

В. И. АСТАХОВ (Ин-т наук о Земле СПбГУ),  
 Д. В. НАЗАРОВ (ВСЕГЕИ, СПбГУ),  
 Л. Р. СЕМЕНОВА, М. А. СПИРИДОНОВ, В. К. ШКАТОВА (ВСЕГЕИ)

## К ПРОБЛЕМЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ СЕВЕРНОГО ПЛЕЙСТОЦЕНА

Обсуждаются стратиграфические и седиментологические проблемы, связанные с отражением структуры поверхностных терригенных толщ Русского Севера на геологических картах масштабов 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000. Отмечено резкое ухудшение качества государственных карт в последние 20 лет из-за разрыва практики ряда геологосъемочных организаций с заложенными во ВСЕГЕИ традициями классической четвертичной геологии. Главный дефект многих новых карт – некаленифицированная диагностика генезиса диамиктовых толщ с мегакластами и произвольная трактовка их возраста, основанная на смешанных ассоциациях переотложенных органических остатков. Современные седиментологические и геохронометрические данные не подтверждают ни морского генезиса, ни неогенового возраста диамиктовых слоев, которые, как и в других регионах циркумполярной области, имеют плейстоценовый возраст. Отрицание климатостратиграфического принципа расчленения четвертичных толщ неминуемо ведет к ошибочной корреляции разрезов севера с южными и западноевропейскими разрезами. Особенно ухудшает качество карт ничем не обоснованная «уровневая гипотеза», приписывающая стратиграфическое значение разновысотным ступеням равнинного рельефа. Эту схему опровергают прямые наблюдения в протяженных береговых разрезах. Отрицание ледникового генезиса диамиктовых толщ чревато ложными выводами о путях разнаса терригенных компонентов. В статье приводятся дополнительные бесспорные свидетельства ледникового происхождения основного объема северного плейстоцена – геологические профили, дистанционные изображения кровли плейстоцена и фотографии погребенных ледников.

Ключевые слова: государственная геологическая карта, северный плейстоцен, климатостратиграфия, диамиктовые слои, мегакласты, геохронометрия.

Stratigraphic and sedimentologic problems connected with cartographic images of surficial terrigenous formations of the Russian North are discussed. Deterioration of quality of national Quaternary maps in scales 1 : 1 000 000 and 1 : 200 000 is noticeable for the last two decades. This is due to the break with the tradition of classical Quaternary geology developed and maintained in VSEGEI. The main deficiency of many new maps is caused by erroneous genetic diagnosis of terrestrial sediments and arbitrary determination of their age based on mixed associations of redeposited organic remains. Modern sedimentological and geochronometric data neither confirm marine origin, nor the Neogene age of diamicths with megaclasts which, as in other circumpolar regions, are predominantly Pleistocene formations. Also, the negation of the climatostratigraphic principle leads to improbable correlations of northern sequences with Southern and West European records. Especially bad for the map quality is the so-called 'level hypothesis' ascribing different stratigraphic values to various stairs of flatland topography. This concept is falsified by the direct observations in long shoreline sections. The rejection of glacial genesis of diamicthic formations leads to futile indicator tracing. This paper, however, presents additional unambiguous evidence of glacial origin of the bulk of the Northern Pleistocene in the form of geological profiles, remotely sensed images of the uppermost Pleistocene strata and photos of buried glaciers.

Keywords: National geological map, Northern Pleistocene, climatostratigraphy, diamicthic strata, megaclasts, geochronometry.

**Введение.** Проблема детально обсуждалась в 1970-е годы учеными-четвертичниками, они пришли к единодушному мнению относительно происхождения, возраста и способов картографического изображения терригенной полимиктовой формации, покрывающей толстым чехлом пространства Русского Севера [1, 3, 5, 19, 24–30, 35, 36, 38]. Однако в последние 20 лет эта проблема опять возникла и крайне негативно проявилась в новом поколении государственных геологических карт, составляемых далекими от четвертичной геологии специалистами. Наш обзор призван осветить существующее положение дел.

Осадочные бассейны Арктики и Субарктики – основной источник углеводородного богатства Рос-

сии. Они отличаются максимальной мощностью четвертичных образований. Усилия геологической службы в прошлом, да и сейчас, были направлены на получение информации о строении продуктивных горизонтов на глубине с помощью бурения и разведочной геофизики. Гораздо меньше внимания и средств уделялось изучению осадочных образований верхнего структурного этажа, служащих непосредственным субстратом любой хозяйственной деятельности.

На первых этапах освоения севера геологическая служба СССР придавала большое значение изучению поверхностных отложений равнин мощностью 50–100 м. С 50-х годов прошлого столетия целенаправленными усилиями геологов ВСЕГЕИ,

Аэрогеологического треста, НИИГА, региональных геологических управлений проводилась полистная государственная геологическая съемка м-ба 1 : 1 000 000 первого поколения (ГСР-1000/1). В тех районах, где практически не было других обнажений, составление государственных геологических карт превращалось по необходимости в геологическую съемку четвертичных отложений. Полученные карты многие годы служили главным источником сведений о новейшей геологической истории, а также материалом для картографических обобщений и планирования более детальных исследований.

Однако сплошное картографическое изучение севера со специализированными полевыми работами тогда практически и завершилось. В 1960-е годы были созданы лишь отдельные листы четвертичных карт в м-бе 1 : 200 000. Большинство среднemasштабных карт производилось аэрофотогеологическим способом с минимальным объемом полевой документации (ПГО «Аэрогеология»). Более детальные аналоговые карты по данным групповой геологической съемки с мелким бурением составлялись в 1970–80-х годах в Приенисейской Сибири и Архангельской области.

В конце прошлого столетия проводились работы по составлению Государственной геологической карты СССР м-ба 1 : 1 000 000 (новая серия ГГК-1000/2), а в начале XXI в. появились цифровые Госгеолкарты м-бов 1 : 1 000 000/3 (ГГК-1000/3) и 1 : 200 000/2 (ГГК-200/2) с обязательными картами четвертичных образований во всех регионах Русского Севера.

Анализ многих вновь издаваемых карт (листы Р, Q, R, S) показал их резкое отличие (в худшую сторону) не только от карт центральных районов России, но и от старых карт для северных территорий. Особенно странно выглядят листы Q-40, P-40, P-41, связь которых с картами первого поколения улавливается с трудом. Еще хуже то, что показанные на новых картах объекты часто не прослеживаются на ранее выпущенных соседних листах. Обратимся к проблеме, касающейся наиболее сложных для картирования толщ в центральном секторе Русского Севера, т. е. на территориях севернее 60° с.ш., от бассейна Белого моря до Северо-Сибирской низменности включительно.

**Картирование поверхностных толщ севера России.** Северные равнины покрыты сплошным чехлом сероцветных полимиктовых обломочных отложений постплиоценового возраста мощностью до 300–400 м, именуемых для краткости северным плейстоценом. Возраст пород верхнего структурного этажа (включая и голоценовые образования), как правило, не выходит за пределы 0,8 млн лет. Серая терригенная формация аналогична таким же образованиям североамериканских равнин, которые в геологической науке с XIX в. считаются ледниковыми. Стратиграфическое расчленение и картирование этой формации всегда и повсюду проводилось согласно климатостратиграфическому принципу, отражающему фундаментальный историко-геологический факт чередования глобально синхронных ледниковых эпох и разделяющих их межледниковых морских трансгрессий [13, 14, 41].

Относительная краткость четвертичного периода (2,6 млн лет по современной геохронологической

шкале) несоизмерима с огромным экономическим значением отложений этого возраста. В старину при отсутствии научной базы расчленения четвертичного покрова иногда появлялись карты, на которых изображались просто литологические разновидности первого от поверхности горизонта. Крайне узкий набор терригенных рыхлых отложений не позволяет восстанавливать геологическую историю и прогнозировать размещение полезных ископаемых на таких примитивных картах (или скорее схемах районирования). В 1950-х годах делались попытки составления (и издания) мелкомасштабных геологических карт, на которых оттенками серого цвета показывали относительный возраст четвертичных отложений. Ввиду весьма ограниченного количества коррелируемых стратиграфических подразделений (не более 3–4) такие карты, в отличие от карт дочетвертичных образований, оказались малополезными для познания геологической истории и путей разноса терригенных компонентов.

Поэтому геологические службы всего мира, в первую очередь СССР и Российской Федерации, используют систему стратиграфо-генетических подразделений, в которой разным цветом изображаются генетические типы отложений (на Западе чаще обстановки осадконакопления), оттенками цвета и индексами — возраст, дополнительными штриховыми обозначениями — литологический состав полигонов. Количество генетических типов достигает нескольких десятков, что позволяет системе их условных цветовых обозначений использовать как алфавит главного геологического текста — карты четвертичных образований, отражающей новейшую историю осадконакопления и минерации. Генетическая нагрузка карт введена в мировую практику в качестве основной в 1932 г. в виде карты четвертичных отложений европейской части СССР, созданной во ВСЕГЕИ под редакцией С. А. Яковлева.

Стратиграфическая основа карт четвертичных образований делает их коррелируемыми по всему миру. Она тесно связана с общепризнанным принципом глобальной палеоклиматической ритмичности, который ныне используется и в дочетвертичной геологии. Синхронность климатических ритмов с колебаниями орбитальных параметров позволяет датировать климатостратиграфические горизонты в терминах астрономической шкалы, т. е. в годах [13, 41].

Достижения мировой науки в области изучения четвертичного периода в последние десятилетия велики и неоспоримы, а проблема картографирования северного плейстоцена имеет исключительно ответственное происхождение. Объективно она связана с проблемами диагностики мощных кластогенных толщ из-за трудной доступности северных территорий, а субъективно из-за дефицита специалистов в области четвертичной геологии. При слабых контактах с мировой наукой в 1960-х годах неожиданно воскресли давно забытые в мире дрейфовые гипотезы позапрошлого столетия, объявившие сотни метров грубокластических диамиктовых отложений вторжениями ледовитого моря на равнины России.

С подачи ряда мерзлотоведов, с 1960-х годов пропагандировалось антигляциалистическое направление, отрицающее применительно к северным равнинам чередование покровных оледенений и межледниковых морских трансгрессий. Вместо этой классической модели для плейстоцена цен-

трального сектора Русской Арктики предлагалась перманентная трансгрессия Ледовитого океана, ослобненная небольшими ледниками, сползавшими с палеозойских кряжей (т. н. маринизм или скорее непунизм). Ясно, что подобная палеогеография не может быть увязана с соседними и тем более зарубежными территориями. Это наглядно проявилось при создании циркумполярной карты четвертичных отложений [20], рисующей географически необъяснимую картину морской трансгрессии на территории СССР одновременно с мощным оледенением западного полушария и Фенноскандии.

Маринизм-непунизм получил распространение в ряде производственных организаций, особенно среди мерзловедов и грунтоведов, а также в НИИГА и ВНИГРИ. В 1960-х годах были составлены отдельные листы среднemasштабных карт в генетической легенде, но в монотонной синне-зеленой гамме, показывающей гипотетическую трансгрессию до высот более 200 м. Поскольку высокие морские уровни на картах антигляциалистов неизбежно подразумевают безбрежную трансгрессию и на юге России, для северных платформенных равнин приходилось изобретать гипотезы о фантастически молодой тектонике, не имеющей аналогов в центре и на западе Русской плиты. Полное подтверждение классической модели ледникового плейстоцена получено ВСЕГЕИ при геологической съемке шельфа Балтийского, Белого и Баренцева морей [27] в м-бе 1 : 200 000.

Несмотря на резкую критику [3], маринистские схемы продолжали бытовать в построениях некоторых геологосъемочных и инженерно-геологических предприятий, поскольку создавали видимость быстрой геологической изученности поверхности без специального исследования четвертичных осадочных толщ.

**Научная экспертиза северных кластогенных толщ.** Ввиду возникшей дискуссии по вопросам диагностики северных диамиктов в 1970-х годах ВСЕГЕИ, ГИН АН СССР, Ин-том геологии и геофизики СОАН, Ин-том геологии Коми ФАН СССР, СНИИГиМС, ПГО «Аэрогеология» и другими специализированными организациями были поставлены методические работы на опорных разрезах северного плейстоцена, которые выявили преобладание типично ледниковых структур и седиментационных текстур по всему видимому разрезу мощных диамиктовых формаций. Наконец, в 1978 г. по Международной программе геологической корреляции в Новосибирске было создано специальное совещание с участием ведущих европейских и канадских четвертичников, которые инспектировали опорные разрезы Нижней Оби. Участники «единодушно признали наличие нескольких моренных горизонтов, разделяемых межморенными отложениями... Рабочая группа не обнаружила следов морских отложений» [28, с. 199].

Полученный вывод завершил дискуссию по этой теме в научной литературе. Ледниковая природа северного плейстоцена и генеральное направление движения льда с шельфов на сушу с разносом терригенных компонентов вверх по уклону местности вполне подтвердились как детальными работами различных международных исследовательских экспедиций 1993–2009 гг. в рамках европейской координационной программы QUEEN на пространстве от Белого моря до моря Лаптевых

[42, 46, 47], так и картографическими работами ВСЕГЕИ [37].

В 1960–1970 гг. научные принципы диагностики ледниковых образований были изложены в работах сотрудников ГИН АН СССР Е. В. Шанцера, Ю. А. Лаврушина и др. В созданном во ВСЕГЕИ специальном методическом пособии для геологов-съемщиков суммированы главные достижения мировой гляциальной геологии и особо рассмотрены ледниковые реликты в области вечной мерзлоты [23].

**Седиментологическая диагностика северных кластогенных толщ.** Наиболее доступны и лучше всего изучены мезоструктурные элементы поверхностных толщ, наблюдаемые в хорошо расчищенных обнажениях (но не в скажинах!). Ледниковые грубо-обломочные толщи содержат переотложенную органику любого типа и возраста, которая легко попадает в тело и на поверхность ледника по обычным для холодного льда листрическим надвигам. Норвежские геологи еще в 20-х годах прошлого века обнаружили кучи морских раковин на современных ледниках Новой Земли. Четвертичные морены с переотложенной морской фауной давно известны во многих регионах, например, хорошо изучена ракушняковая морена (shelly till) Ирландского моря, однако только на нашем севере эти местные литологические особенности использовались для отрицания ледниковой теории. Во ВСЕГЕИ было специально поставлено детальное седиментологическое исследование стратотипа маловалунной санчуговской свиты Нижнего Енисея, в 1940-х годах ошибочно отнесенной к морским отложениям [21]. Обширными расчистками в районе Усть-Порта вскрыт гляциотектонический меланж, состоящий из пакетов песка, морских глин и диамиктона со смешанной четвертичной и меловой фауной моллюсков (рис. 1).

Аналогичные седиментологические результаты получены и в других северных районах. В широких расчистках (а не в канавах!) диамиктовые толщи с отторгнутыми блоками неледниковых песков и глин (рис. 2, А, Б) обнаруживались по всему северу [5, 19]. Международные исследования 1993–2011 гг. в Русской Арктике добавили множество профессионально расчищенных и измеренных разрезов, не оставляющих сомнений в ледниковой природе северного плейстоцена [42–44, 46].

Важное седиментологическое свидетельство дают многочисленные мощные залежи реликтового глетчерного льда в диамиктонах области вечной мерзлоты. Погребенные пластовые льды повторяют структуры течения и деформации, наблюдаемые в отложенных моренах, и связывают их единой актуалистической цепью с современными ледниками. В мощных пластовых залежах арктической Сибири наблюдается типичная гнейсовидная текстура динамометаморфического льда, отражающая его ламинарное течение и не отличающаяся от структур современных ледников (рис. 3). Деформированный под большим давлением реликтовый лед составляет единое геологическое тело с вытаявшей из него мореной (рис. 2, Б) [22, 23, 39]. Повсеместно, даже в Европейской России, полосчатый сланцеватый лед с обломками и грязными лентами тесно связан с вмещающей диамиктовой моренной массой (рис. 2, 3), иногда содержащей разнородный органический материал. В отличие от современных



**Рис. 1.** Хорошо расчищенный стратотип санчуговской свиты в Никитинском Яру на Нижнем Енисее. Метровая лопата для масштаба

Темный диамиктон с редкой галькой (а) чередуется с крупными блоками и пластинами слоистых песков (б) и черных глин, содержит рассеянную четвертичную и меловую морскую фауну. Видны плоскости внутренних сколов, характерные для глыбового движения холодного льда [21]

подземных льдов реликтовый глетчерный лед под микроскопом обнаруживает ярко выраженную метаморфическую петроструктуру [31].

Объем таких залежей в сибирской Арктике измеряется миллионами кубометров, а мощность достигает 60 м [23, 31, 39]. Утверждения некоторых московских мерзлотоведов о якобы внутригрунтовом происхождении таких льдов путем инъекций или при сегрегации вдоль фронта промерзания не выдерживают серьезной критики [32]. Сравнительно небольшие гидралакколиты, повторно-жильные льды и сегрегационные жилки льда толщиной в несколько сантиметров давно известны в Русской Арктике, особенно в ее перигляциальной части. Но это не означает, что таким же образом могут образоваться мощные протяженные подземные тела типа ямальских залежей или изученных на Новосибирских островах километровых выходов пластовых льдов, срезанных морской эрозией [12]. Подземная сегрегация льдов такого объема физически невозможна, так как должна выделять огромное количество тепла, препятствующего сохранности залежей под глинистой толщей с низкой теплопроводностью. Вблизи поверхности нереальны и давления, необходимые для формирования протяженных ледяных силлов.

Но важнее всего эрозионные, оплавленные контакты перекрывающего лед водноосадочного плейстоцена, которые для любого геолога с очевидностью свидетельствуют о реликтовом характере огромных ледяных залежей. Это прекрасно видно на Новосибирских островах, где погребенные ледники перекрыты межледниковыми морскими глинами с несогласным контактом обтаивания (рис. 3). Картографирование мощных пластовых льдов необходимо, так как эти породы представляют серьезную опасность для строительных ра-

бот, но на современных непунистских картах их просто нет.

Преимущественно ледниковый, т. е. динамометаморфический, генезис мощных пластовых льдов и отложенных ледниками грязекаменных масс никак не связан с их химизмом, который может быть любым в условиях ледниковой ассимиляции подстилающих осадочных толщ. Рассеянные остатки пыльцы древних растений или фораминифер тоже никакого отношения к генезису толщ не имеют, поскольку он, как известно, определяется геологической структурой, фациальной архитектурой и седиментационными текстурами. Закономерности переотложения в моренах солевых комплексов и фораминифер (в том числе мезозойских) подробно рассмотрены в специальных работах [30]. Не говоря уже об издавна принесенных валунах легкорастворимой каменной соли в морене или метаморфической полосчатости моренных диамиктонов, ошибочно принимаемой за слоистость [19, 21, 23].

**Макроструктурные признаки ледниковых образований.** Генеральные особенности структуры сероцветной полимиктовой формации умеренных и высоких широт также не оставляют сомнений в ее происхождении. Например, распределение мощностей четвертичного покрова североамериканских равнин, в котором основной объем терригенного материала загроможден ледниками к югу от берега Балтики (рис. 4, А). То же самое наблюдается на Русском Севере, где четвертичная толща выклинивается в сторону моря (рис. 4, Б) — факт необъяснимый при допущении морского ее происхождения. Нарращивание мощностей к югу легко объясняется гляциотектонической аккрецией рыхлого материала под воздействием латерального стресса надвигающихся ледяных масс. Гляциотекто-



**Рис. 2.** Карская морена Западного Ямала вблизи ст. Марресале (А) и п-ова Гыдан в верховьях р. Юрибей (Б)

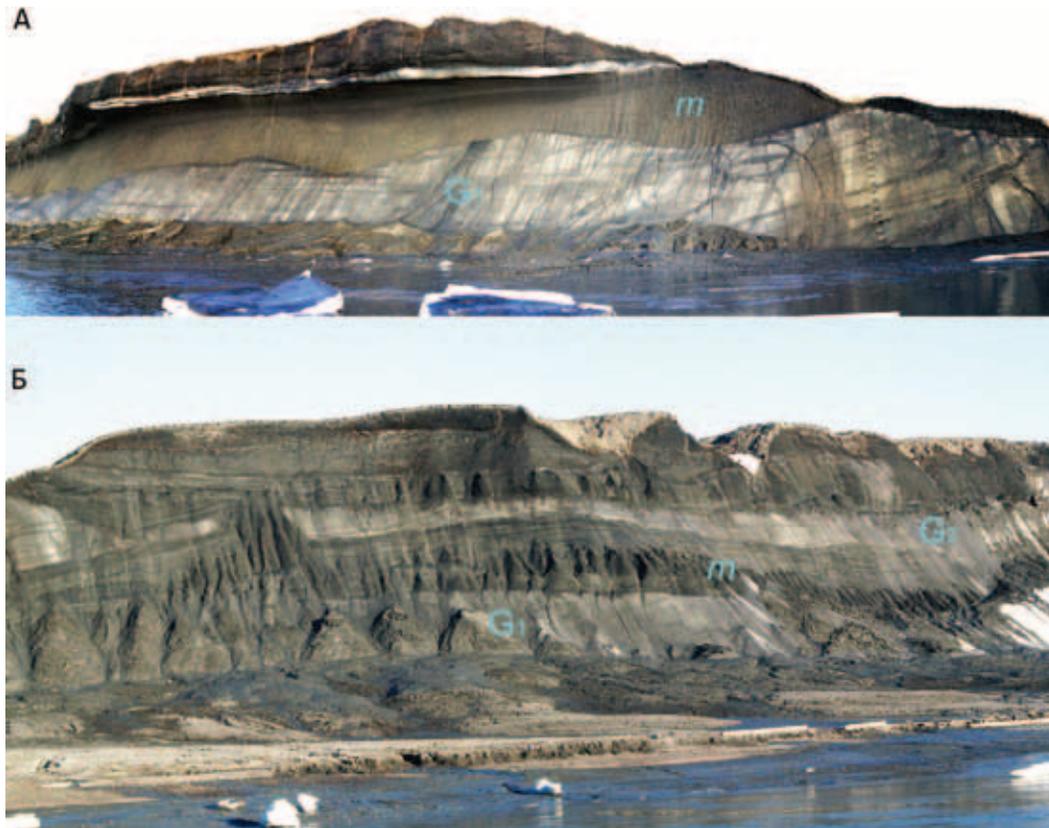
А – темный безвалунный диамиктон с глыбами льда слева и отторженцем тонкослоистых песков справа (фото Ó. Ingólfsson, URL: [https://notendur.hi.is/oi/siberia\\_photos.htm](https://notendur.hi.is/oi/siberia_photos.htm)).

Б – изначально мерзлый диамиктон с лежащей складкой глетчерного льда, отражающей направление ледникового стресса (фото Д. В. Назарова)

ническая структура подробно изучена в складчато-надвиговых сооружениях [7, 16, 19, 38]. Эти альпийские скучивания осадочных пород разного возраста имеют в плане дугообразную форму и дисгармонично проникают на глубину до 100–400 м в слои осадочного бассейна. Пляцотектонические сооружения вскрыты многочисленными буровыми профилями, дополненными структурной съемкой обнаженных обрывов. Обилие отторженцев рыхлых мезокайнозойских пород, перенесенных в мерзлом виде за сотни километров от коренных источников

[36], подчеркивает преобладание тектонического, а не седиментационного процесса в образовании диамиктовых толщ.

Движение мощного льда со стороны Карского шельфа вверх по уклону местности четко зафиксировано в бассейнах Печоры и Западного Таймыра, где субпараллельные петли и подковы краевых морен видны на любых космических снимках (рис. 5, А). Максимальные мощности обычны на выступах дочетвертичного субстрата, которые часто увенчаны чешуйчато-надвиговыми комплексами



**Рис. 3. Погребенные ледники в обрывах о. Новая Сибирь (фото В. Тумского)**

*А* – среднеплейстоценовый глетчерный лед с грязными лентами и надвиговыми плоскостями ( $G_1$ ), несогласно перекрытый межледниковой морской глиной ( $m$ ) с отчетливым контактом обтаивания.

*Б* – те же члены разреза, перекрытые еще одним пластом глетчерного льда ( $G_2$ ), вероятно, позднеплейстоценовым. Высота обрывов до 35 м

напорных морен, образующих дугообразные гряды длиной иногда более 200 км (Лайско-Адзвинская гряда на Печоре [25, 36]). Об этих резко индивидуальных объектах вряд ли можно узнать из антигляциалистических карт, где единые моренные гряды разбиты на серии разновозрастных морских и озерных террас (рис. 5, Б).

Распределение ледниковых толщ, в первую очередь облекающее залегание глинистых диамиктов с валунами пород равнины на любых высотах вплоть до вершин останцов с отметками более 600 м (рис. 6), нечем объяснить кроме надвигания мощных северных льдов вверх по региональному уклону.

**«Морские уровни».** Стратиграфо-генетический принцип в последние годы активно дискредитировался некоторыми производственными организациями, составившими карты севера формально в генетической легенде, а на самом деле по ничем не обоснованной «уровневой схеме». Суть ее заключается в раскрашивании с разными возрастными индексами топографических уровней, невзирая на их геологическое строение. Обычно выделяют пять, а местами и все восемь якобы разновозрастных уровней. Полевые седиментологические исследования и измерения геологической структуры при этом не выполняются. Для уровневой упрощения сложной геологической реальности отрицание теории материковых оледенений, господствующей в мировой науке с 1870-х годов, оказалось совершенно необходимым.

Несостоятельность уровневой гипотезы прекрасно видна на равнинных побережьях Арктики, которые повсюду имеют трансгрессивный характер [34]. Специалистам это давно ясно, хотя бы по голоценовым торфяникам на дне Баренцева и Карского морей, затопленным в ходе фландрской трансгрессии. Разные группы стратиграфов-четвертичников из скандинавских стран и США недавно построили непрерывные разрезы западного берега Ямала длиной 60 км и Югорского берега длиной 30 км [42, 44]. На рис. 7 представлена часть результатов этих международных проектов. Из многих профилей видно, что за исключением нижней террасы геологический разрез не имеет никакого отношения к топографическим уровням. Многочисленные террасовидные площадки на новейших картах Арктики листов R-39-45, S-42-46 и др., а также на поступающих в Редсовет при ВСЕГЕИ картах м-ба 1 : 200 000 изображают не существующие в природе геологические объекты. В пределах этих гипотетических террас отсутствуют какие-либо признаки специфической береговой геоморфологии, если не считать береговыми валами напорные морены с глыбами и валунами. Ни разу никем не были продемонстрированы контакты якобы вложенных друг в друга морских толщ.

Полный отрыв новейших непунистских построений от предшествовавших геологических исследований хорошо виден на листе Q-40. Этот район давно изучается специалистами: работы И. И. Краснова и Г. А. Чернова 1930-х годов, «Аэрогеологии» 1960–1970-х годов [24, 25], институтов

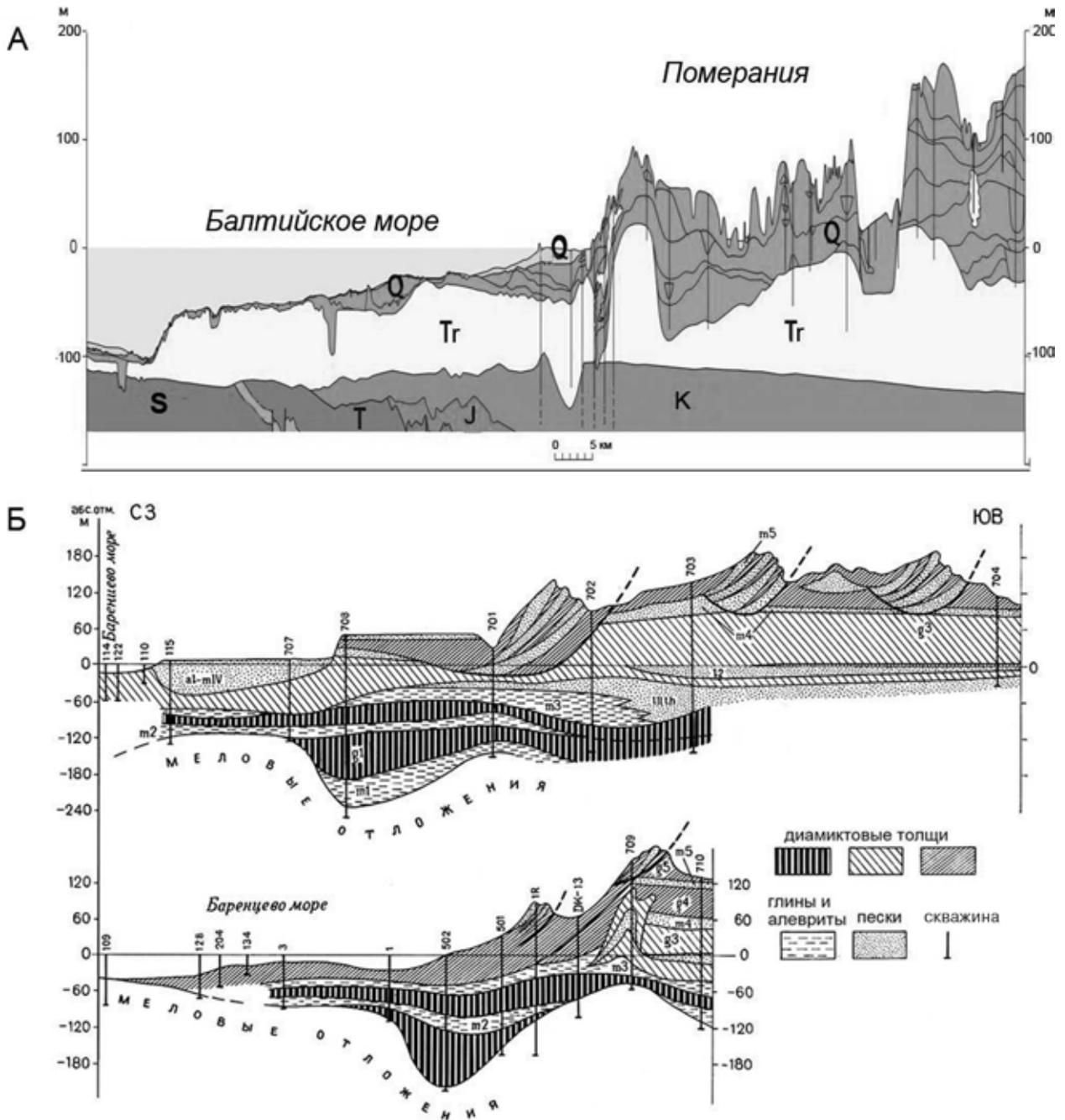


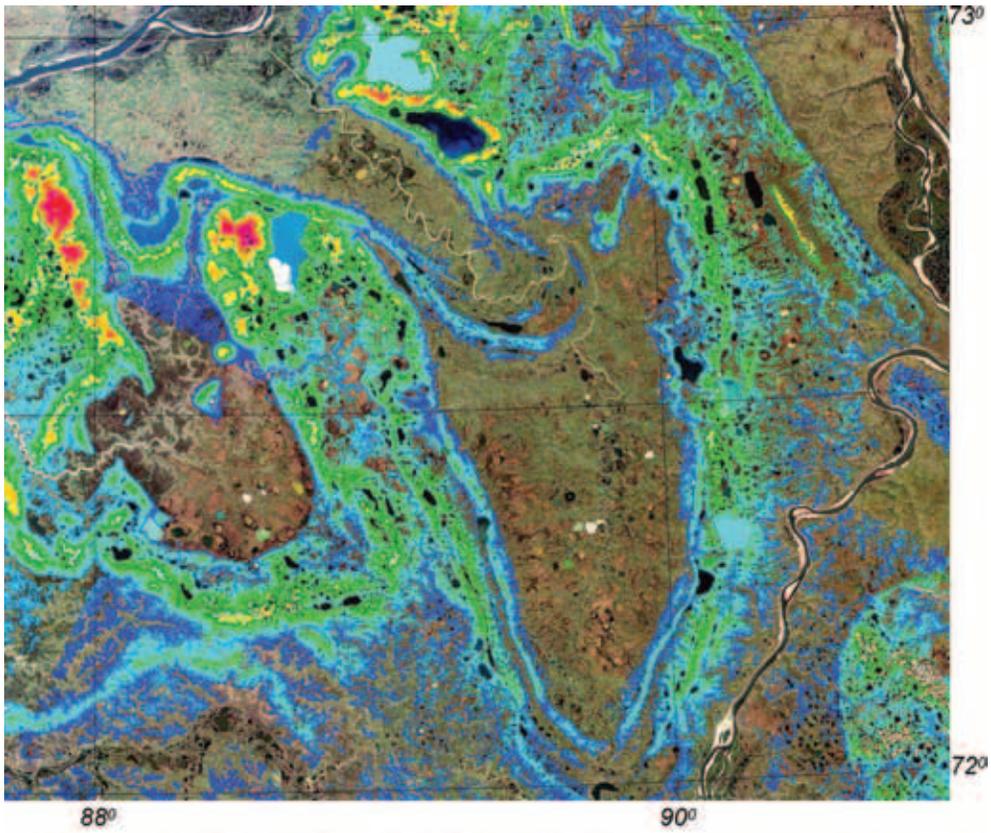
Рис. 4. Распределение мощностей разбуренных четвертичных отложений на южном побережье Балтийского моря – А (сост. W. Prussak и R. Kramarska. Польский геологический институт, 2008) и на юго-восточном берегу Баренцева моря – Б [26] В обоих случаях основной объем представлен диамиктонами с отторженцами подстилающих рыхлых пород; их суммарная мощность минимальная на дне моря и максимальная на суше, что вполне нормально при ледниковой эрозии шельфа и гляциотектоническом сучивании ее продуктов на суше. Индексы  $g_1$ – $g_3$  – моренные,  $m_1$ – $m_3$  – морские, IIIp и  $I_2$  – озерные отложения

РАН [1, 19, 26], а также новейшие исследования международных экспедиций [8, 40, 43]. Во многих других работах также описан закономерно построенный мощный комплекс гляциогенных отложений четвертичного возраста с ярко выраженным субширотным поясом краевых напорных морен.

Новые карты предлагают нам, неизвестно из каких соображений, поверить в то, что все исследователи в течение 80 лет, начиная с классиков отечественной геологии, грубо ошибались, а высокие (более 200 м) плато состоят из плиоценовых и эоплейстоценовых морских отложений (рис. 8, Б). Бе-

рега этого мифического моря бесполезно искать на Урале и Кавказе. Кроме того, на антигляциалистических картах полностью отсутствуют как известный с 30-х годов пояс краевых морен Печоро-Камского междуречья, так и более мелкие гряды напорных морен и камовых плато [24]. На соседних листах нет давно закартированных скопления равнинных морен мощностью до 90 м, принесенных к подножию Тельпос-Изы на высоты 500–600 м [4], и разбуренных диамиктовых толщ с обломками пород Западной Сибири, облегающих восточный склон Северного Урала [29]. Избирательное употребление

*A*



*Б*

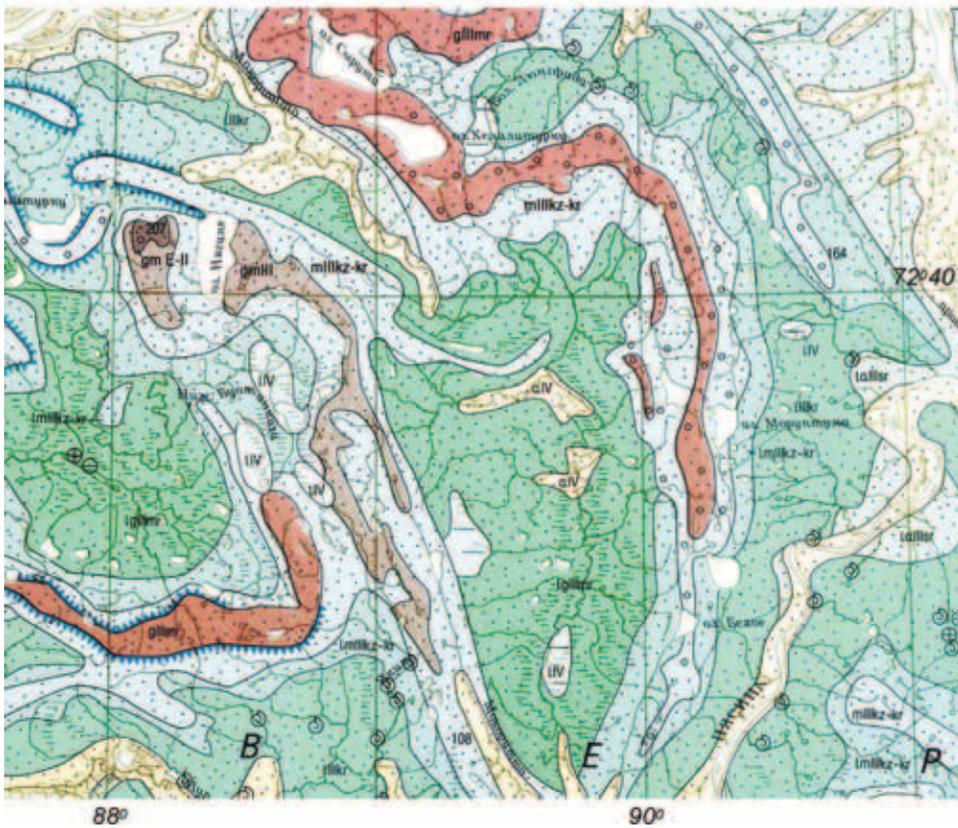
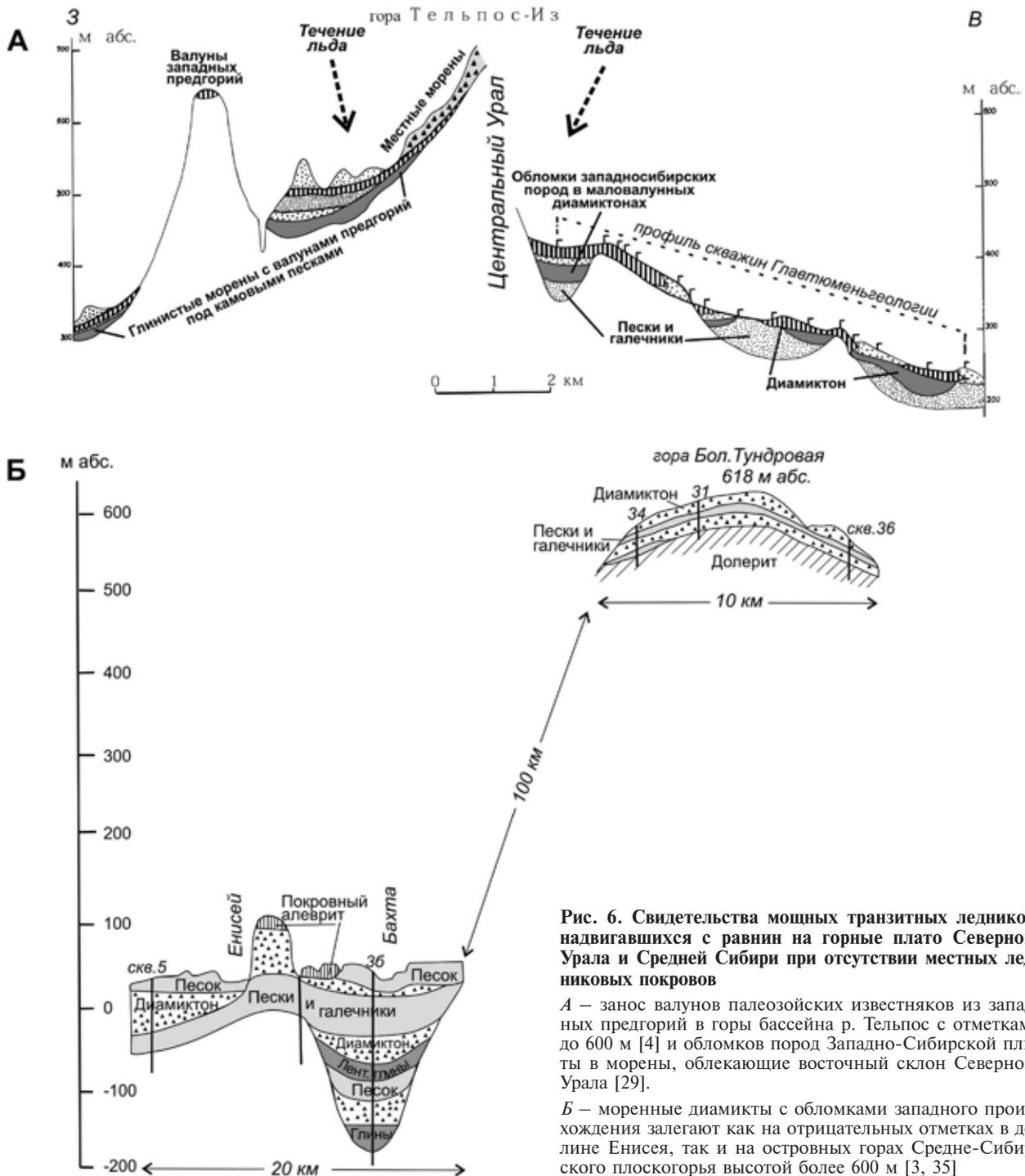


Рис. 5. Система конечных морен Мокоритто вдоль р. Пяси́на, Западный Таймыр – следы отступления поздненеоплейстоценового ледника, надвигавшегося с Карского шельфа

*A* – вид с орбиты в ложных цветах [46].

*Б* – интерпретация этой структуры в виде разрозненных фрагментов разного происхождения на карте м-ба 1 : 1 000 000 [18]



**Рис. 6.** Свидетельства мощных транзитных ледников, надвигавшихся с равнин на горные плато Северного Урала и Средней Сибири при отсутствии местных ледниковых покровов

*А* – занос валунов палеозойских известняков из западных предгорий в горы бассейна р. Тельпос с отметками до 600 м [4] и обломков пород Западно-Сибирской плиты в морены, облекающие восточный склон Северного Урала [29].

*Б* – моренные диамикты с обломками западного происхождения залегают как на отрицательных отметках в долине Енисея, так и на островных горах Средне-Сибирского плоскогорья высотой более 600 м [3, 35]

фактического материала характерно для уровневых карт, которые резко отличаются и в этом отношении от прежних обзорных карт ВСЕГЕИ.

На антигляциалистической карте Западного Таймыра единый геологический объект (напорная морена) изображен как серия разновозрастных ступеней морского и озерного происхождения (m, lm, gm, am и т. п.). И только изолированные фрагменты конечно-моренной гряды Мокоритто показаны как ледниковые (gIII m на рис. 5, Б). Для поддержания уровневой гипотезы приходится отрицать очевидное и заметное даже из космоса существование огромных напорных морен. Хорошо изученные мерзлые трупы мамонтов с возрастом 20 тыс. лет на этой карте попадают в «каргинские морские» осад-

ки на р. Бол. Балахне (мамонт Жаркова) и в озерные отложения на р. Верхняя Таймыра (Мамонт Рыболовного Крючка) [45].

Система картируемых единиц на рис. 5, Б и 8, Б в принципе не может быть увязана с листами, составленными в нормальной генетической легенде (ср. 8, А и 8, Б). Для увязки придется либо отменить давно используемые карты Центральной России, либо распространять фантастические моря и далее до границ Российской Федерации и навсегда распрощаться как с попытками панъевропейской корреляции, так и с результатами стратиграфических исследований многочисленных геологических организаций России.

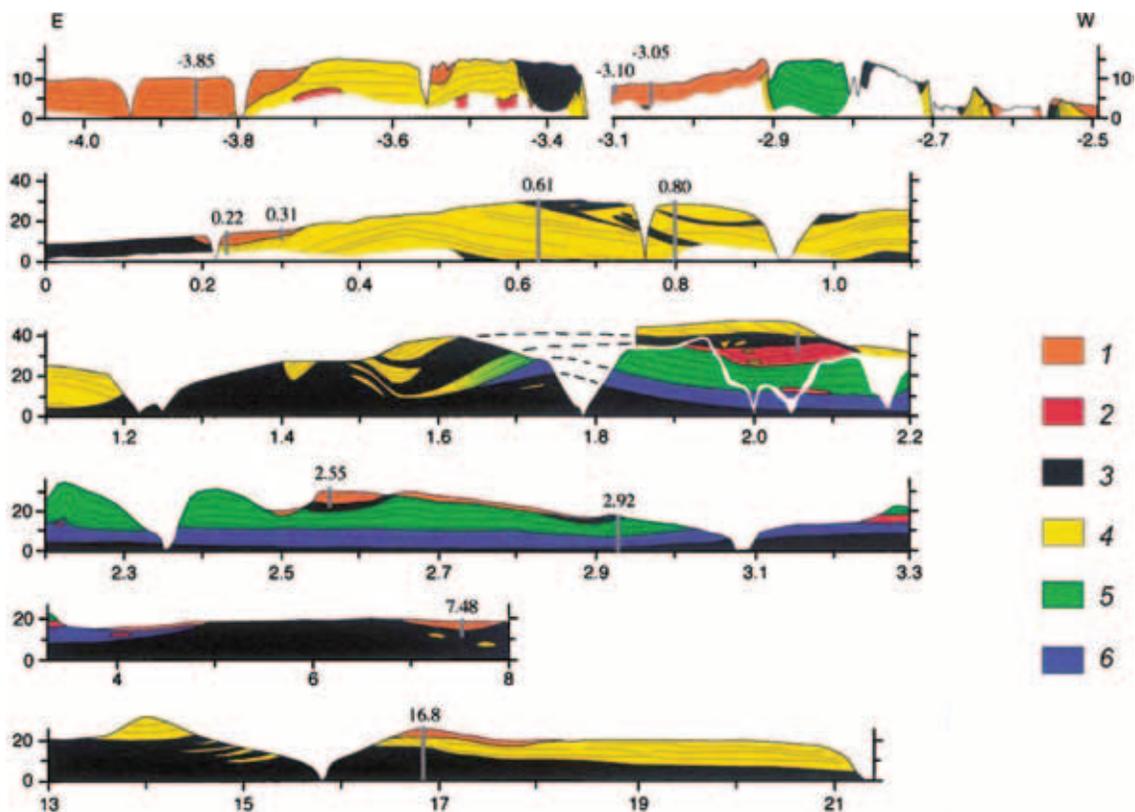


Рис. 7. Четвертичные осадочные толщи вдоль Карского берега Югорского п-ова показывают строение разреза независимо от высотных отметок. Расстояния даны в км от избушки Шпиндлера [44]

1 – пачка F: покровные пески, алевроиты, торф; 2 – пачка E: пластовый лед; 3 – пачки A и D: диамиктон и массивные глины; 4 – пачка C<sub>2</sub>: косо- и горизонтально-слоистые пески; 5 – пачка C<sub>1</sub>: тонкослоистые глины, алевроиты, пески; 6 – пачка B: тонкослоистые глины и алевроиты

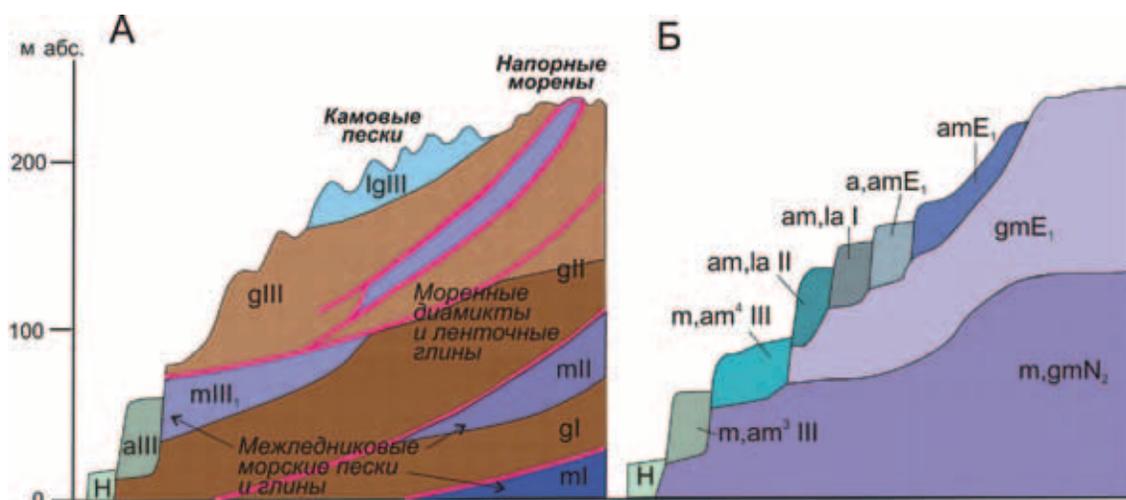


Рис. 8. Схемы залегания четвертичных образований Большеземельской тундры

А – по данным обычной четвертичной геологии [1, 6, 10, 25, 26 и мн. др.]: ледниковые (gI, gII, gIII), морские (mI, mII, mIII), озерно-ледниковые (lgIII) и аллювиальные (aIII) отложения неоплейстоцена и голоцена Н (все моложе 0,8 млн лет).

Б – по мнению авторов изданной антигляциалистической карты (лист Q-40) м-ба 1 : 1 000 000 (Д. В. Зархидзе, Н. Ф. Иванов): морские и аллювиально-морские отложения плейстоцена N<sub>2</sub> (древнее 2,5 млн лет), эоплейстоцена E<sub>1</sub> – нижнего (2,5–1,8 млн лет) и E<sub>11</sub> – верхнего (1,8–0,8 млн лет), неоплейстоцена (I – нижнего, II – среднего, III – верхнего), голоцена Н

**Возраст поверхностных толщ.** Как было показано на всех советских обзорных картах и ГГК-1000/1, возраст поверхностных отложений севера, как правило, не выходит за пределы второй половины среднего неоплейстоцена. По данным специализированных стратиграфических работ, только наиболее глубоко погребенные толщи, в том числе прослой настоящих морских отложений, относятся к нижнему неоплейстоцену с возрастом около 0,8–1 млн лет [1, 2].

Поскольку якобы перманентная четвертичная трансгрессия Ледовитого океана в построениях непунистов не могла за последний миллион лет отложить 200-метровую толщу морских глин, на помощь призывается еще и гипотеза о неогеновом возрасте большей части северного плейстоцена, не имеющая палеонтологического обоснования [15]. Доказательств эоплейстоцена или более древних горизонтов позднего кайнозоя специальными тематическими работами на севере не обнаружено. Однако на некоторых новейших картах на высоких междуречьях показаны эоплейстоценовые и даже неогеновые морские отложения, что полностью противоречит известным фактам новейшей геологической истории Русской плиты. Настоящие отложения этого возраста, известные в более южных районах, залегают не на междуречьях, а в погребенных долинах. Их красноцветный облик и южная мегафауна не имеют ничего общего с грубыми северными диамиктами, содержащими мегакласты и остатки аркто-альпийской флоры. Попытки приписать им неогеновый возраст базируются на грубых ошибках в интерпретации легко переотлагаемых микрофоссилий, которыми заражены все приповерхностные терригенные толщи севера. Особенно странны ссылки на несуществующие плиоцен-четвертичные «палинокомплексы», содержащие одновременно пыльцу экологически несовместимых бореально-арктических и субтропических растений [17].

Дочетвертичный возраст поверхностных толщ якобы подтверждается обратной палеомагнитной полярностью, измеренной в кернах скважин р. Море-Ю бассейна Баренцева моря, хотя эта интерпретация основана на ложной презумпции горизонтального залегания разбуренных толщ. Достаточно отойти на сотню метров от плоскости обнажения вглубь материка, чтобы увидеть стоящие на головах пласты ритмитов, диамиктонов и песков. Попытки приписать дислоцированным диамиктовым толщам с отторженцами дочетвертичный возраст путем некорректного применения палеомагнитного метода в бассейне р. Море-Ю легко опровергаются измерениями возраста поверхностных отложений современными хронометрическими методами ( $^{14}\text{C}$ , OSL, U/Th), дающими возраст не старше 140 тыс. лет [10].

Сотни датировок, полученных радиоуглеродным анализом в его масс-спектрометрической модификации на ядерных ускорителях, уран-ториевым, оптико-люминесцентным датированием, электронно-парамагнитным резонансом, сведены в отчетах по программе Европейского научного фонда QUEEN [47]. Благодаря поддержке европейских фондов и лабораторий приток новых физических датировок не ослабевает до сих пор [8, 9, 11, 46]. Новейшая геохронометрическая база по северному плейстоцену, созданная усилиями российских и западноевропейских исследователей в послед-

ние 15 лет, почти полностью игнорируется в объяснительных записках антигляциалистов. Причина проста: данные, опубликованные в ведущих международных журналах, камня на камне не оставляют от непунистских гипотез якобы дочетвертичного возраста северных кластогенных толщ.

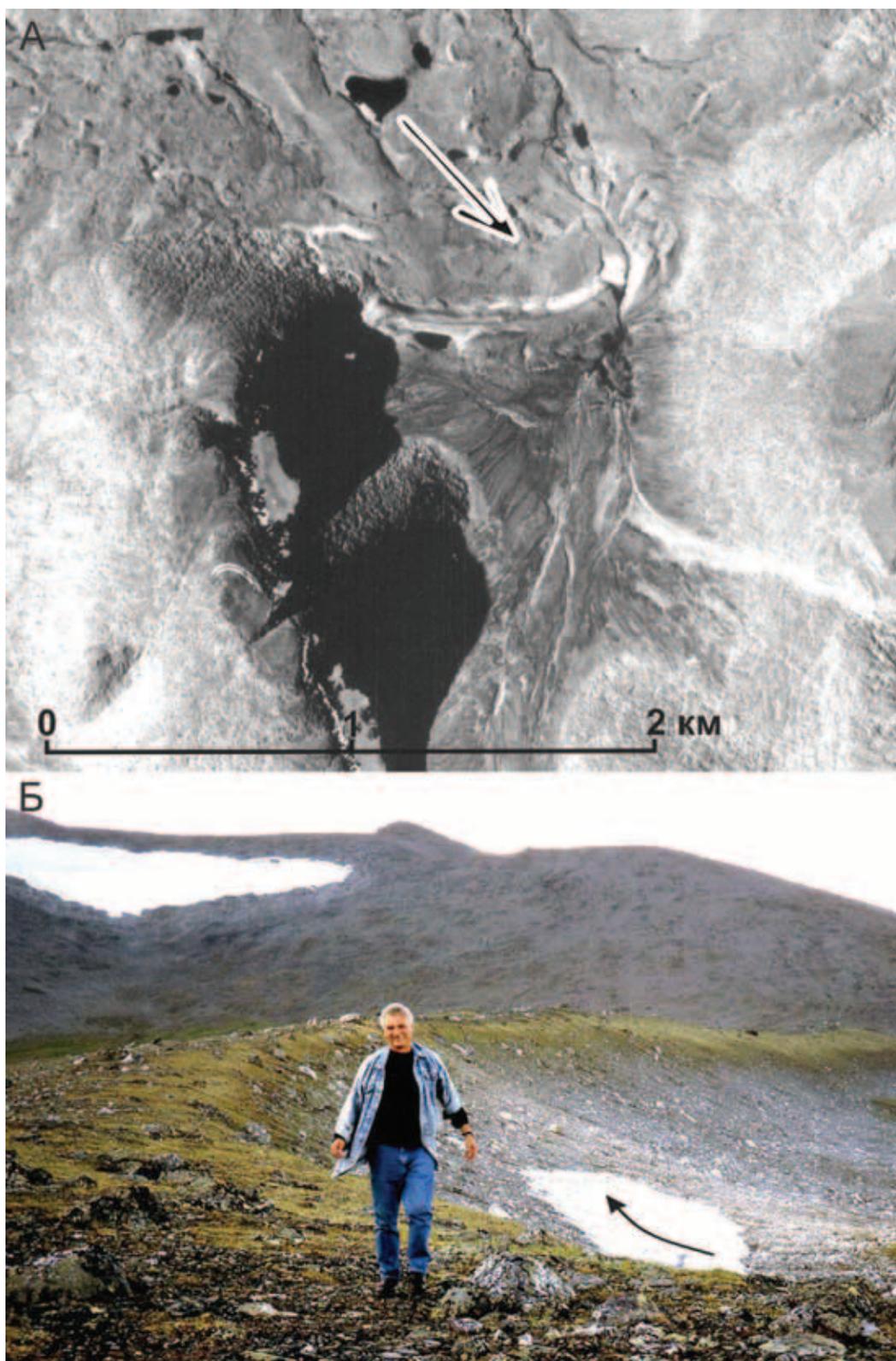
**Пути разноса терригенных компонентов в плейстоцене.** Одной из важных задач картографирования четвертичного покрова является прогнозирование путей разноса терригенных, в том числе полезных компонентов как для поисков россыпных, так и рудных месторождений. Веера разноса ледниковых валунов привели к открытию многих коренных источников полиметаллов, среди них и самого известного Талнахского медно-никелевого месторождения [33].

Ничего подобного не дают антигляциалистические способы картирования. Не говоря уже об отсутствии на таких картах и гляциотектонических сооружений, и геолого-экологических опасностей в виде погребенных ледников. Отрицание ледникового разноса терригенных компонентов ставит поиски их источников с ног на голову. Так, на всех маринистских картах в соответствии со схемой исключительно горного оледенения предполагается новейший разнос обломочного материала от палеозойских кряжей на равнины. Это полностью противоречит как классическим выводам В. А. Варсановьевой, А. А. Чернова и С. А. Яковлева, так и современным данным об огромных мощностях транзитных плейстоценовых ледников, принесших на горные плато мелкоземистые морены с обломками пород равнины (рис. 6).

Реальные пути ледникового разноса грубых обломков устанавливаются по картам директивных структур, к которым относится массовая ориентировка удлиненных галек в моренных диамиктах и шрамов на скальных обнажениях. Направление сноса проявляется и в рисунке изолиний процентного содержания грубых обломков в моренах. Эти параметры измерены при картировании «Аэрогеологией» Печорского бассейна, они указывают на фронтальное надвигание льда с северо-востока, т. е. с Карского шельфа, во время первого среднеэоплейстоценового оледенения, но с северо-запада, т. е. из Кольско-Карельского региона, во время второго [25].

Движение ледников в южных румбах и занос эрратического материала равнин в горы проще всего регистрируются фотогеологическим методом с полевой инспекцией морен. Так, вторжение последнего ледникового покрова равнин в горы особенно проявлено на северо-западном уступе Полярного Урала (рис. 9). Вдвинутая в горную долину моренная гряда с отметкой 560 м сложена в основном глыбами и щебнем местных вулканосланцевых пород нижнего кембрия и нижнеордовикских кварцитов. В ее составе встречается примесь серых кремнистых известняков среднего палеозоя, в коренном залегании известных только северо-западнее на отметках не более 200 м.

Аналогичные антиорографические гряды закартированы и на низких отметках, например в верховьях р. Кара [37, 40]. Обращенные дистальным скатом к Уралу моренные дуги описаны также вдоль восточного склона Полярного Урала [8]. В геологосъемочных отчетах антигляциалистов такие гряды либо получили фантастическую



**Рис. 9. Следы наступания последнего шельфового ледника на Полярный Урал**

*А* – аэроснимок моренной гряды с абс. отм. 560 м, вдвинутой льдом в горную долину из северо-западного предгорья [6, 40].

*Б* – наземная фотография той же морены (север справа). Стрелки – направление движения льда

этикетку морских береговых валов (В. Н. Воронов, Е. А. Расстегаев, Главтюменьгеология, 1969), либо их конфигурация показана в соответствии с предвзятой идеей горного центра оледенения, а поэтому неизбежно оказалась искаженной (Д. В. Зархидзе, листы Р-40, 2005 и R-41-XXXV, XXVI, 2008). Перенос каменного материала на юг вдоль западного склона Урала независимо от рельефа подтвержден и картировочными работами ВСЕГЕИ [37]. Он вполне согласуется с направлением ледниковых шрамов на выступах палеозоя и с составом предгорных морен междуречья Кара — Мал. Уса, где очень редки крупные валуны палеозойских пород горной полосы, но преобладает мелкая галька из северо-западных выходов триасовых конгломератов. Занос обломков с равнины в горы характерен и для более низких широт вдоль Северного Урала и Средне-Сибирского плоскогорья (рис. 6).

Таким образом, ледниковая геология дает вполне однозначный и конкретный ответ на вопрос об источниках плейстоценового разноса терригенных компонентов. В антигляциалистических картах подобной информации нет.

**Заключение.** Дискуссия о происхождении северного плейстоцена в мировой науке о четвертичном периоде известна лишь как историческое воспоминание. Возрождение дрейфовых верований в СССР связано с обязательным требованием составления карт четвертичных образований в комплекте Государственной геологической карты при отсутствии достаточного числа специалистов. За рубежом, где такое требование неизвестно, а кафедры четвертичной геологии имеются во всех университетах, не было и потребности в ревизии классической теории, основанной на многолетнем опыте изучения поверхностных толщ. Специализированные работы, начатые в 1970-х годах и с помощью западноевропейских геологов продолжающиеся и поныне, подтвердили и развили принятую во всем мире полигляциалистическую климатостратиграфию также и в России.

Антигляциалистические гипотезы, распространенные среди непрофессионалов, в основном в производственных организациях России, не могут служить альтернативой научной четвертичной геологии. Несчастье не в замене ледниковых этикеток морскими, а в том, что на основе умозрительных гипотез типа урвенной вместо геологических карт представляются раскрашенные в синие-зеленые цвета топографические карты. Такие попытки изображать не существующие в природе объекты на вновь издаваемых мелкомасштабных картах севера вряд ли могут быть оправданы экономией средств на полевое изучение картируемых объектов.

Применение для антигляциалистических карт легенды с воображаемыми уровнями морской седиментации и крайне удревненными возрастными индексами (рис. 8, Б) делает невозможной корреляцию таких карт с обычными картами четвертичных образований центра и юга России. Подобная практика препятствует и составлению новых обзорных карт для всей Европы и Арктики в формате ГИС, в которых российская геологическая служба призвана играть решающую роль. Исправление ситуации лежит вне рамок научной дискуссии, оно требует организационных решений государственной геологической службы.

Сбор данных проводился в рамках темплана НИР СПбГУ при поддержке проекта РФФИ 14-05-00579.

1. *Андреичева Л.Н.* Плейстоцен Европейского Северо-Востока / УрО РАН. — Екатеринбург, 2002. — 322 с.
2. *Архипов С.А.* Хроностратиграфия плейстоцена севера Сибири // Геология и геофизика. 1989. № 6. — С. 13–22.
3. *Архипов С.А., Андреева С.М., Земцов А.А.* и др. Покровные материковые оледенения и рельеф // Проблемы экзогенного рельефообразования. Кн. 1. — М.: Наука, 1976. — С. 7–89.
4. *Астахов В.И.* Уникальный памятник покровного оледенения в Уральских горах // ДАН СССР. 1974. Т. 219. № 3. — С. 683–685.
5. *Астахов В.И.* Морены на Северном Ямале // ДАН СССР. 1981. Т. 260. № 1. — С. 149–152.
6. *Астахов В.И.* Фотогеология северного плейстоцена: успехи и проблемы // Регион. геология и металлогения. 2004. № 21. — С. 27–44.
7. *Астахов В.И.* Эпидермальна́я тектоника на Оби и ее историко-геологическое значение // Геология полярных областей Земли. Т. I: Материалы XLII тектон. совещания. — М.: ГЕОС, 2009. — С. 32–36.
8. *Астахов В.И., Мангеруд Я., Свенсен Й.-И.* Трансуральская корреляция верхнего плейстоцена Севера // Регион. геология и металлогения. 2007. № 30–31. — С. 190–206.
9. *Астахов В.И., Назаров Д.В.* Стратиграфия верхнего неоплейстоцена севера Западной Сибири и ее геохронометрическое обоснование // Регион. геология и металлогения. 2010. № 43. — С. 36–47.
10. *Астахов В.И., Свенсен Й.И.* Возраст остатков плейстоценового ледника в Большеземельской тундре // Докл. РАН. 2002. Т. 384. № 4. — С. 534–538.
11. *Астахов В.И., Свенсен Й.И.* Покровная формация финального плейстоцена на крайнем северо-востоке Европейской России // Регион. геология и металлогения. 2011. № 47. — С. 12–27.
12. *Басилян А.Э., Анисимов М.А., Никольский П.А.* Плейстоценовое оледенение Новосибирских островов — сомнений больше нет // Новости МПГ. 2007/08. — СПб.: ААНИИ, 2008. № 12. — С. 7–9.
13. *Боуэн Д.* Четвертичная геология. — М.: Мир, 1981. — 272 с.
14. Геологический словарь. В трех томах / под ред. О.В. Петрова. — 3-е изд. Т. 2. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2011. — 476 с.
15. *Гладенков Ю.Б., Петров О.М.* Дискуссионные проблемы стратиграфии верхнего кайнозоя севера СССР // Бюлл. Комиссии по изуч. четвертичного периода. 1990. № 59. — С. 5–13.
16. *Горностай Б.А.* Притиманские гляциодислокации // Бюлл. Комиссии по изуч. четвертичного периода. 1990. № 59. — С. 152–155.
17. Государственная геологическая карта Российской Федерации, м-б 1 : 1 000 000 (новая серия), листы R-(40)–42. Объяснительная записка. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2000.
18. Государственная геологическая карта Российской Федерации, м-б 1 : 1 000 000 (новая серия), листы S-44–46. Карта четвертичных образований. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2000.
19. *Гуслицер Б.И.* О происхождении валунных суглинков Северного Приуралья // Геология и палеонтология плейстоцена северо-востока европейской части СССР. — Сыктывкар: Коми изд., 1973. — С. 3–19.
20. *Зархидзе В.С., Фултон Р.Дж., Мьюди П.Дж.* и др. Циркумпольная карта четвертичных отложений Арктики, м-б 1 : 6 000 000. — Геологическая служба Канады, 1991.
21. *Каплянская Ф.А., Тарноградский В.Д.* Происхождение санчужовской толщи и проблема соотношения оледенений и морских трансгрессий на севере Западной Сибири // Колебания уровня Мирового океана в плейстоцене. — Л.: Геогр. об-во СССР, 1975. — С. 53–95.

22. Каплянская Ф.А., Тарноградский В.Д. Реликтовые глетчерные льды: их роль в строении четвертичного покрова и рельефа области многолетней мерзлоты // Труды ВСЕГЕИ. Новая серия. 1978. Т. 297. — С. 65–76.
23. Каплянская Ф.А., Тарноградский В.Д. Гляциальная геология: Метод. пособие по изучению ледниковых образований при геолсъемке крупного масштаба. — СПб.: Недра, 1993. — 328 с.
24. Карта четвертичных отложений европейской части СССР и прилегающих территорий м-ба 1 : 1 500 000 / под ред. И.И. Краснова. — Л.: ВСЕГЕИ, 1971. — 16 л.
25. Лавров А.С., Потапенко Л.М. Неоплейстоцен северо-востока Русской равнины. — М.: Аэрогеология, 2005. — 222 с., 5 прил.
26. Лаврушин Ю.А., Чистякова И.А., Гайдаманчук А.С. и др. Строение и вещественный состав отложений гляциального палеошельфа Большеземельской тундры // Литология кайнозойских отложений. — М.: ГИН АН СССР, 1989. — С. 3–51.
27. Осадочный покров гляциального шельфа северо-западных морей России: Сб. науч. трудов / под ред. М.А. Спиридонова, А.Е. Рыбалко. — СПб.: ВСЕГЕИ, 1992. — 126 с.
28. Резолюция заседания Международной рабочей группы проекта № 24 МПГК «Четвертичные оледенения северного полушария» в Западной Сибири // Тр. Ин-та геологии и геофизики СО АН СССР. Вып. 494. — Новосибирск: Наука, 1981. — С. 199–200.
29. Рыжов Б.В. О генезисе валуноносных суглинков бассейна р. Северная Сосьва (Урал) // Литология и полезные ископаемые. 1974. № 1. — С. 145–151.
30. Симонов А.Н. О формировании некоторых специфических черт вещественного состава средне- и верхнеплейстоценовых донных морен севера Печорской низменности // Тр. ГИН АН СССР. 1980. Вып. 350. — С. 156–166.
31. Соломатин В.И. Петрогенез подземных льдов. — Новосибирск: Наука, 1986. — 216 с.
32. Соломатин В.И., Белова Н.Г. Доказательства погребенного глетчерного происхождения пластовых льдов // X Междунар. конф. по мерзлотоведению (ТИСОР): Ресурсы и риски регионов с вечной мерзлотой (Салехард, 25–29 июня 2012 г.). — Т. 3: (статьи на русском языке). — Тюмень: Печатник, 2012. — С. 493–497.
33. Старосельцев В.С. Применение валунно-поискового метода при открытии Талнахского месторождения медно-никелевых руд // Основные проблемы изучения четвертичного периода. — М.: Наука, 1965. — С. 453–461.
34. Троицкий С.Л., Кулаков А.П. Колебания уровня океана и рельеф побережий // Проблемы экзогенного рельефообразования. Кн. 1. — М.: Наука, 1976. — С. 351–426.
35. Файнер Ю.Б., Борисов В.А., Гайнцев Ф.М. Ледниковые отложения островных гор Средне-Сибирского плоскогорья (на примере горы Большая Тундровая) // Бюлл. Комиссии по изуч. четвертичного периода. 1976. № 46. — С. 15–21.
36. Шацкий С.Б. Ледниковые отторженцы в четвертичных отложениях у юрт Еутских на р. Большой Юган и вблизи г. Ханты-Мансийск // Основные проблемы изучения четвертичного периода. — М.: Наука, 1965. — С. 206–217.
37. Шишкин М.А. Предполагаемые направления движения неоплейстоценовых ледников на Пай-Хое и Полярном Урале на основе анализа состава моренных валунов // Регион. геология и металлогения. 2007. № 30–31. — С. 207–212.
38. Эшттейн О.Г. Обнажение Вастьянский Конь на Нижней Печоре — разрез мощного конечно-моренного сооружения в активной краевой зоне Новоземельского ледникового покрова // Бюлл. Комиссии по изуч. четвертичного периода. 1990. № 59. — С. 14–28.
39. Astakhov V.I., Kaplyanskaya F.A., Tarnogradsky V.D. Pleistocene permafrost of West Siberia as a deformable glacier bed // Permafrost and Perigl. Processes. 1996. Vol. 7. — P. 165–191.
40. Astakhov V.I., Svendsen J.I., Matiouchkov A. et al. Marginal formations of the last Kara and Barents ice sheets in Northern European Russia // Boreas. 1999. Vol. 28(1). — P. 23–45.
41. Encyclopedia of Quaternary Science. 4 volumes /ed. S.A. Elias. — Elsevier, 2006. — 3576 p.
42. Forman S.L., Ingólfsson Ó., Gataullin V. et al. Late Quaternary stratigraphy, glacial limits, and paleoenvironments of the Marresale area, Western Yamal Peninsula, Russia // Quaternary Res. 2002. Vol. 57. — P. 355–370.
43. Mangerud J., Svendsen J.I., Astakhov V.I. Age and extent of the Barents and Kara Sea ice sheets in Northern Russia // Boreas. 1999. Vol. 28(1). — P. 46–80.
44. Manley W.F., Lokrantz H., Gataullin V. et al. Late Quaternary stratigraphy, radiocarbon chronology, and glacial history at Cape Shpindler, southern Kara Sea, Arctic Russia // Global and Planet. Change. 2001. Vol. 31(1–4). — P. 239–254.
45. MacPhee R.D.E., Tikhonov A.N., Mol D. et al. Radiocarbon chronologies and extinction dynamics of the Late Quaternary mammalian megafauna of the Taimyr Peninsula, Russian Federation // J. of Archaeological Sci. 2002. Vol. 29. — P. 1017–1042.
46. Möller P., Hjort C., Alexanderson H., Sallaba F. Glaciation history of the Taimyr Peninsula and the Severnaya Zemlya archipelago, Arctic Russia // Quaternary glaciations — extent and chronology — a closer look. — Amsterdam: Elsevier, 2011. — P. 373–384.
47. Svendsen J.I., Alexanderson H., Astakhov V.I. et al. Late Quaternary ice sheet history of Northern Eurasia // Quaternary Sci. Rev. 2004. Vol. 23(11–13). — P. 1229–1271.

Астахов Валерий Иванович — доктор геол.-минер. наук, профессор, Институт наук о Земле СПбГУ. <val@nb15514.spb.edu>.

Назаров Дмитрий Владимирович — канд. геол.-минер. наук, вед. геолог, ВСЕГЕИ; доцент, СПбГУ. <d.nazarov@spbu.ru>.

Семенова Людмила Римовна — канд. геол.-минер. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ. <ludmila\_semenova@vsegei.ru>.

Спиридонов Михаил Александрович — доктор геол.-минер. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ. <mikhail\_spiridonov@vsegei.ru>.

Шкатова Валентина Кронидовна — канд. геол.-минер. наук, вед. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ.

<valentina\_shkatova@vsegei.ru>.