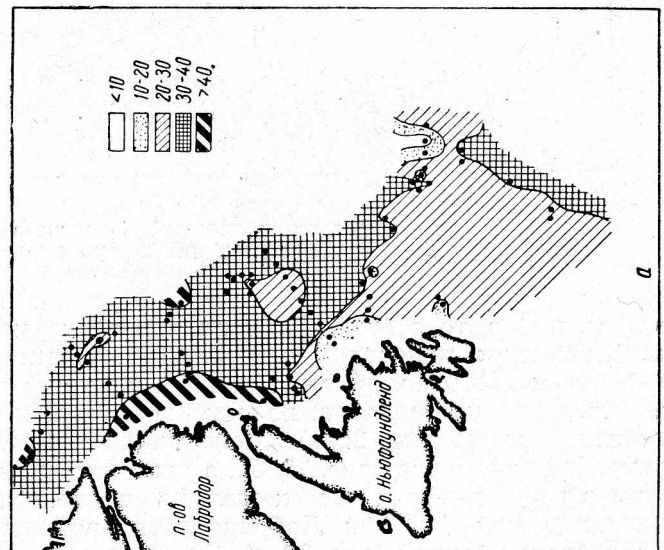
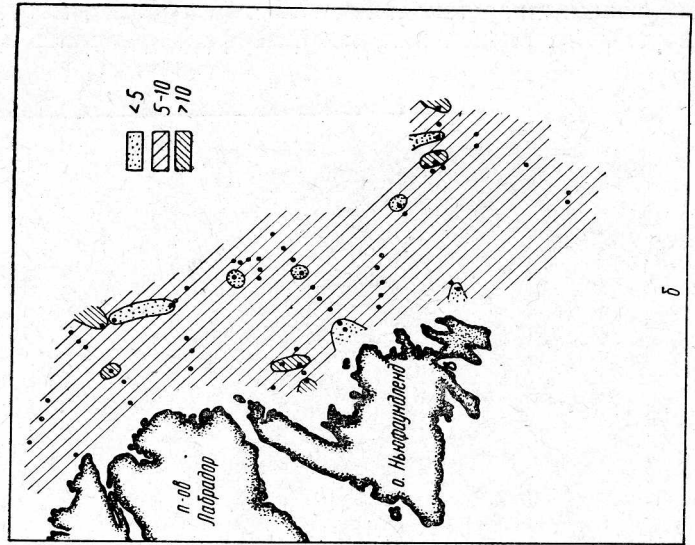


Рис. 21. Схема распределения тяжелой фракции в осадках (фракция 0,1—0,05) Лабрадора и Ньюфаундленда, в %.

материала с берегов, то совершенно очевидна зависимость между концентрацией тяжелых минералов в грунтах и характером слагающих побережье пород. Роговая обманка распределяется примерно так же, как и тяжелая фракция осадков, но максимум ее концентрации размещен ближе к берегам (рис. 22, а). Моноклинные пироксены распределены примерно равномерно (рис. 22, б), а ромбические концентрируются в основном в периферийных частях шельфа, на материковом склоне и в понижении между банками Лабрадорского побережья и Большой Ньюфаундлендской банкой (рис. 22, в). Здесь же сосредоточена и основная масса кварца (легкая фракция). Полоса наибольшего содержания кварца протягивается в сторону пролива Белл-Айл (рис. 22, г). Возможно, что на концентрацию кварца оказывает влияние не только характер подстилающих толщ, но и поступление его с водами, сбрасываемыми в настоящее время с континента. Повышенное



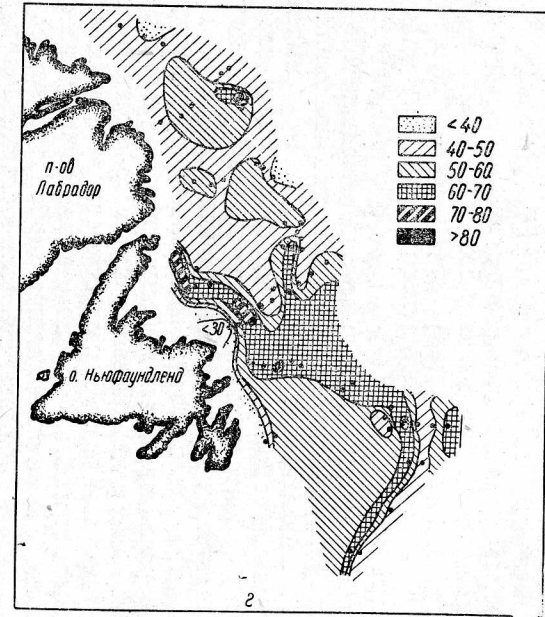
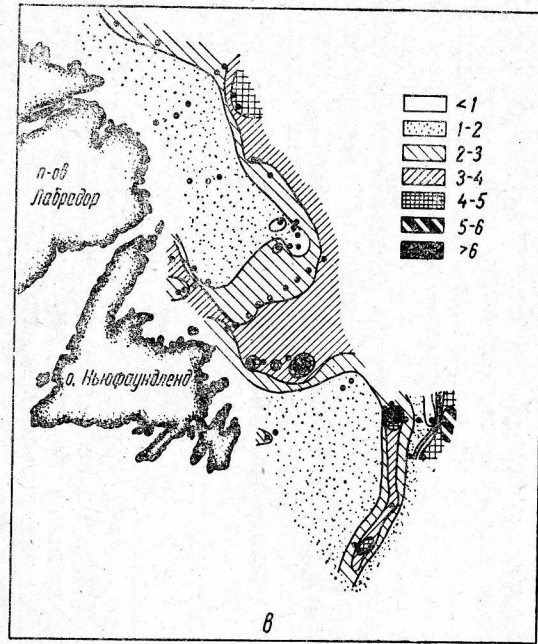


Рис. 22. Схема распределения в осадках, в % (фракция 0,1—0,05):
 а — роговой обманки в Т.Ф., б — пироксенов моноклинных в Т.Ф., в — пироксенов ромбических в Т.Ф., г — кварца в Л.Ф.

содержание кварца наблюдается, кроме того, в залегающих на поверхности осадках большей части банок.

Один из основных химических компонентов донных отложений — органическое вещество. Концентрация и размещение его связаны с крупностью осадков и в меньшей степени с распространением в толще воды и на дне планктонных организмов. В северной половине района органического вещества содержится до 1%. Начиная с банки Белл-Айл, количество его увеличивается вдвое. Максимальное содержание органического вещества приурочено к областям накопления глинистого ила в подводной долине к западу от Северной Ньюфаундлендской банки (рис. 23, а). Осадки материкового склона содержат <1% органического вещества.

Карбонатность осадков на шельфе всюду меньше 10% (в основном 4—6%). На материковом склоне карбонатность несколько повышается и лишь немного превышает 10% (рис. 23, б). Карбонатность осадков обусловлена главным образом включением в их состав известковых обломков раковин, бентосных и планктонных организмов и отчасти скоплением известковых минеральных зерен. Из минералов здесь распространены кальцит, доломит и магнезит. Они встречаются в виде неправильной формы окатанных и бесцветных зерен. Встречаются карбонитизированные обломки, образовавшиеся за счет замещения кварца и полевых шпатов кальцитом. Из карбонатов органического происхождения встречаются главным образом обломки фораминифер и реже раковин моллюсков. При определении карбонатности осадков не принимали в расчет корку цементации, распространенную в южной половине района Лабрадора.

Железо, являющееся одним из наиболее характерных химических компонентов грунтов, распространено повсеместно. Содержание его колеблется от 1,9 до 4,2% (рис. 23, в). Минимальное количество (1—2%) приурочено к наиболее грубым осадкам — песку и илистому песку, которые занимают возвышенные участки банок. Примыкающие части шельфа и верх материкового склона покрыты грунтами (главным образом песчанистым илом) с содержанием железа 2—3%. Ил обычно содержит 4% железа, а в южной части подводной долины к западу от Северной Ньюфаундлендской банки — до 4,2%. Таким образом, очевидна связь между количеством железа в осадке и его грубостью. Некоторое влияние на концентрацию железа в осадках, по-видимому, оказывают и включенные в осадок минералы вулканического происхождения — пепел и стекло. Обычно они содержатся в незначительном количестве и ареал распространения их ограничен, поэтому влияние их имеет чисто местное значение. Основное количество железистых соединений, по-видимому, поставляется различными водными массами.

Распределение марганца в грунтах, хотя несколько и отличается от размещения железа, но в общем также связано с водными массами и условиями осаждения. Здесь еще нагляднее связь между механическим составом донных отложений и содержанием в них соединений марганца (рис. 23, г). Более тонкие осадки содержат большее количество марганца и, напротив, чем грубее они, тем марганца в них меньше. Наиболее распространены осадки с содержанием марганца 0,03—0,04%. Наименьшее количество марганца в осадках на возвышенных участках дна. Тонкий ил и глинистый ил включают более 0,04% марганца. Отдельные пятна песчаных осадков с повышенным содержанием марганца (ст. 2369 и 2371) в прибрежной части, к югу от залива Гамильтон, возможно связаны с приносом в этот район вод с континента с повышенным содержанием в них соединений марганца.

Грунты района Ньюфаундленда, куда входят: Большая Ньюфаундлендская банка, банки Флемиш-Кап, Зеленая и Святого Петра, благодаря небольшим глубинам и связанным с этим интенсивным переывом подстилающих отложений, состоящих главным образом из ледниковых моренных отложений, хорошо сортированы. Для всех банок типично поглубление осадков по мере приближения к краю шельфа.

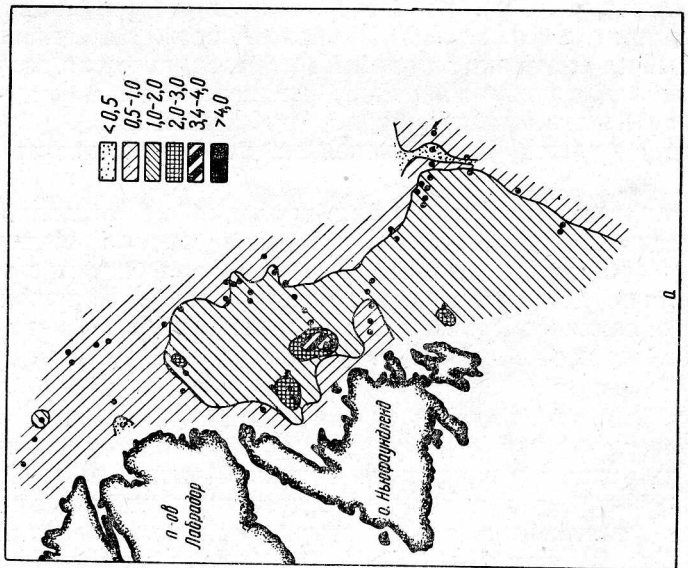
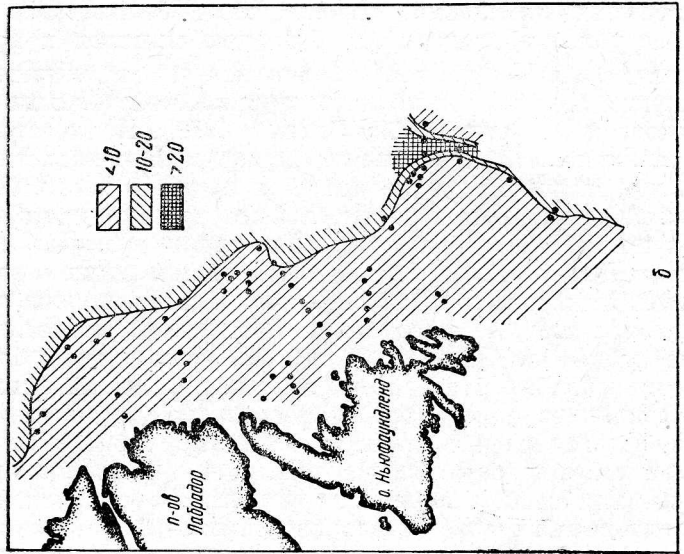
Большая Ньюфаундлендская банка покрыта преимущественно песком с гравием, галькой, целой и битой ракушкой (Авилов и Елизаров, 1962; Кленова и Зенкевич, 1962; Литвин, 1959). Количество включений в песке различно. На поверхности банки можно встретить исключительно чистый, хорошо сортированный кварцевый песок. В юго-восточной и южной частях банки значительные участки дна заняты целой и битой ракушкой. В отдельных случаях ракушка сильно измельчена и составляет основу песка (рис. 24). В понижении вдоль о-ва Ньюфаундленда размещается песок с большим количеством гравия, гальки, валунов и крупных камней. Неглубокие замкнутые с пологими склонами понижения дна на поверхности Большой банки заняты более тонкими грунтами, включая ил. На западном склоне Большой банки к востоку от п-ова Авалон на поверхность дна выходит подстилающая ледниковая глина. По периферии банки ареал песка оконтуривается полосой илистого песка. Ширина полосы и глубина расположения границы илистого песка с песком изменяется и зависит от крутизны и расчлененности склонов, а также от скорости течений. На восточном склоне Большой банки граница ареала песка расположена на глубине 200 м, а на северо-восточном, где очень сильное Лабрадорское течение, она опускается до 500 м. После некоторого расширения ареала илистого песка на северо-восточном склоне Большой банки полоса его к югу сужается и вновь расширяется только на юго-западе, занимая дно с глубинами 100—200 м. Как правило, илистый песок содержит гравий, гальку, валуны и ракушку. Кое-где на склонах встречаются губки и кораллы. Песчанистый ил распространен до глубины порядка 2000 м, выходя за пределы их только в районе Хвоста. На меньших глубинах песчанистый ил содержит каменный материал, включая валуны. Ил размещен еще глубже и узкой полосой залегает по самой глубокой части понижения между Большой банкой и Флемиш-Кап.

Окраска грунтов, за исключением некоторых песков, зеленовато-серая.

С промысловой точки зрения траления на Большой банке возможны всюду, за исключением участков, расположенных на севере банки к северо-востоку от п-ова Авалон. К задевистым местам следует отнести также большую часть крутых склонов Большой Ньюфаундлендской банки и особенно юго-восточный склон с сильно расчлененным рельефом дна. Задевистый участок имеется к югу от Китовой ямы.

Банки Зеленая (Грин) и Святого Петра (Сент-Пьер) покрыты песком с гравием, галькой, валунами, целой и битой ракушкой, изредка баянусами, ежами и офиурами. В южной части банки Святого Петра количество битой ракушки в песке достигает значительной величины. Некоторые участки дна заняты крупным песком и гравийно-галечным грунтом. На глубинах менее 50 м встречаются каменистые, задевистые участки; значительно распространены также заросли красных водорослей. Склоны банок и понижения между ними покрыты илистым песком и песчанистым илом. В заливе Пласентия отлагается даже ил.

На банке Флемиш-Кап, в центральной части ее, на глубинах менее 200 м размещается песок с гравием, галькой, целой и битой ракушкой.



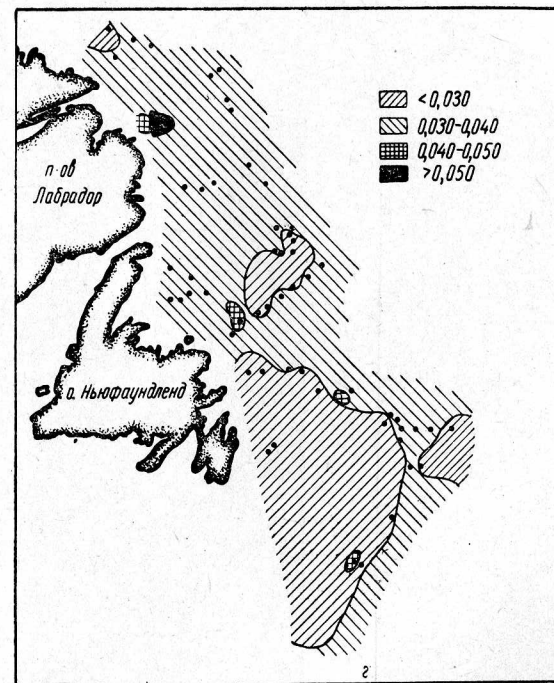
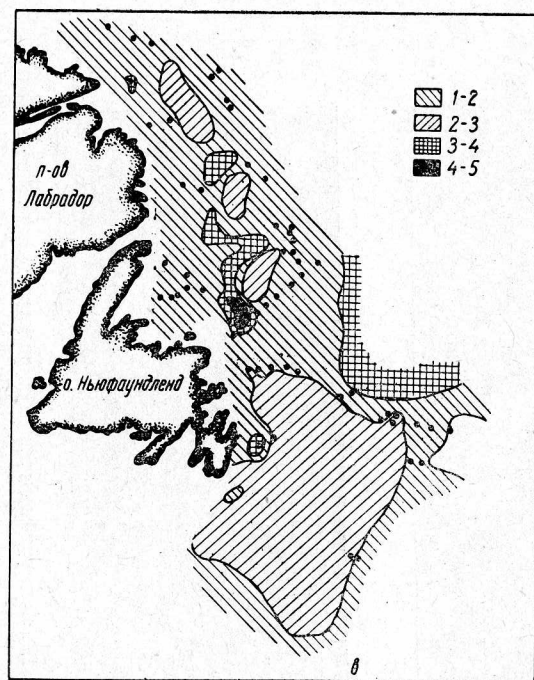


Рис. 23. Схема распределения в осадках Лабрадора и Ньюфаундленда, в %:
 а — органического вещества, б — карбонатов (CaCO_3), в — железа (Fe), г — марганца (Mn).

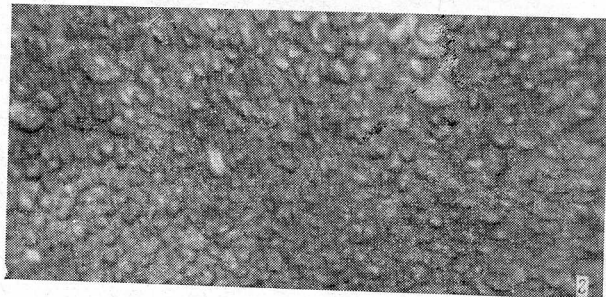
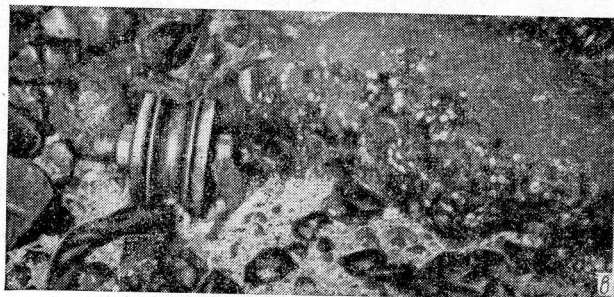
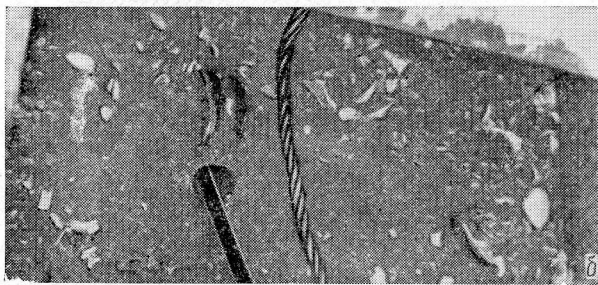
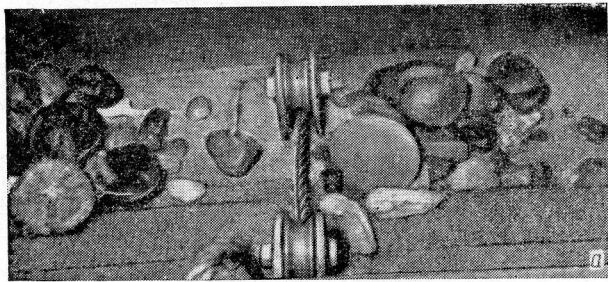


Рис. 24. Фотография грунта в дночерпателе из различных участков Большой банки:
a — ст. 2221 восточный край банки; *б* — ст. 2232, глубина 62 м, центральная часть банки; *в* — ст. 2237, глубина 76 м, западная часть банки; *г* — фотография дна на ст. 2243, глубина 134 м, северо-западный склон Большой банки.

Ракуша встречается в небольших количествах. На западном склоне банки на глубинах от 300 до 500 м есть пятно песчаного грунта с большим количеством гальки и валунов. Большая часть поверхности Флемиш-Кап занята илистым песком с гравием и галькой. Склоны банки глубже 300 м покрыты песчанистым илом с камнями, губкой и кораллами. Кораллы на глубинах 300—700 м опоясывают всю банку, но особенно много их на восточном и южном склонах. На юго-западных склонах изредка попадаются массивные кораллы. Задевистые участки отмечаются по всем склонам банки, но наиболее сложный для тралений крутой и расчлененный южный склон. Лучшие в промысловом отношении участки располагаются на западном, северном и северо-восточном склонах на глубинах примерно 400 м.

Вещественный состав осадков известен лишь для Большой Ньюфаундлендской банки. Содержание тяжелой фракции в осадках невелико и находится в пределах 5%, причем большая часть поверхности банки занята осадками с содержанием тяжелых минералов около 2—2,5%. Роговая обманка составляет примерно $\frac{1}{3}$ тяжелой фракции, за ней следуют гранат, пироксен и другие минералы (см. рис. 20). В легкой фракции явно преобладает кварц, далее следуют ортоклаз, карбонаты, глинистые агрегаты и неопределенные минералы.

Органическое вещество в осадках Большой банки содержится сравнительно в больших количествах (см. рис. 23, а). На склонах банки, как и в районе Лабрадора, грунты обеднены органическим веществом, хотя здесь располагаются более тонкие осадки. Накопление органического вещества в осадках на поверхности банок, по-видимому, происходит главным образом за счет органического вещества, содержащегося в бентических и планктонных организмах. На склонах же и в понижении между Большой Ньюфаундлендской и банкой Флемиш-Кап этот фактор, вероятно, второстепенный и на первый план выступает поступление органического вещества в виде гуминовых соединений с водами Лабрадорского течения.

Содержание карбонатов (CaCO_3) в осадках Большой банки находится в пределах 10%. Оно резко возрастает между Большой банкой и Флемиш-Кап, достигая 21—35%. Увеличение карбонатности осадков обусловлено включением значительного количества известковых фораминифер и минеральных зерен в различных количественных соотношениях. Минеральные зерна представлены кальцитом, доломитом и мегнезитом (см. рис. 23, б).

Железо и марганец в песчаных осадках Большой банки содержатся в незначительных количествах (1—2% и $<0,03\%$ соответственно). В периферийных частях банки и на материковом склоне количество железа и марганца увеличивается в полтора раза. На банке Флемиш-Кап содержание указанных компонентов вновь падает и достигает таких же величин, как и на Большой банке. В отдельных точках Большой Ньюфаундлендской банки и ее склонов наблюдается несколько увеличенное содержание марганца и железа, что возможно обусловлено специфическими условиями накопления этих элементов. Так, например, на ст. 2227, расположенной на юго-восточном склоне Большой банки, количество марганца в 2 раза выше (0,046%) по сравнению с соседней станцией (0,023%), несмотря на более грубый и смешанный характер грунта (двухвершинный график механического состава). Крупноалевритовой фракции в грунте на ст. 2227 содержится 74,5%.

Пролив Кабота, разделяющий банки Ньюфаундленда и Новой Шотландии, занят песчанистым илом, илом и глинистым илом. Пес-

чанистый ил примыкает непосредственно к склонам банок и распространен сравнительно на небольшой площади. Большую часть дна наиболее глубоких областей пролива Кабота занимает глинистый ил, разделяющийся неширокой полосой ила на два участка. Грунты почти не содержат каменного материала за исключением отдельных зон в верхних частях склонов.

Грунты Новой Шотландии по своему облику и распределению очень похожи на осадки банок Ньюфаундленда. Шельф Новой Шотландии занят преимущественно песками. Ими покрыты все банки на внешней части шельфа и все прибрежные участки в пределах 100-метровой изобаты. В местах усиленных движений вод, как и обычно, граница песков смещается на большие глубины. Пески в большинстве случаев содержат заметное количество каменного материала, включая валуны и отдельные камни, а также целую и битую ракушу. Скопления камней часто приводят к задевам тралов. В ряде мест поверхность банок занята чистыми гравийно-галечно-валунными грунтами. В прибрежной части довольно часто образуются сплошные валунные скопления, но часто обломочный материал отсутствует, а на дне в виде скал выходят коренные породы. Многие гребни, поднимающиеся среди понижений, также заняты каменистым грунтом. Внутренние впадины и желоба покрыты илистым песком и песчаным илом, иногда включающих крупнообломочный материал. Илистый песок распространен меньше песчанистого ила и окаймляет лишь узкой полосой более грубые осадки. На внешнем склоне на глубине около 1000 м песчаный ил сменяется илом.

ВЫВОДЫ

1. Рельеф дна Северо-Западной Атлантики формировался под воздействием тектонических, субаэральных и морских процессов и абразирующей деятельности льдов четвертичного оледенения. Основную роль в создании современного облика рельефа дна играли эрозия в субаэральных условиях и абразия льдов четвертичного оледенения. Материковая отмель расчленена на изолированные друг от друга и от коренных берегов банки. Такой характер строения свойственен для всей Северо-Западной Атлантики, но наиболее рельефно он выражен у восточных и особенно у западных берегов Гренландии. Подводные долины, разделяющие банки, в большинстве случаев сопряжены с фиордами крупными заливами и проливами и имеют явные следы воздействия речных потоков (сложная сеть расчленения в вершинах долин) и льдов (прямызна и крутизна склонов и подводные пороги-возвышения близ края шельфа). Многие долины устьями привязаны к ложу океана и прослеживаются до глубин 1500—2000 м. Большая часть материкового склона расчленена крупными каньонообразными ложбинами-долинами, наиболее рельефно выраженными на Большой Ньюфаундлендской банке. Неравномерность тектонического воздействия привела к размещению внешней границы шельфа на самых разнообразных глубинах в пределах до 500—550 м. Южные участки шельфа западного и восточного побережий Гренландии опущены по сравнению с северными на 100—120 м, а банки Восточной Гренландии расположены ниже западногренландских примерно на такую же глубину. У Лабрадорского побережья северные участки шельфа также располагаются выше южных.

2. Донные отложения различных участков Северо-Западной Атлантики отличаются по вещественному и гранулометрическому составу

и особенностью распределения. Характерна значительная грубость, обусловленная включением сравнительно большого количества крупнообломочного материала. Грубость грунтов объясняется тем, что они формируются за счет переработки моренных отложений, выстилающих морское дно. Усиленный перемыв их приводит иногда к образованию каменистого грунта. Кроме явно преобладающих терригенных осадков, встречаются органогенные: кораллово-мшанковые, кремнево-губковые и ракушечные, а также вулканогенные. Сравнительно широко распространены также и скальные грунты, которые приурочены главным образом к прибрежным участкам шельфа. Для всей рассматриваемой области характерно поглубление осадков к краю шельфа.

3. С промысловой точки зрения отдельные участки Северо-Западной Атлантики неравноценны. Наиболее благоприятные условия для траловых работ известны на юге в районе Новой Шотландии и Ньюфаундленда. Здесь подавляющее большинство промысловых банок доступно для безаварийных работ. У лабрадорского побережья возможность безаварийного траления уменьшается, и с продвижением с юга на север затрудненность все возрастает. В районе Гренландии, напротив, северные банки более благоприятны с точки зрения тралового промысла и к югу условия резко ухудшаются. Наиболее сложный для освоения траловым промыслом — район Восточной Гренландии.

ЛИТЕРАТУРА

Авилов И. К. Особенности строения рельефа и грунтов в районе Юго-Восточной Гренландии. Исследование по программе Международного Геофизического Года. Сб. ВНИРО. Т. 46, М., 1962.

Авилов И. К., Елизаров А. А. Район Ньюфаундлендских банок и Лабрадорского побережья. Морской сборник № 7, 1962.

Богданов Д. В. Некоторые особенности гидрологических условий пролива Девиса, Лабрадорского бассейна и района Ньюфаундлендской банки. Тр. ГОИН. Вып. 37, 1959.

Елизаров А. А. Гидрологические условия в районе Ньюфаундлендских банок в 1957—1958 гг. Научно-технический бюллетень ПИНРО, 1 (9), 1959.

Кленова М. В. и Зенкевич Н. Л. Геологические работы в западной части Северной Атлантики. Тр. Морского гидрофизического института. Т. XXV, 1962.

Линдберг Г. У. О связи континентов Европы и Америки. Советские рыбохозяйственные исследования в северо-западной части Атлантического океана. Сб. ВНИРО-ПИНРО. М., 1962.

Литвин В. М. Рельеф дна в районе Датского пролива. Научно-технический бюллетень ПИНРО, 4 (8), 1959.

Литвин В. М. и Рвачев В. Д. Рельеф дна и грунты промысловых банок районов Лабрадора и Ньюфаундленда. Научно-технический бюллетень ПИНРО, 2—3, 1961.

Литвин В. М. и Рвачев В. Д. Исследование рельефа дна и грунтов промысловых районов Лабрадора и Ньюфаундленда. Советские рыбохозяйственные исследования в северо-западной части Атлантического океана. Сб. ВНИРО-ПИНРО. М., 1962.

Махачек Ф. Рельеф Земли. Изд-во иностранной литературы. М., Т. 1, 1959 и Т. 11, 1961.

Морской атлас. Т. I и II. Изд-во Главного штаба ВМС, 1952, 1953.

Поиск, лов и обработка рыбы. Район Ньюфаундленда и Лабрадора. Калининград, 1962.

Хейзен Б., Тарп М., Юинг М. Дно Атлантического океана. Ч. 1. Изд-во иностранной литературы. М., 1962.

Шипард Ф. Геология моря. Изд-во иностранной литературы. М., 1951.

Atlas of Canada. Department of Mines and Technical Surveys. Geographical Branch. Ottawa, Canada, 1957.

Beauge, L. Relevés hydrographiques exécutés au cours des quatre premières croisières. Revue des Travaux, T. X, f. 2, Paris, 1937.

Close, A. The North Atlantic Gulf of St. Lawrence fishing grounds.

- Cooke, H. C. Studies of the physiography of the Canadian Shield. *Trans. Royal Soc. Canada*, V. 23, 1929; V. 24, 1930; V. 25, 1931.
- Dietrich, G. Ozeanographische Probleme der deutschen Forschungsfahrten im Internationalen Geophysikalischen Jahr. 1957/1958. *Deutschen Hydrographischen Zeitschrift*. Band 10, Heft 2, 1957.
- Dietrich, G. Small-scale topographic features on the bottom of the northern North Atlantic. Reprints. International Oceanographic Congress, 1959.
- Ewing, M., Heezen, B. Oceanographic research programs of the Lamont Geological Observatory. *Geogr. Rev.* V. 46, N 4, 1956.
- Ewing, J., Luskin, B., Roberts, A., Hirshman, J. Subbottom reflection measurements on the continental shelf, Bermuda Banks, West Indies Arc, and in the West Atlantic basins. *Jour. Geophys. Res.*, 65, N 9, 1960.
- Heezen, B., Ericson, D. and Ewing, M. Further evidence for a turbidity current following the 1929, Ground Banks earthquake. *Deep-Sea Res.*, Vol. 1. N 4, 1954.
- Heesen, B. C. and Ewing, M. Turbidity currents and submarine slumps, and the Grand Banks earthquake. *Am. Jour. Sci.*, V. 250, pp. 849—873, 1952.
- Holtedahl, H. Some remarks on geomorphology of continental shelves off Norway, Labrador and southeast Alaska. *Jour. of Geolgy*, V. 66, N 4, 1958.
- Holtedahl, H. Supposed marginal faultlines in shelf areas. Reprints. International Oceanographic Congress, 1959.
- Jordan, G. F. Large submarine sand waves. *Science*, V. 136, N 3519, 1962.
- Krauss, W. Die hydrographischen Untersuchungen mit «Anton Dorn» auf dem ost- und westgronlandischen Schelf im September/October 1955. *Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresforsch.* 15 (2), 77, 1958.
- Kreff, G. Liste der Stationen auf der Forschungsfahrt nach Ost-, Sud, and Westgronland mit FFS «Anton Dohrn» vom 5.9 bis 1910. 1955. *Berichte Dtsch. Komm. Meeresforsch.*, B. XIV, H. 3, 1957.
- Murray, H. W. Topography of the Culf of Maine. *Bull. Geol. Soc. Am.*, V. 58, N. 2, 1947.
- Schuchert, C. Stratigraphy of Western Newfoundland. (*Geological Soc. of America, Memoir 1*) Wash. The Society, VII, 1934.
- Shannon, R., Torphy and Zeigler, J. M. Submarine topography of Eastern Channel, Gulf of Maine. *Jour. of Geology*, V. 65, N 4, 1957.
- Shepard, F. D., Trefethen, I. M. and Cohee, G. V. Origin of George Bank. *Bull. Geol. Soc. Am.*, V. 45, N 2, 1934.
- Stetson, H. C. Sediments of the continental shelves off the eastern coast of the United States. Woods Hole Oceanographic Institution. *Papers in Physical Oceanography and Meteorology*, V. 5, N 4, 1938.
- Stetson, H. C. The bottom deposits. *Pap. Phys. Oceanogr.*, V. 2, 1933.
- Stewart, H. B., Jr, Jordan, G. F., Salsman, G. G. Underwater sand ridges on Georges Shoal. Reprints International Oceanographic Congress, 1959.
- Thorarinsson, S., Einarsson, T., Kjartansson, G. On the geology and geomorphology of Iceland. *Geogr. Ann.*, 41, No. 2—3, 1959.
- Tolstoy, I. Submarine topography in the North Atlantic. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, V. 62, May 1951.
- Twenhofel, W. H. Physiography of Newfoundland. *Am. Journ. Sci.* (4), V. 33, 1912.
- Twenhofel, W. H. and McClintock, P. Surface of Newfoundland. *Bull. Geol. Soc. America*, V. 51, 1940.
- Veatch, A. C. and Smith, P. A. Atlantic submarine valleys of the United States and the Congo Submarine Valley. *Geol. Soc. Am. Special Paper 7*, 1939.
- Vigley, R. L. Organic content of Georges Bank bottom sediments. Reprints International Oceanographic Congress 1959.
- Vigley, R. L. Bottom Sediments of Georges Bank. *Journ. of Sedimentary Petrology*, V. 31. No. 2, 1961.