

1. *Судакова Н. Г.* Палеогеографические реконструкции структуры и динамики московского ледникового покрова на территории Средней Протвы // Материалы географического исследования Сатинского учебного полигона и смежных территорий в бассейне Средней Протвы. Вып. III. М., 1979. С. 174—192.— Деп. в ВИНИТИ, № 1893—79.
2. *Горецкий Г. И.* О перигляциальной формации // Бюл. Комис. по изуч. четвертч. периода АН СССР. 1958. № 22.
3. *Болысов С. И.* История развития малых эрозионных форм краевой зоны московского оледенения (на примере бассейна р. Протвы): Дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1986. 258 с.
4. Комплексная географическая практика в Подмоскovie/Под ред. Рычагова Г. И. М.: МГУ, 1980. 210 с.
5. *Евдокимова А. К.* Антропогенные изменения ландшафтов западной части Москворецко-Окского междуречья (XVII—XX века): Дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1980. 173 с.
6. *Горецкий Г. И.* Аллювий великих антропогенных прарек Русской равнины. Прареки Камского бассейна. М.: Наука, 1964. 415 с.
7. *Горецкий Г. И.* Формирование долины Волги в раннем и среднем антропогене. Аллювий пр.-Волги. М.: Наука, 1966. 412 с.
8. *Горецкий Г. И.* Аллювиальная летопись великого пр.-Днепра. М., Наука, 1970. 490 с.
9. *Судакова Н. Г.* Палеогеографические закономерности ледникового литогенеза: Дис. ... докт. геогр. наук. М., 1982. 496 с.
10. *Воскресенский С. С.* Закономерности формирования и строения речных долин // Вестн. МГУ. Сер. геогр. 1979. № 6. С. 57—64.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
7.XII.1987

PLEISTOCENE EVOLUTION OF SMALL RIVER VALLEYS WITHIN THE CENTRAL PART OF THE MOSCOW IE SHEET MARGINAL ZONE (WITH SPECIAL REFERENCE TO THE MIDDLE PROTVA RIVER)

ANTONOV S. I., BOLYSOV S. I., MYSLIVETS V. I.

Summary

Field studies in the Protva drainage basin elucidated the drainage network evolution. Some small valleys and erosional landforms date back to Pre-Quaternary time. Erosion and alluviation stages alternated throughout the Pleistocene, erosion took place early during interglacial or warm phases, alluviation proceeded mostly during early glacial, full glacial and late glacial time. Erosion — alluviation alternation was mostly controlled by climate and in lesser degree by isostasy and neotectonics. Most of the valleys were inherited from Pri-Quaternary forms and developed continuously. A few cases of changes in drainage pattern are known to occur during cold phases. The data obtained suggest that small and large rivers of the Russian Plain have much in common, though small rivers are somewhat quicker in their response.

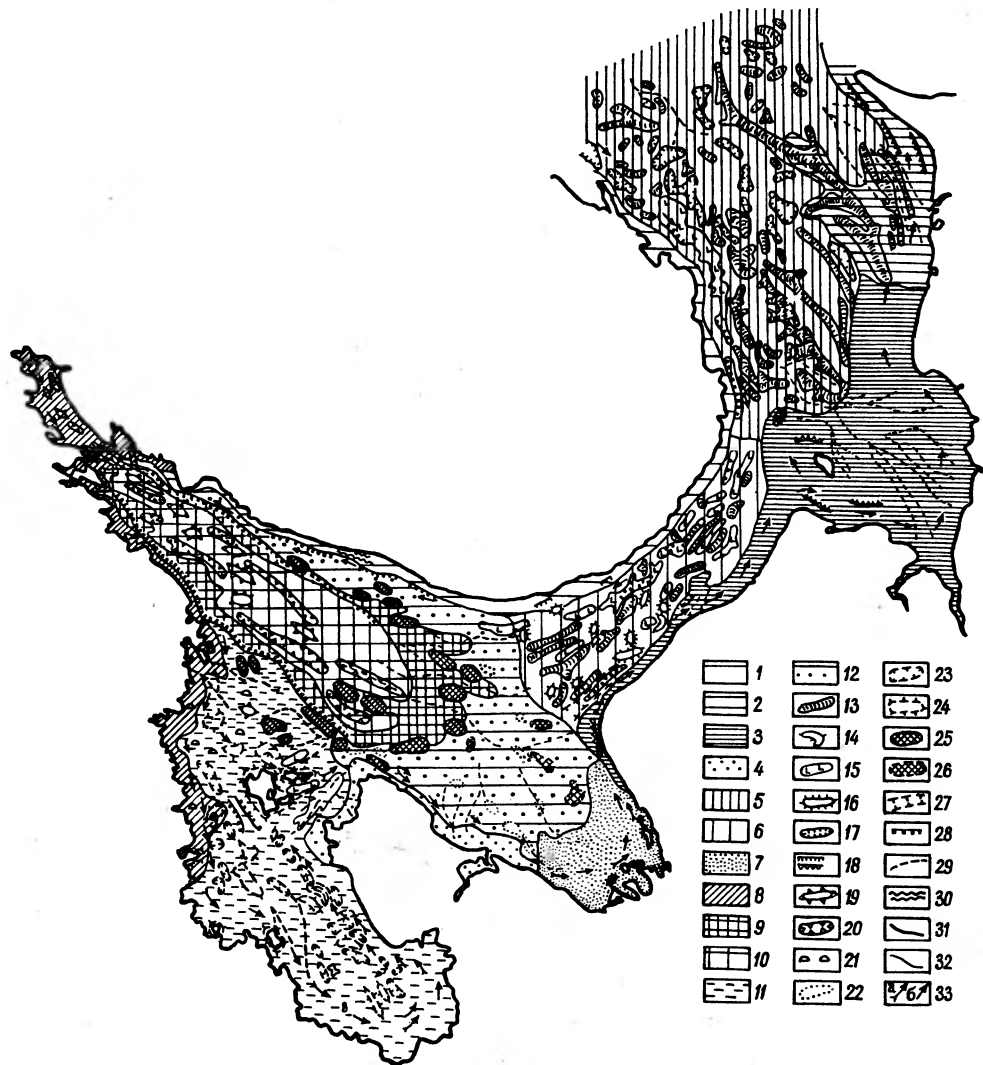
УДК 551.462

ВАРЕЙЧУК Н. С., ИГНАТОВ Е. И.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДНА БЕЛОГО МОРЕЯ

В последние годы наблюдается неуклонное увеличение числа работ, посвященных геоморфологическим исследованиям морского дна, и в частности шельфа. Разработка новых геофизических методов исследования позволяет производить не только комплексное изучение морского дна, но и выполнять его картографирование в целях различных отраслей народного хозяйства, в частности геоморфологическое.

Новейшей модификацией таких методов является метод гидролокации бокового обзора (ГБО). ГБО с успехом используется при выполнении таких



Геоморфологическая карта дна Белого моря

Абразионные равнины (Q_{III-IV}) выработанные: 1 — в материале перемытой морены, 2 — в кембрийских песчаниках и сланцах, 3 — в глинистых ледниковых отложениях; 4 — аккумулятивная песчано-галечная равнина (Q_{IV}); торрентогенные равнины (Q_{IV}); 5 — холмисто-грядовая аккумулятивная, 6 — эрозионно-аккумулятивная, 7 — аллювиально-морская (авандельтовая) аккумулятивная равнина. Реликтовые равнины ледникового происхождения: 8 — прибрежная холмистая, резко расчлененная экзарационная (Q_{IV}), 9 — наклонная экзарационная, частично погребенная под перемытыми моренами и современными отложениями (Q_{IV}), 10 — слабо расчлененная экзарационная (Q_{IV}), погребенная под маломощными современными отложениями (Q_{IV}), 11 — пологохолмистая водно-ледниковой аккумуляции (Q_{III-IV}), 12 — субгоризонтальная ледниковой аккумуляции (Q_{IV}). Современные гидрогенные формы рельефа: 13 — песчаные гряды и волны торрентогенные, 14 — гидробарханы, 15 — эрозионные торрентогенные ложбины, 16 — эрозионные торрентогенные останцы, 17 — межгрядовые понижения, 18 — уступы эрозионные (а) и абразионные (б). Реликтовые формы рельефа: 19 — экзарационные останцы, 20 — ложбины ледникового выпахивания, 21 — бараны лбы, курчавые скалы и луды, 22 — понижения на поверхности ледниковых отложений, 23 — озерно-ледниковые понижения, 24 — холмы водно-ледникового происхождения, 25 — моренные холмы, 26 — погребенные моренные холмы, 27 — палеодолины, 28 — структурно-денудационные уступы, 29 — палеорусловые понижения, 30 — затопленные древние береговые линии, 31 — современная береговая линия, 32 — геоморфологические границы, 33 — течения стоковые (а) и приливо-отливные (б)

работ, как гидрографическое картографирование, детальное обследование морского дна с целью изучения его рельефа, а также установление ареалов распространения донных осадков и их границ [1, 2]. В отличие от эхолота, вычерчивающего профиль дна под движущимся судном, ГБО позволяет получать на ленте регистратора изображение целой полосы дна, ориентированной параллельно курсу судна. Ширина этой полосы (дальность действия) и разрешающая способность изображения зависят от типа гидролокационных акустических систем бокового обзора, осуществляющих метод ГБО.

Ближайшие перспективы метода ГБО для целей изучения и картографирования морского дна включают совершенствование и разработку новых технических средств осуществления этого метода. Так, например, используемая нами модификация метода — метод ФГБО (фазовая гидролокация бокового обзора) позволил значительно увеличить объем информации о рельефе морского дна. Этот метод дает возможность не только получать площадную батиметрию в полосе гидролокационного изображения, но и позволяет снимать метрические характеристики с изображаемых форм рельефа. Многочастотные гидролокационные системы — метод многочастотной гидролокации бокового обзора (МГБО) — позволяют получать синтезированное цветное изображение поверхности дна (в основных цветах), т. е. изображение, аналогичное спектральному в аэрофотосъемке. Это дает качественно новую информацию о донных комплексах. Кроме того, использование метода ГБО в комплексе с другими методами не только повышает объем и качество получаемой геолого-геоморфологической информации, но также значительно повышает экономический эффект выполнения работ по исследованию морского дна как шельфовых зон, так и более глубоководных районов дна морей и океанов.

Главное преимущество геоморфологической съемки в среднем и крупном масштабах с использованием этого метода заключается в большой точности фиксации объектов донной поверхности, в установлении связей между элементами рельефа, которые трудно обнаружить обычным путем, в возможности точного нанесения геоморфологических границ, что в конечном итоге значительно повышает информативность и качество съемки.

Геоморфологическая карта дна Белого моря (рисунок), описание которой приведено ниже, составлена на основе морских геоморфологических карт трех полигонов, а также материала большого количества локальных геолого-геофизических съемочных маршрутов в различных районах Белого моря. При этом поскольку степень изученности дна морей сильно уступает степени изученности суши и береговой зоны, то изображение на карте выявленных геоморфологических особенностей дается более обобщенно. В связи с этим разработка классификации элементов рельефа морского дна разных порядков — задача сложная и пока еще не решенная, поэтому для легенды геоморфологической карты Белого моря она индивидуальна и не рассматривается как часть общей классификации. Была разработана система условных обозначений, предусматривающая выделение таких типов рельефа, которые могли бы быть показаны на всей площади дна Белого моря.

На геоморфологической карте нами выделено 12 типов рельефа, которые в наибольшей степени характеризуют морфологию и генезис поверхности дна Белого моря.

Равнины подводного берегового склона

1. Абразионная равнина, выработанная в валунно-галечном материале перемытой морены, простирается вдоль восточного и южного побережья Кольского полуострова до губы Порья, охватывая глубины от 0 до 20 м. Рельеф равнины сформирован в основном волновыми и приливо-отливными процес-

сами; ее наклонная поверхность осложнена холмами, валами и западинами с редкими мелкими песчаными грядами. Характерны значительные по площади выходы коренных пород.

2. **Абразионная равнина, выработанная в кембрийских песчаниках и сланцах**, охватывает поверхность дна восточной части Воронки до глубин 18—20 м. В ее пределах широко развиты ступенчатые бенчи, абразионные уступы и торрентогенные формы рельефа.

3. **Абразионная равнина, выработанная в глинистых ледниковых отложениях**, расположена в пределах Мезенского залива, а также распространена вдоль Абрамовского и Зимнего берегов. Поверхность равнины изрезана большим количеством промоин и русел речных долин, в особенности в пределах Мезенского залива. Местами ледниковые отложения размыты и образуют бенчи, выработанные в пермских песчаниках и известняках. Поверхность бенчей осложнена абразионными уступами.

4. **Аккумулятивная песчано-галечная равнина** охватывает прибрежный участок Онежского полуострова. Ее поверхность осложнена незначительными возвышенностями и промоинами.

Торрентогенные эрозионно-аккумулятивные равнины

5. **Холмисто-грядовая аккумулятивная равнина** развита в пределах Воронки. Наиболее характерными формами рельефа являются крупные аккумулятивные песчаные гряды и осложняющие их песчаные волны. Гряды ориентированы в общем параллельно друг другу по направлению к выходу в Баренцево море. Такая ориентировка обусловлена направлением приливо-отливных течений, которые в этом районе наряду с волнением выступают главными агентами формирования рельефа. Наряду с грядами широко распространены параллельные им эрозионные ложбины. Вдоль Терского берега простирается серия эрозионных ложбин, заложенных, возможно, в депрессиях тектонического происхождения.

6. **Эрозионно-аккумулятивная равнина** Горла Белого моря расположена в центральной части пролива. Рельеф равнины отличается большим разнообразием аккумулятивных форм рельефа (песчаные гряды и волны, холмы, валы, гидробарханы и т. д.), чередующиеся с неглубокими эрозионными формами (ложбины, промоины, останцы и др.). Исключение составляет несколько крупных эрозионных ложбин, заложенных в депрессиях тектонического происхождения (на что указывают данные сейсмопрофилирования).

Формирование 5-го и 6-го типов рельефа всецело подчинено приливо-отливным процессам, которые в этих районах Белого моря протекают особенно активно.

Аллювиально-морская (авандельтовая) равнина

7. Эта группа типов рельефа представлена одним типом, развитым в Двинском заливе. Авандельтовая равнина сформирована в основном терригенным материалом, поставляемым Северной Двиной. Рельеф дна в общем спокоен и только в районе дельты осложнен эрозионными ложбинами, выполненными песчаным материалом, а также отмелями и валами аккумулятивного генезиса.

Реликтовые равнины ледникового происхождения

8. **Прибрежная, холмистая, резко расчлененная экзарационная равнина** простирается вдоль Карельского и Кандалакшского берегов, включая Кемские и Кандалакшские шхеры, а также кутовую часть Кандалакшского залива. Наиболее яркая черта ее рельефа — интенсивное первично-тектоническое расчленение, а также широкое распространение экзарационных останцов как на

дне, так и в виде многочисленных островов и скал. Большую роль в формировании рельефа равнины сыграли экзарационные и в некоторой степени аккумулятивные ледниковые процессы. Прочность коренных пород препятствует здесь развитию абразионных форм, поэтому роль волн и приливо-отливных течений ограничивается лишь перебивом малоомощного и фрагментарного осадочного покрова.

9. Наклонная экзарационная, частично погребенная под перебитыми моренами и современными морскими отложениями равнина охватывает Центральную котловину моря. Свал глубин в котловину повсеместно относительно крут и образует ее склон, который со стороны Двинского залива заметно выположен. В верхней части склона располагается система крупных денудационных уступов, а резкая расчлененность склона, по-видимому, следствие тектонических подвижек земной коры, что подтверждается системой разрывных нарушений, выявленных в пределах склона при помощи НСП.

10. Слаборасчлененная экзарационная, погребенная под малоомощными современными отложениями равнина занимает дно котловины Белого моря. Рельеф дна котловины характеризуется крупными экзарационными останцами и ложбинами ледникового выпаживания, частично заполненными морскими отложениями. Есть следы разрывных тектонических нарушений. В пределах котловины выделяются три впадины, в одной из которых отмечена максимальная глубина Белого моря — 343 м.

11. Пологохолмистая равнина водно-ледниковой аккумуляции развита на дне Онежского залива, распространяясь на север от Соловецких островов вплоть до подводного склона Центральной котловины моря. Рельеф равнины характеризуется чередованием холмов и западин водно-ледниковой и озерно-ледниковой аккумуляции. Поверхность дна осложнена скальными выходами и шхерами, а также большим количеством мелей («корги»). Севернее Соловецких островов, среди флювиогляциальной равнины, встречаются и формы ледникового происхождения (впадины, гряды, экзарационные ложбины, крупные моренные холмы и др.).

12. Субгоризонтальная равнина ледниковой аккумуляции, погребенная под мощными современными морскими осадками расположена в основном в пределах Двинского залива, распространяясь до бровки Центральной впадины. В Двинском заливе незначительная расчлененность равнины проявляется в виде моренных холмов и западин, погребенных под илистыми осадками. Этот же тип рельефа прослеживается вдоль побережья Кольского полуострова. Но здесь рельеф дна более расчленен. На границе описываемой равнины с бровкой Центральной впадины отмечается беспорядочное скопление гряд, западин и крупных моренных холмов. Цепь таких холмов закономерно расположена относительно Центральной впадины, окаймляя ее с юга, востока и севера.

Анализ геоморфологической карты дна Белого моря в сочетании с известными литературными данными позволяет восстановить историю формирования его рельефа.

Повсеместное распространение ледниковых отложений, а также экзарационных форм рельефа в пределах дна и берегов Белого моря со всей очевидностью указывает на то, что еще в поздневалдайское время вся котловина Белого моря была занята ледником. Во время лужской стадии отступления валдайского ледника, т. е. 13—12,6 тыс. лет назад, край ледника располагался восточнее Двинской губы. С. Ф. Мануйлов и др. [3] указывают, что в раннем дриасе в Кандалакшском заливе сформировался ледниково-морской бассейн, который, весьма вероятно, имел ледяные берега и шельфовое оледенение. Время раннего дриаса — порядка 12 тыс. лет назад. Однако наша карта позволяет установить еще один, более ранний, этап развития Белого моря, приходящийся на время между лужской стадией и ранним дриасом. Тогда Кандалакшская впадина и Центральный бассейн еще, видимо, были заняты реликтом ледника. Распространение ледниковых отложений, погребенных под морскими

в Двинском заливе и на восточной периферии бассейна, свидетельствует о том, что это был «язык» еще действующего ледника. Отступление «языка» ледника происходило, по всей видимости, за счет сокращения всей его массы. Место его относительно длительной остановки (в Центральной впадине Белого моря) маркируется поясом краевых образований, зафиксированных у островов Средние Луды и в районе банки Царь (Кандалакшский залив), а также по периферии (бровке) и склонам Центральной впадины моря.

Формирование донного рельефа под действием приливо-отливных течений происходит в Белом море, вероятно, в течение последних 8 тыс. лет, т. е. после того, как уровень трансгрессирующего Баренцева моря превысил высоту порога стока в Горле Белого моря и баренцевоморские воды заполнили Центральный бассейн моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варейчук Н. С., Александров А. А., Фукс Б. К. Использование гидролокатора бокового обзора для изучения природных ресурсов континентального шельфа // Вестн. МГУ. Сер. Б. География. 1982.— Деп. в ВИНТИ 9.IV.1982. № 941—82.
2. Варейчук Н. С., Александров А. А., Ошеверов М. Г., Фукс Б. К. Изучение характеристик морского дна с применением фазового гидролокатора бокового обзора // Океанология. 1983. Т. XXIII. № 3. С. 508—512.
3. Мануйлов С. Ф., Рыбалко А. Е., Спиридонова Е. А., Спиридонов М. А. Четвертичная геология северо-западной части Белого моря // Стратиграфия и палеогеография четвертичного периода Севера европейской части СССР. Петрозаводск: Карельский фил. АН СССР, 1977. С. 47—55.

Московский государственный университет
Геологический факультет

Поступила в редакцию
21.IV.1987

GEOMORPHOLOGICAL MAP OF THE WHITE SEA FLOOR

VAREICHUK N. S., IGNATOV E. I.

Summary

The marine geomorphological survey of the White Sea floor using echo sounding revealed landforms different in origin and structure. Large glacial landforms which encircle the deep basin suggest an ice mass filling the central depression for a long time. Traces of glacial erosion are distinct in the Kandalaksha Bay, central depression and near the Karelian coast, the ice moved from NW. Various glacial and glaciofluvial hills and depressions are mapped on the floor of the Onega Bay, as well as shoals and ice-polished bedrock knobs. On the Dvina Bay floor glacial till was deposited and later covered with the alluvium of the Severnaya Dvina river, which built the delta front and numerous islands within the limits of the delta. Within the strait connecting the White Sea and the Barents Sea the floor topography is modelled by tidal currents.

УДК 551.435.04

ЗАЙЦЕВ А. А., САВЦОВА Т. М.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЧНОГО РУСЛА В РАЗНЫЕ ФАЗЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Активные факторы формирования речного русла — гидравлическая структура и гидрологический режим естественного потока образуют в размываемом русле реки аллювиальные формы рельефа. Наиболее существенные преобразования, в процессе которых русла рек приобретают морфологический облик, осуществляются в сравнительно короткие периоды прохождения руслоформи-