

РЕЗУЛЬТАТЫ И МЕТОДИКА ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПОДЛЕДНО-ПОДВОДНОГО РЕЛЬЕФА ВПАДИНЫ ЛАМБЕРТА И ЕЕ ОБРАМЛЕНИЯ (ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА)

Сбор информации

Горы Принс-Чарльз являются западным обрамлением грабена Ламберта, к которому приурочен самый большой на планете одноименный выводной ледник. К этому району на протяжении многих лет приковано внимание ученых многих стран. Первые геофизические исследования были выполнены сотрудниками австралийской экспедиции в течение летних полевых сезонов 1957–1959 гг. Ими были проведены наземные сейсмо-гравиметрические наблюдения к югу от станции Моусон на профилях субмеридионального простираения общей протяженностью >1000 км [1]. Научные изыскания были продолжены отечественными специалистами. Так, в течение 1-й и 2-й комплексных антарктических экспедиций (КАЭ) были выполнены рекогносцировочные полеты над шельфовым ледником Эймери на самолете АН-2 [2]. Кроме того, первые геологические наблюдения в горах Принс-Чарльз были также проведены советскими исследователями под руководством Д.С. Соловьева [3].

Силами сезонных отрядов 17–19 Советской антарктической экспедиции (САЭ) (1971–1974 гг.) были осуществлены важные геолого-геофизические исследования под руководством Д.С. Соловьева, которые включали обследование горного обрамления ледников Ламберта и Эймери [4]. Работы носили рекогносцировочный характер и рассматривались в качестве основы для проведения более детальных исследований в будущем. В течение трех полевых сезонов были выполнены аэромагнитометрические наблюдения в комплексе с радиолокационным профилированием (РЛП) м-ба 1 : 2 000 000, аэрофотосъемка всего участка работ, сейсмические зондирования МОВ с гравиметрическими наблюдениями по сети 30 × 30 км и сделаны два профиля ГСЗ. В результате работ получены уникальные данные о мощности ледникового покрова, подледном рельефе и геологическом строении на обширной территории Земель Мак-Робертсона и Принцессы Елизаветы. Было установлено, что долина выводного ледника Ламберта имеет рифтогенное происхождение и в общих чертах была построена модель земной коры [4–8]. По результатам аэрогеофизических исследований 17–19 САЭ, в 1975 г. В.Н. Масоловы и И.Н. Кадминой по материалам А.М. Шалыгина и Г.В. Трепова была составлена первая схематическая карта разрезов ледникового покрова м-ба 1 : 1 000 000.

В 1985 г. начался новый этап исследования района посредством проведения сотрудниками Полярной морской геолого-разведочной экспедиции (ПМГРЭ) комплексных геолого-геофизических исследований в море Содружества и на континенте. В течение полевого сезона 31 САЭ (1985/86 г.) осуществлена аэромагнитная съемка в комплексе с РЛП м-ба 1 : 2 000 000 на самолете Ил-14 по регулярной сети маршрутов субширотного простираения. Начиная со следующего полевого сезона (32 САЭ) начались регулярные аэрогеофизические исследования в комплексе с РЛП м-ба 1 : 500 000, которые проводятся в этом районе и по сей день. Они выполнялись в течение летних полевых сезонов 32, 33, 35, 36 САЭ, а также 39 и 40 Российской антарктической экспедиции РАЭ (рис. 1) [9]. Наряду с аэрогеофизическими работами в период с 31 по 36 САЭ (1985–1991 гг.), в море Содружества и в заливе Прюдс были выполнены исследования, включающие сейсмические зондирования МОГТ, КМПВ, а также донное опробование (рис. 1) [10]. В результате этих многолетних исследований впервые были получены представительные данные о мощности ледникового покрова и подледно-подводном рельефе обширной территории Земель Мак-Робертсона и Принцессы Елизаветы и примыкающей части моря Содружества [6, 7].

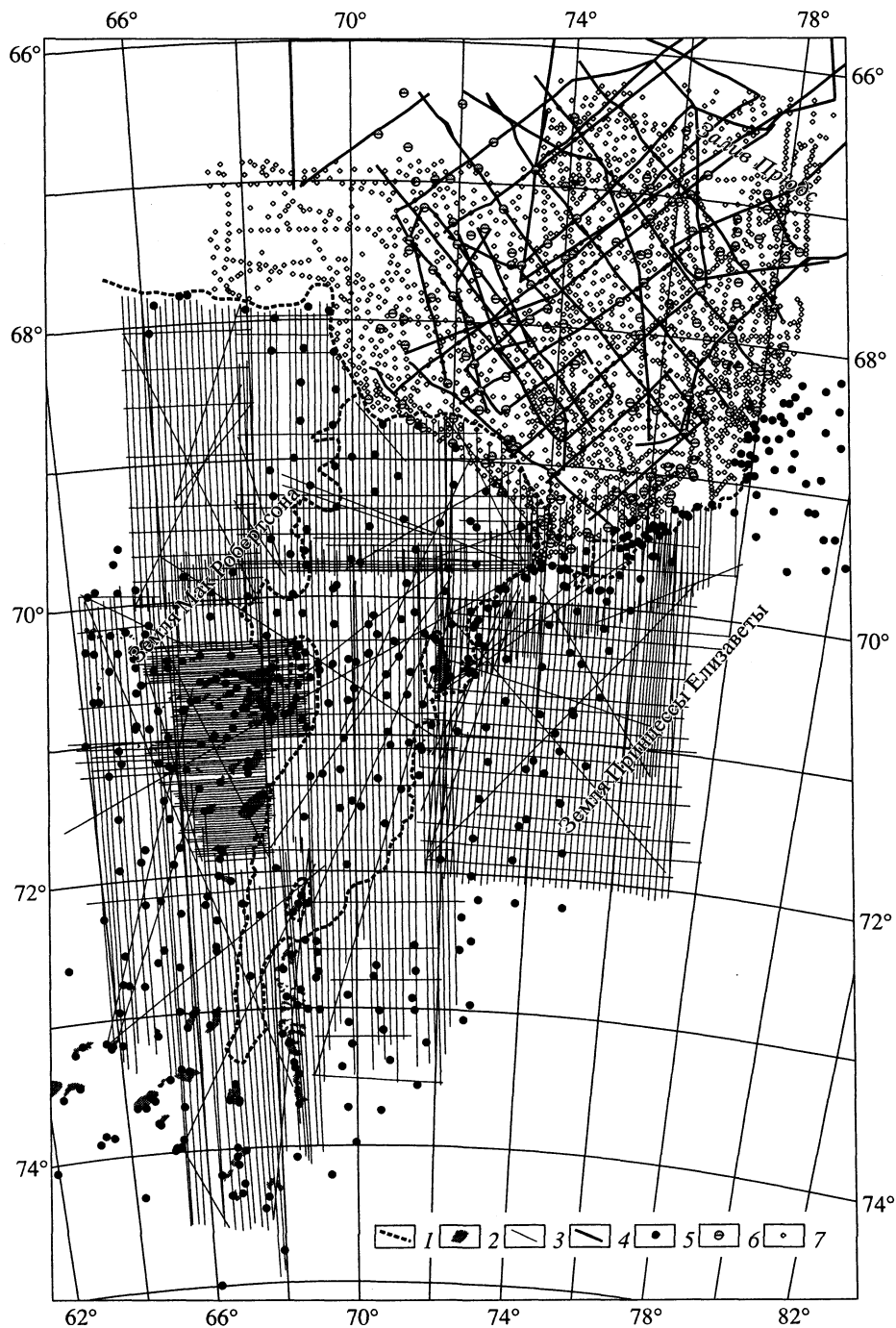


Рис. 1. Карта геофизической изученности района гор Принс-Чарльз

1 – береговая черта, 2 – горные выходы, 3 – положение маршрутов РПП, 4 – профили МОГТ, 5 – пункты зондирования МОБ, 6 – пункты донных опробований, 7 – данные батиметрии

Нельзя не отметить вклад иностранных экспедиций в геолого-геофизическое изучение района и прежде всего ANARE (Australian National Antarctic Research Expedition). Одновременно с работами советских геофизиков ею были проведены аэрорадиолокационные исследования в течение летних полевых сезонов 1971/72, 1973/74 и 1989–1995 гг. Было выполнено РЛП по радиальной сети общей протяженностью ~6900 км с подбазы, расположенной в районе массива Кресуэл, и наземные комплексные геофизические исследования, включая РЛП по траверсу, проходящему вокруг ледника Ламберта от станции Моусон до базы Лоу. По результатам работ построены карты высот дневной поверхности, мощности ледникового покрова и гипсометрии подледного рельефа южной части района ледника Ламберта [11, 12]. Кроме того, ими, а также японской экспедицией (JARE) проведены значительные по объему сейсмоакустические работы в заливе Прюдс [13, 14]. Авторами данной статьи учтены результаты всех перечисленных работ и названных исследователей.

В основу построения приведенных в статье карт положены данные радиолокационного профилирования, полученные сотрудниками ПМГРЭ в период 1985–1995 гг. (31–36 САЭ и 39, 40 РАЭ) (рис. 1). Детальная характеристика материала и методики обработки подробно описаны в работах [15, 16].

Орография, абсолютные и относительные высоты и глубины подледно-подводной поверхности

Наряду с горами Принс-Чарльз доминирующая форма в данном районе – впадина Ламберта (рис. 2). Она вытянута по дуге большого радиуса и простирается в меридиональном направлении более чем на 700 км. Постепенно расширяется от 30 км в южной части до 130 км в центральной на широте 70° и до 200 км в северной, в районе фронта шельфового ледника Эймери. Впадина Ламберта географически с севера примыкает к заливу Прюдс, который продолжает ее, простираясь до бровки материкового склона в виде единой отрицательной формы. Она представляет собой субмеридиональное понижение с контрастно выраженными бортами и выровненным дном, поверхность которого расположена на средней глубине около –500 м. Ее южная и западная границы проходят по наиболее крутым склонам с крутизной от 3° до 15°. Восточная граница выражена менее контрастно в виде склона, крутизна которого редко превосходит 2,5°.

Западная граница впадины Ламберта сильно расчленена обычно висячими глубоко врезанными каньонами, верховья которых в горах Принс-Чарльз удалены от долины на многие десятки километров. Расчленение восточного обрамления впадины не столь сильное, и оно представлено редкими трогообразными и циркообразными понижениями. Граница ее днища, приуроченная к четко выраженному тыловому шву, проходит по 500–700-метровым изогипсам в северной части и по 800–1400-метровым в южной. Впадина осложнена замкнутыми котловинами с глубинами >1000 м. Наибольшая известная абсолютная глубина их достигает почти 2500 м.

К южной части впадины Ламберта примыкают сравнительно более мелкие грабенообразные понижения и каньоны, к которым приурочены выводные ледники Фишера, Гейсена, Коллинса, Меллора и Калининградский. Они, вероятнее всего, представляют связанные между собой звенья, продолжающие впадину – грабен Ламберта, в глубь континента, и, возможно, вся эта сложно построенная цепь отрицательных, а также сопряженных с ними положительных контрастно выраженных форм прослеживается до гор Гамбурцева.

На собственно шельфе по батиметрическому положению и характеру расчлененности выделяются низкая равнина, являющаяся продолжением впадины Ламберта, и ряд относительно высоких равнин, сформированных на приподнятом кристаллическом основании со слабым прерывистым плащом ледово-морских осадков. Последние подразделяются по степени расчлененности и выступают в качестве бортов впадины Ламберта в ее низовьях. Данные внутришельфовые поднятия весьма характерны для

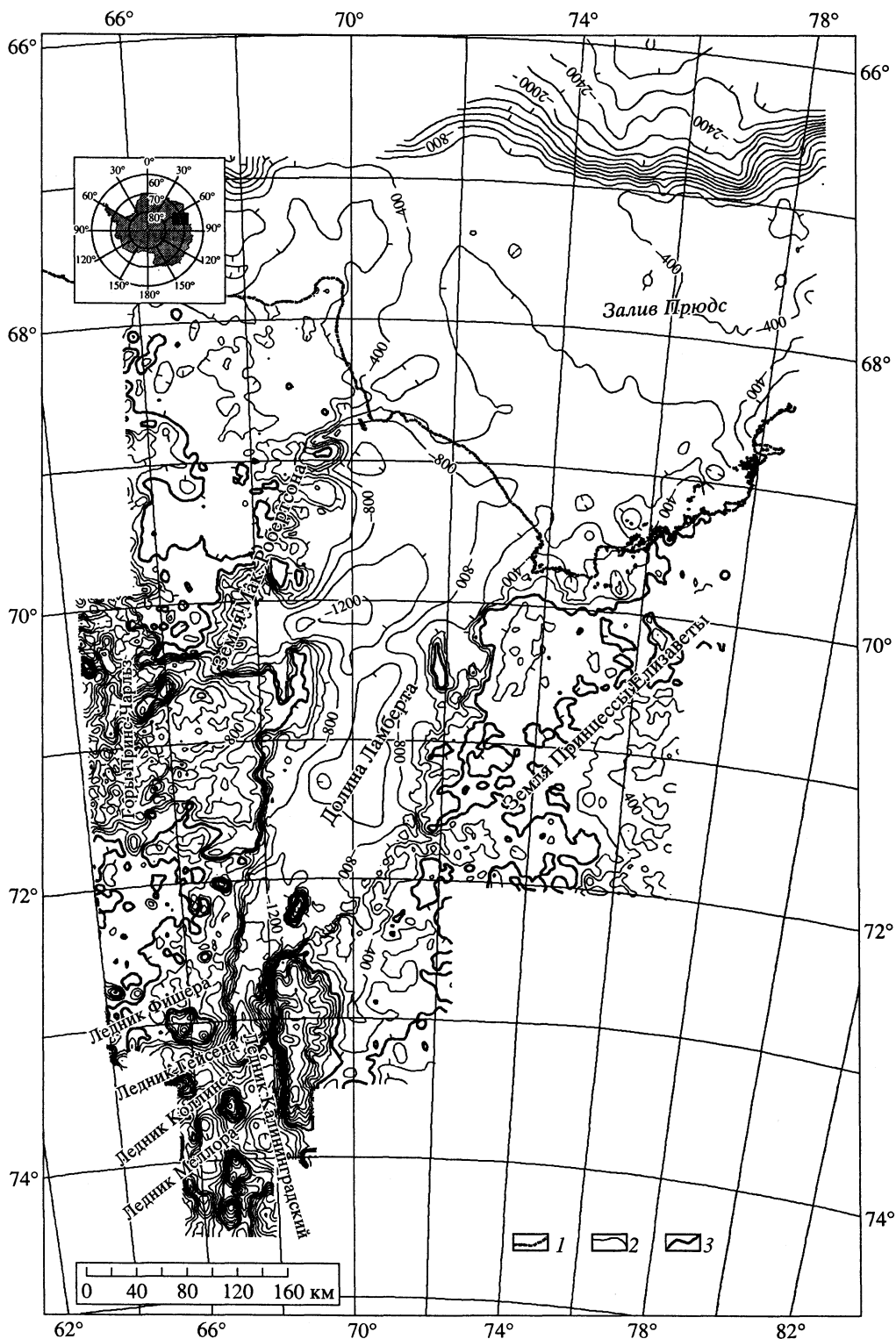


Рис. 2. Карта подледно-подводного рельефа района гор Принс-Чарльз (упрощено)

1 – береговая черта; 2 – изогипсы, м; 3 – уровень моря

рельефа Антарктиды и являются по сути материковыми островами. В дневной поверхности они выражаются, как правило, нунатаками и уступами (уступ Моусона, утес Лендинг, массив Шо и др.), имеют значительные перепады высот (уступ Моусона ~3000 м, массив Клеменс – 1800 м, массив Кампстон – 1600 м, массив ШО – 1000 м) и крутые склоны (иногда более 10°). Оазисы в этой части района приурочены к вершинам или террасированным склонам.

Основная часть гор Принс-Чарльз представляет собой среднегорье. Оно расположено в западной части горного массива и характеризуется высокой расчлененностью (относительные высоты иногда превышают 1000 м). Склоны имеют широкий диапазон крутизны, а в пределах каньонов часто превышают 15°. Восточная часть района представлена пологоувалистым холмогорьем, в границах которого относительные высоты не превышают 200 м.

Наряду с шельфом подводный рельеф описываемого района включает в себя материковый склон и его подножие. Поверхность материкового склона изрезана многочисленными подводными каньонами, ее крутизна 2–7°. Их тальвеги субортональны бровке шельфа и тыловому шву подножия. Средняя глубина каньонов ~2000 м при ширине 20–30 км. Обращает на себя внимание продолжающий впадину Ламберта обширный конус выноса, к вершине которого подходит осевая линия подводной долины. Подножие материкового склона относительно выположено – его крутизна ~1°, а глубина возрастает в северном направлении от –2400 до –3000 м и более.

Приложение морфогенетического принципа к картографированию подводного и подледного рельефа

Морфогенетический принцип картографирования наиболее распространен в геоморфологическом картографировании рельефа [17, 18 и др.]. Его реализация сводится к фиксации на аналитических картах ограниченных сверху бровками и снизу тыловыми швами частей земной поверхности (генетически однородных поверхностей или "граней"), разделенных всего по одному морфологическому признаку – по уклонам и только на два вида: близкие к горизонтальным и разделяющие их наклонные. Их последующее отнесение к одной из многочисленных генетических категорий основывается на анализе формы, взаимного положения слагаемых ими неровностей, происхождения облекаемых этими поверхностями четвертичных отложений. Данный принцип сложился и опробован в ходе многолетней практики составления геоморфологических карт съемочных масштабов и не только не утратил своего значения, но и содержит в себе большие возможности существенного совершенствования на основе системно-морфологических представлений в геоморфологии [19 и др.] и применения компьютерных технологий [20].

Особое значение совершенствование морфогенетического принципа имеет по отношению к подводному и подледному рельефу. В полной мере отображены новейшие и современные гео- и литодинамические процессы на дне морей и океанов, а также в областях развития покровного оледенения, рельеф выступает в качестве важнейшего источника информации о геологической структуре. Она отличается большим охватом по площади и потому может быть использована при интерполяции и экстраполяции геолого-геофизических данных, полученных на отдельных профилях и точках (скважинах, станциях донного опробования). По своей информативности подводный и подледный рельеф не уступает материалам региональной геофизики и именно поэтому в данных условиях столь важными становятся вопросы совершенствования геоморфологического картографирования. Его следует развивать в двух направлениях: а) повышение информативности аналитических моделей, которая применительно к подледному и подводному рельефу возрастает за счет использования не одного, а многих морфологических критериев выделения главных картировочных единиц – элементар-

ных поверхностей (ЭП) и б) увеличение объективности их фиксации на аналитической карте в результате использования системной основы, предусматривающей формализацию, строгую систематику и точную фиксацию линейных и заключенных между ними площадных элементов поверхности. Синтетические геоморфологические карты [18] в этих направлениях совершенствоваться не могут.

Определенный шаг в развитии морского аналитического картографирования был сделан при исследовании Анголо-Бразильского геотраверса в Атлантическом океане [21]. В то время он рассматривался в качестве компромиссной реализации появившихся тогда системно-морфологических представлений и традиционного морфогенетического подхода к геоморфологическому картографированию. Сейчас же данное направление картографирования представляется в качестве не вынужденного компромисса – некоего "примирения нового со старым", а последовательного изучения рельефа, идущего от выявления морфологии поверхностей к характеристике агентов и факторов рельефообразования, т.е. генезиса как одного из важнейших показателей рельефообразующего процесса. И это направление исследования, заложенное основателями морфогенетического аналитического картографирования, полностью соответствует вектору познания, который предусматривается морфодинамической парадигмой геоморфологической науки.

Следует специально отметить отличие изложенного в [21] и данной работе, находящегося в рамках этой парадигмы опыта, от традиционного аналитического картографирования. Упомянутый опыт предусматривает два обычно не выделяемых ранее строго последовательных этапа работ в картографировании: первый, который изначально и осознанно направлен на выделение не генетически или морфологически, а лишь (собственно) морфологически однородных элементарных поверхностей и разделяющих их границ – структурных линий, и второй, заключающийся в генетическом истолковании морфологии данных элементов в плане и в профиле и их взаимных соотношений в пространстве (структуры земной поверхности). И еще одно различие сводится к значительно более широкому диапазону картировочных единиц. Вместо ранее используемых двух субъективно выделяемых ("близких к горизонтальным и более крутых – близких к вертикальным") морфологических категорий элементарных поверхностей выделено 11 четко отделяемых друг от друга разновидностей, что существенно повышает информативность карты и возможности историко-генетического истолкования ее морфологической основы.

Данный опыт рекомендован Министерством природных ресурсов РФ для геоморфологического картографирования шельфа и континентального склона (в также входящей в "морские листы суши") при третьем этапе геологической съемки России в м-бе 1 : 1 000 000 [20].

Морфогенетическая карта и характеристика рельефа

Исследования и картографирование рельефа данного района проводились и ранее параллельно с созданием общих представлений, обзорных схем и карт по подледно-подводному рельефу всей Антарктики (В.И. Бардин, П.С. Воронов, 1966 г., П.С. Воронов, 1967 г., Г.А. Значко-Яворский, 1977 г. и др.). Первые специальные геоморфологические наблюдения в данном районе выполнены в рамках 11 САЭ (1965–1966 гг.), однако их результаты были представлены описаниями без картографического сопровождения [22]. В 1972 г. В.И. Бардиным на основании полевых наблюдений была составлена геоморфологическая карта выходов на дневную поверхность коренного ложа ледника (не опубликована). Большой вклад в изучение рельефа был внесен сотрудником ПМГРЭ Д.Д. Колобовым (Колобов, 1966, 1988 и др.). Позднее, в 1996 г. в рамках тематической работы, проведенной в ПМГРЭ, Е.К. Серовым была создана первая геоморфологическая карта подледно-подводного рельефа всего района в м-бе 1 : 1 000 000, на которой по сути дела были отражены не конкретные картировочные

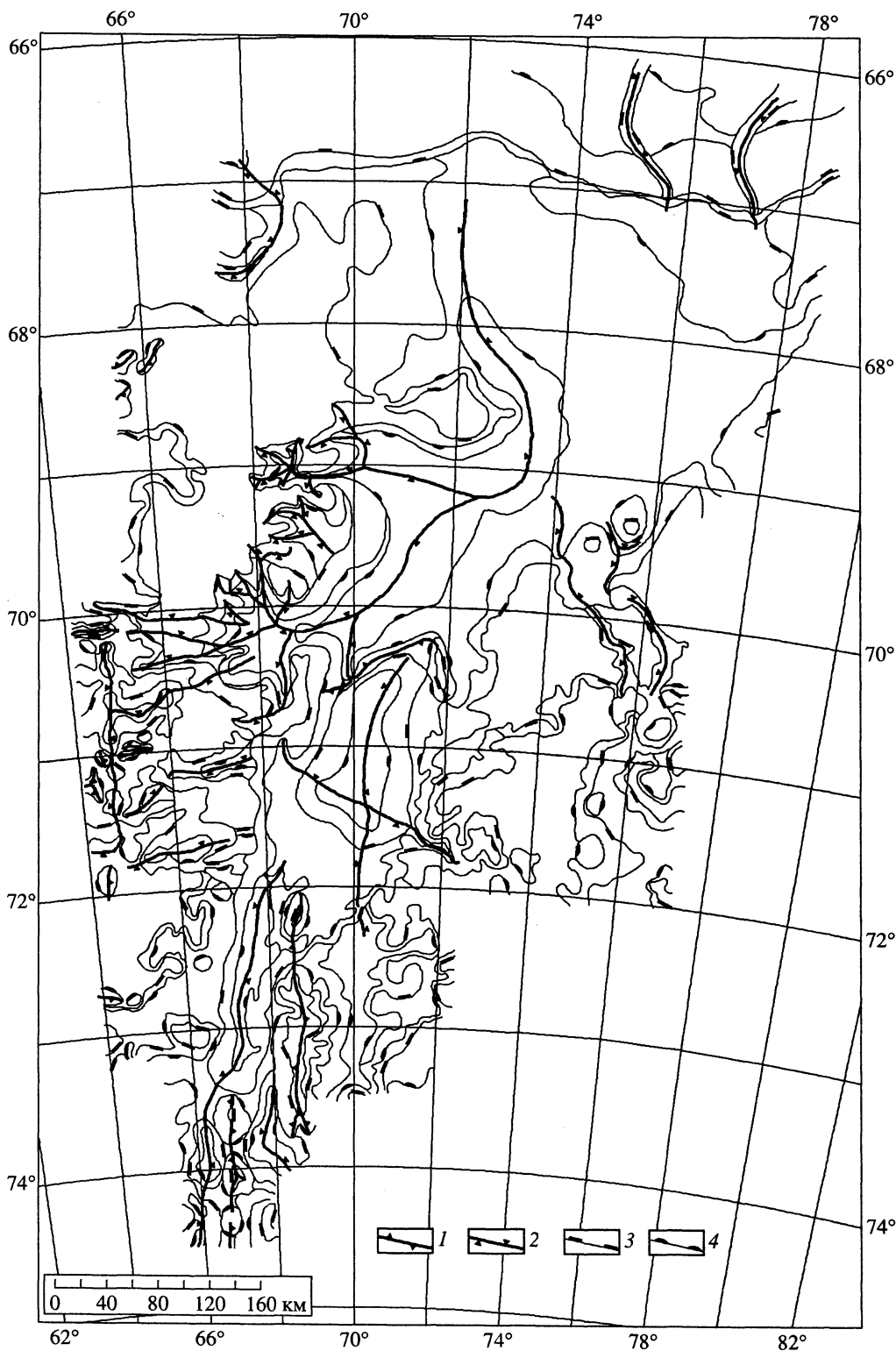


Рис. 3. Карта структурных линий (упрощено)

1 – гребневые (L_1), 2 – килевые (L_2), 3 – выпуклых перегибов (L_3), 4 – вогнутых перегибов (L_4)

единицы, а ареалы распространения рельефа той или иной генетической категории (не опубликована).

В отличие от последней морфогенетическая карта, содержание которой разделено по техническим соображениям и представлено на рис. 3, 4, не содержит отмеченных недостатков традиционного морфогенетического картографирования, так как основана на системно-морфологическом подходе, предусматривающем строгую систематику и выделение многообразных линейных и площадных элементов подледно-подводной поверхности. Ее построению предшествовало трассирование структурных линий: гребневых (L_1), килевых (L_2), выпуклых (L_5) и вогнутых (L_6) перегибов, совокупность которых вынесена на специальную карту (рис. 3) и в целом отражает структуру подледно-подводной поверхности [17].

Морфологически однородные (не полностью определенные) элементарные поверхности заключены между верхними (L_n) и нижними (L_m) линейными элементами и имеют общий индекс P_{n-m} . Ограничениями привершинных верхних (P_{0-m}) и нижних (P_{n-0}) поверхностей могут быть также характерные точки, имеющие индекс 0. Широко распространены плосковершинные верхние (P_{+5}), и нижние (P_{6-}) поверхности. Наряду с ними выделяются вдольгребневые (P_{1-5} , P_{1-6}), вдолькилевые (P_{5-2} , P_{6-2}) и склоновые (уступы – P_{5-6} , площадки P_{6-5} , фасы – P_{5-5} и подножия – P_{6-6}) площадные элементы (рис. 4). Для обозначения всех их предлагается легенда, вертикальная ось которой посвящена характеристике происхождения элементарных поверхностей, установленного по морфологическим и геолого-геофизическим данным. В легенде предусмотрено все конечное множество не полностью определенных площадных элементов, три разновидности которых (P_{0-5} , P_{6-2} , P_{5-0}) в рельефе района не обнаружены, что рассматривается в качестве одной из немаловажных его геоморфологических особенностей. Генетические категории элементарных поверхностей обозначены в легенде римскими цифрами, расшифровка которых (описание происхождения подледно-подводного рельефа) предлагается в виде следующего перечня соответственно пронумерованных определений.

I. Поверхности неволновой дифференцированной (с уменьшением скорости осадко-накопления в направлении: $P_{6-6} \rightarrow P_{6-} \rightarrow P_{5-6} \rightarrow P_{5-5}$) аккумуляции терригенного (древнего аллювиального (?), водно-ледникового и ледово-морского) материала, перерабатываемые гравитационным смещением масс (P_{5-5} , P_{5-6}) и эрозией суспензионных потоков (P_{5-2}) в условиях максимальных градиентов и амплитуд неотектонических и литоизостатических опусканий на континентальном склоне и ложе океана.

II. Поверхности интенсивной ледниковой и водно-ледниковой аккумуляции (с уменьшением скорости осадконакопления в направлении: P_{1-6} , $P_{1-5} \rightarrow P_{6-5} \rightarrow P_{6-} \rightarrow P_{6-2} \rightarrow P_{5-6}$) в условиях резко дифференцированных (только на бортах впадины Ламберта – P_{5-6}), слабо дифференцированных высокоамплитудных неотектонических и гляциоизостатических погружений днища впадины Ламберта и ее продолжения на шельфе (P_{1-6} , P_{1-5} , P_{6-5} , P_{6-} , P_{5-6}), не компенсированных аккумулятивными процессами.

III. Денудационные (экзарационные, нивальные) поверхности эквипленов, трогов и цирков, сформированных в эпоху (эпохи?) долинного оледенения аляскинского типа, с непогребенными полностью под ледниковыми отложениями бортами (P_{5-6} , P_{5-5}) и полностью перекрытыми ледниковой аккумуляцией днищами (P_{6-} , P_{6-2} , P_{6-0}) и подножиями (P_{6-6}) в условиях относительных неотектонических и гляциоизостатических погружений.

IV. Древние аккумулятивные поверхности выравнивания (P_{6-5}) с их уступами (P_{5-6}) и фасыми (P_{5-5}), сформированные в условиях эрозии водно-ледниковыми потоками, общего устойчивого неотектонического и гляциоизостатического погружения на современном шельфе и Берегу Ларса Кристенсена.

V. Сформированная в условиях общих устойчивых неотектонических поднятий и гляциоизостатических опусканий лестница древних разновозрастных денудационных

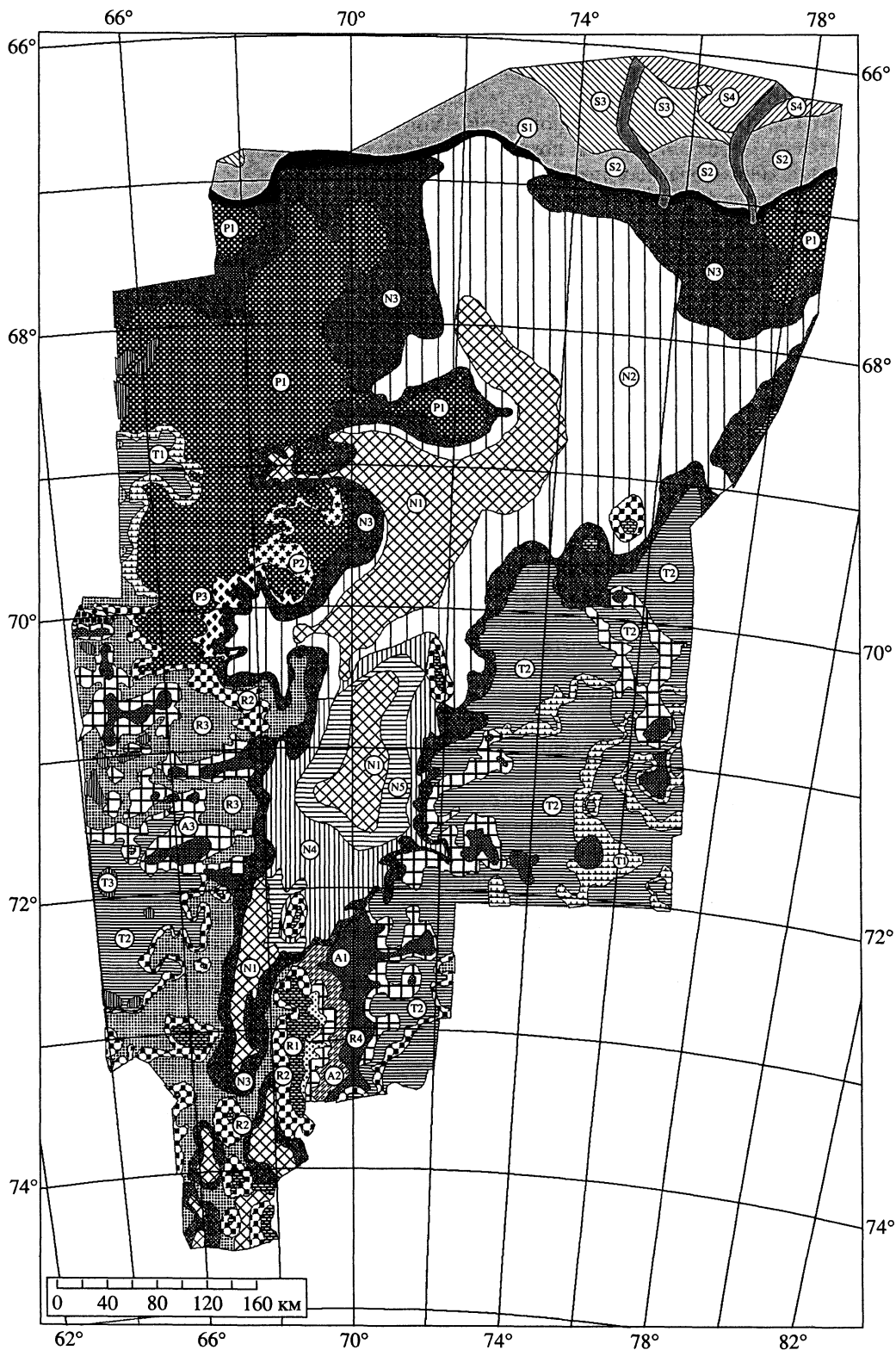


Рис. 4. Карта элементарных поверхностей и их совокупностей (упрощено)

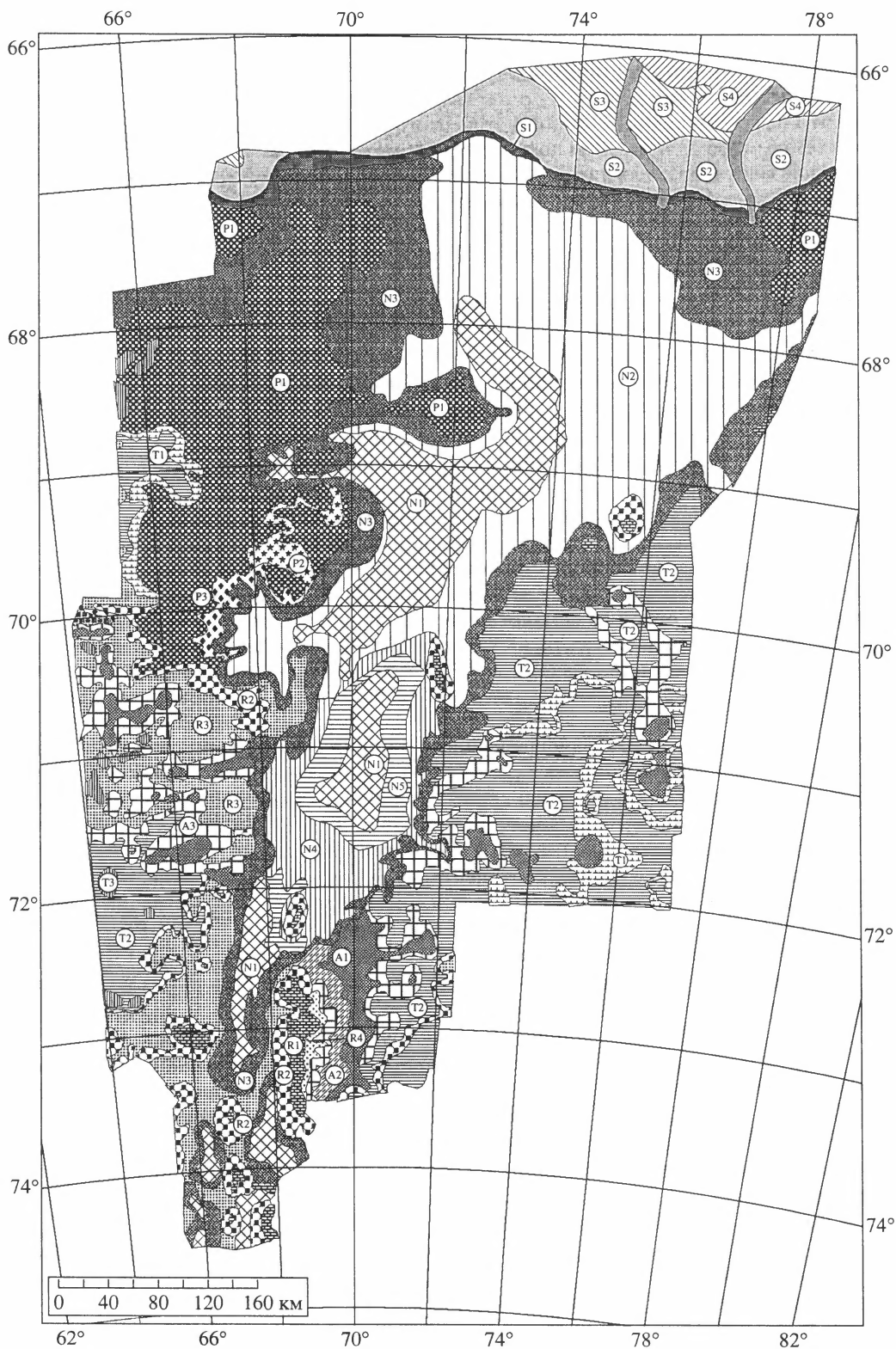


Рис. 4. Карта элементарных поверхностей и их совокупностей (упрощено)

поверхностей нивального выравнивания (P_{+5} , P_{6-5}), осложненных карлингами (P_{0-6}) и останцами (P_{1-6}), разделенных уступами (P_{5-6}).

VI. Денудационные поверхности, сформированные современными нивальными процессами в условиях дифференцированных высокоамплитудных неотектонических поднятий.

Отрывочные данные о коренных и четвертичных образованиях свидетельствуют о сложной истории формирования рельефа как в доледниковое геологическое время, так и в период образования и осцилляций покровного оледенения (Воронов, Гросвальд, Мягков, 1980 и др.). При дальнейшем развитии представлений о возрасте и этапах формирования подледно-подводного рельефа и ледникового покрова следует учесть морфологические данные, полученные в результате сведения и анализа радиолокационных и гидростатиграфических материалов. Прежде всего к ним относится существование конуса выноса, вершина которого сопряжена с впадиной Ламберта и линией тальвега на ее днище. Последняя не подходит к самой вершине в связи, вероятно, с полным погребением подводной долины в ее низовьях на шельфе. Вместе с тем ее эрозионно-аккумулятивное происхождение сомнений не вызывает, так как только "речной транспорт" может обеспечить доставку огромного объема терригенных отложений на узлокализированный участок бровки шельфа с последующим их перемещением вниз суспензионными потоками и накоплением на континентальном подножии. Вопрос о том, когда функционировала эта речная артерия – в максимальную плиоценовую регрессию или в более ранние периоды, остается пока открытым. Но сопряженность соответствующих линий и форм поверхность очень похожа на то, что отмечается на Баренцевоморском шельфе, где в разной степени погребенные и разрушенные абразией отрезки подводных долин продолжают долины крупнейших современных рек севера Русской равнины, составляют в своей совокупности сложно построенную речную палеосеть, которая в своих низовьях выходит на Медвежинский желоб и конус выноса "Персея" на континентальном склоне.

Рельеф западного и восточного обрамления впадины Ламберта развивался по совершенно разным сценариям. На формирование гор Принс-Чарльз наибольшее воздействие оказали новейшие поднятия, сопровождаемые интенсивным развитием дизъюнктивных дислокаций, которые, вероятно, не без участия как глетчерного, так и конглятиционного льда претерпели максимальное раскрытие в верхней части земной коры с образованием того, что в Арктике называется фиордами. В условиях относительной тектонической стабилизации, которая имела место на восточном обрамлении впадины, ледниковый рельеф представлен редкими и слабо выраженным (вероятно, в значительной мере погребенными под моренным материалом) обширными

Генезис	М о р ф о л о г и я													
	Верхние					Склоновые				Нижние				
	Привершинная		Вдольгребневая		Плосковерш.	Плоск.	Уступы	Фасы	Подножия	Плосковерш.	Вдольгребневые		Привершинная	
	P ₀₋₅	P ₀₋₆	P ₁₋₆	P ₁₋₅	P ₊₅	P ₆₋₅	P ₅₋₆	P ₅₋₅	P ₆₋₆	P ₆₋	P ₆₋₂	P ₅₋₂	P ₆₋₀	P ₅₋₀
I														
II														
III														
IV														
V														
VI														

поверхностей нивального выравнивания (P_{+5} , P_{6-5}), осложненных карлингами (P_{0-6}) и останцами (P_{1-6}), разделенных уступами (P_{5-6}).

VI. Денудационные поверхности, сформированные современными нивальными процессами в условиях дифференцированных высокоамплитудных неотектонических поднятий.

Отрывочные данные о коренных и четвертичных образованиях свидетельствуют о сложной истории формирования рельефа как в доледниковое геологическое время, так и в период образования и осцилляций покровного оледенения (Воронов, Гросвальд, Мягков, 1980 и др.). При дальнейшем развитии представлений о возрасте и этапах формирования подледно-подводного рельефа и ледникового покрова следует учесть морфологические данные, полученные в результате сведения и анализа радиолокационных и гидростатиграфических материалов. Прежде всего к ним относится существование конуса выноса, вершина которого сопряжена с впадиной Ламберта и линией тальвега на ее днище. Последняя не подходит к самой вершине в связи, вероятно, с полным погребением подводной долины в ее низовьях на шельфе. Вместе с тем ее эрозионно-аккумулятивное происхождение сомнений не вызывает, так как только "речной транспорт" может обеспечить доставку огромного объема терригенных отложений на узлокализированный участок бровки шельфа с последующим их перемещением вниз суспензионными потоками и накоплением на континентальном подножии. Вопрос о том, когда функционировала эта речная артерия – в максимальную плиоценовую регрессию или в более ранние периоды, остается пока открытым. Но сопряженность соответствующих линий и форм поверхность очень похожа на то, что отмечается на Баренцевоморском шельфе, где в разной степени погребенные и разрушенные абразией отрезки подводных долин продолжают долины крупнейших современных рек севера Русской равнины, составляют в своей совокупности сложно построенную речную палеосеть, которая в своих низовьях выходит на Медвежинский желоб и конус выноса "Персея" на континентальном склоне.

Рельеф западного и восточного обрамления впадины Ламберта развивался по совершенно разным сценариям. На формирование гор Принс-Чарльз наибольшее воздействие оказали новейшие поднятия, сопровождаемые интенсивным развитием дизъюнктивных дислокаций, которые, вероятно, не без участия как глетчерного, так и конжеляционного льда претерпели максимальное раскрытие в верхней части земной коры с образованием того, что в Арктике называется фиордами. В условиях относительной тектонической стабилизации, которая имела место на восточном обрамлении впадины, ледниковый рельеф представлен редкими и слабо выраженным (вероятно, в значительной мере погребенными под моренным материалом) обширными

Генезис	М о р ф о л о г и я													
	Верхние					Склоновые					Нижние			
	Привершинная	Вдольгребневая	Плосковерш.			Площ.	Уступы	Фасы	Подножия	Плосковерш.	Вдолькилевые		Привершинная	
	P_{0-5}	P_{0-6}	P_{1-6}	P_{1-5}	P_{+5}	P_{6-5}	P_{5-6}	P_{5-5}	P_{6-6}	P_{6-}	P_{6-2}	P_{5-2}	P_{6-0}	P_{5-0}
I							S2	S1	S3	S4				
II			N4	N4		N4	N3		N2	N1	N1			
							N5							
III							A3	A3	A2	A1	A1		A1	
IV						P1	P2	P3						
V		T3	T3		T2	T2	T1							
VI				R1	R1	R3	R2	R4						

цирками и трогами с характерными для них формами в плане и относительно крутыми, невысокими бортами и плоскими днищами.

Как на западе, так и на востоке от впадины Ламберта отсутствуют контрастные экзарационные формы, которые мы привыкли наблюдать в горных районах со всеми следами или атрибутами отступивших плейстоценовых ледников. Это вполне объяснимо, если учесть, что рельеф последних формировался в условиях дегляциации, которая всегда сопровождается увеличением его контрастности – образованием каровых лестниц, врезанных друг в друга разновозрастных трогов (часто осложненных последующими глубокими эрозионными врезами), а современный подледный рельеф Антарктиды развивался в противоположном направлении – в условиях роста ледников от каровых до покровных, когда последующая экзарационная и аккумулятивная деятельность более крупных глетчеров уничтожала предшествующие малые формы ледникового и речного происхождения.

В морфоструктурном отношении в исследуемом районе доминирует обширная рифтовая впадина Ламберта, резко ограниченная дизъюнктивно предопределенными крутыми бортами-сбросами. Рифт существенно расширяется от "впадающих в него" рифтовых долин на юге к шельфу, далее – к континентальному склону. Это отличает его от почти неизменных по ширине окраинных желобов на Баренцево-Карском шельфе в Арктике. Западное обрамление представлено областью постплатформенного орогенеза – глыбовыми горами Принс-Чарльз. Для них характерна существенная расчлененность рельефа (в морфоструктурном и морфоскульптурном отношениях), созданного резкодифференцированными неотектоническими и гляциоизостатическими движениями земной коры. Восточное обрамление включает платформенные равнины с осложняющими ее морфоструктурами – тектонически обусловленными увалами (Земля Принцессы Елизаветы), отдельными возвышенностями и низменностями (Берег Ингрид Кристенсен). Подводный рельеф шельфа моря Содружества в основном предопределен дифференцированной аккумуляцией и не полностью погребенными ею древними подводными долинами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fowler K.F. Ice thickness measurements in Mac. Robertson Land, 1957–1959. Melbourne: Bureau of Mineral Resources, Australia, 1971. 55 p.
2. Саватюгин Л.М., Преображенская М.А. Российские исследования в Антарктике. СПб.: Гидрометеоздат, 1999. Т. 1. 360 с.
3. Соловьев Д.С., Каменев Е.Н., Равич Г.М. Геологические исследования в 1965/66 гг. // Бюл. САЭ. 1967. Вып. 62. С. 10–18.
4. Соловьев Д.С. Исследования на Землях Мак-Робертсона и Принцессы Елизаветы // Бюл. САЭ. 1976. Вып. 92. С. 14–17.
5. Боярский В.И., Шалыгин А.М. Радиолокационная съемка подледного рельефа Девятнадцатой Советской антарктической экспедицией // Бюл. САЭ. 1976. Вып. 92. С. 18–23.
6. Куринин Р.Г., Грикуров Г.Э. Строение рифтовой зоны ледника Ламберта // Тр. САЭ. 1980. Т. 70. С. 76–86.
7. Куринин Р.Г., Алешкова Н.Д. Коренной рельеф Земли Эндерби, Земли Мак-Робертсона и Земли Принцессы Елизаветы в Восточной Антарктиде // Антарктика. 1987. Вып. 26. С. 62–65.
8. Fedorov L.V., Griukov G.E., Kurinin R.G. et al. Crustal structure of the Lambert glacier area from geophysical data // Antarctic geoscience. ed. Ruddock C., Madison, Wisconsin: University Wisconsin Press, 1982. P. 931–936.
9. Popov S.V. Overview of Russian Radio Echo Sounding and ground reflection seismic investigations in Antarctica from 1970 to the present day // Antarctica and global change: interactions and impacts. Hobart, Tasmania, Australia. 13–18 July, 1997. P. 1056.
10. Leitchenkov G., Shelestov F., Gandjuhin V. et al. Outline of structure and evolution of the cooperation sea sedimentary basin // International workshop on Antarctic Offshore Seismic Stratigraphy (ANTOSTRAT): Overview and Extended Abstracts: U.S. Geological Survey Open-File Report 90–309. ed. Cooper A.K., Webb P.N., 1990. P. 202–211.

11. *Morgan V.I. and Budd W.F.* Radio-echo sounding of the Lambert Glacier Basin // *J. Glac.* 1975. V. 15. № 73. P. 103–111.
12. *Higham M., Reynolds M., Brocklesby A. et al.* Ice radar digital recording, data processing and results from the Lambert Glacier Basin traverses // *Terra Antarctica*. 1995. V. 2. № 1. P. 23–32.
13. *Nakao S.* Japanese expedition data in the Prudz Bay and its vicinity // *International workshop on Antarctic Offshore Seismic Stratigraphy (ANTOSTRAT): Overview and Extended Abstracts: U.S. Geological Survey Open-File Report 90–309.* ed. Cooper A.K., Webb P.N., 1990. P. 228–232.
14. *Stagg H.M.J.* Australia's Offshore Antarctic Program: current data availability and future intentions // *International workshop on Antarctic Offshore Seismic Stratigraphy (ANTOSTRAT): Overview and Extended Abstracts: U.S. Geological Survey Open-File Report 90–309.* ed. Cooper A.K., Webb P.N., 1990. P. 251–254.
15. *Попов С.В.* Методические аспекты обработки материалов радиолокационного профилирования // *Международная конференция молодых ученых и специалистов-геофизиков "Геофизика-99".* Петродворец, 9–12 ноября 1999 г. 1999. С. 108.
16. *Попов С.В.* Методика обработки аналоговых материалов радиолокационного профилирования // *РГЖ.* 2001. Т. 23–24. С. 57–61.
17. Методические указания по составлению геоморфологических карт при средне- и крупномасштабной геологической съемке / Ганешин Г.С., Соловьев В.С. Л.: Недра, 1980. 60 с.
18. *Спиридонов А.И.* Геоморфологическое картографирование. М.: Недра, 1985. 183 с.
19. *Ласточкин А.Н.* Рельеф земной поверхности. Л.: Недра, 1991. 340 с.
20. Методика геоморфологического картографирования шельфа и континентального склона Российской Федерации (применительно к задачам Госгеолкарты-1000) / Зинченко А.Г., Ласточкин А.Н., Лопатин Б.Г. М.: ЗАО "Геоинформмарк", 2001. 38 с.
21. Геоморфологические исследования океанического дна / Ласточкин А.Н. Л.: Изд-во ПГО "Севмор-геология", 1987. 105 с.
22. *Петров В.Н.* Геоморфологические наблюдения в горах Принс-Чарльз // *Бюл. САЭ.* 1967. Вып. 64. С. 5–9.

Факультет географии и геоэкологии СПбГУ,
ПМГРЭ, Ломоносов (СПб)

Поступила в редакцию
21.06.2001

TECHNIQUE AND RESULTS OF GEOMORPHOLOGIC MAPPING OF SUBMARINE-SUBGLACIAL RELIEF OF LAMBERT BASIN AND ITS FRAME (EASTERN ANTARCTICA)

A.N. LASTOCHKIN, S.V. POPOV

S u m m a r y

Complex geophysical researches including radiolocation profiling, terrestrial and marine seismic survey fulfilled during the 17–19, 32, 33, 35, 36, 39 and 40th Soviet (Russian) Antarctic expeditions made is possible to investigate the submarine-subglacial sea bottom relief in the vicinity of Prince Charles Mountains. The schematic geomorphologic map was compiled in the scale of 1 : 1000000, on the base of the morphogenetic principle. The map includes 6 genetic and 11 morphologic classes of simple surfaces, divided by crest and keel lines, concave and convex kinks. Within the submarine middle-mountains there are deep incised canyons, on the high plain – rare troughs and circles possibly buried by moraines. The Lambert depression has flat bottom and dissected flanges of various slopes. On the whole the submarine-subglacial relief greatly differs from the relief of Pleistocene glaciations.