УДК 551.332.212:551.793.9(268.45)

ПОКРОВ ОТЛОЖЕНИЙ ПОСЛЕДНЕГО ОЛЕДЕНЕНИЯ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ: СПЕЦИФИЧНОСТЬ СОСТАВА, РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТЕЙ, ГРАНДИОЗНОСТЬ И НЕОБЫЧНОСТЬ СТРУКТУРНЫХ ФОРМ

О. Г. Эпштейн^{1,*}, А. Г. Длугач², А. В. Старовойтов³

Представлено академиком РАН М.А. Федонкиным 12.12.2017 г.

Поступило 20.12.2017 г.

Анализ данных сейсмоакустических исследований и геотехнического бурения в восточной части Баренцева моря показал следующее. Покров верхневалдайских ледниковых отложений развит регионально. Он представляет сеймостратиграфический комплекс (ССК) ССК III, несогласно залегает на мезозойских отложениях, участками — на нижневалдайской морене (ССК V) и несогласно перекрывается позднеледниковыми гляциоморскими (ССК II) — голоценовыми морскими (ССК I) осадками. ССК III состоит из двух сейсмofаций (СФ). Доминирующая СФ III-С представлена почти исключительно обычной мореной, а СФ III-П — М-мореной. Наличие этих морен почти полностью определяет распределение мощностей отложений ССК III. Мощность обычной морены колеблется от < 10 м до 10–25 м. М-морена образует огромные в плане положительные аккумулятивные образования, в пределах которых её мощность > 25 м и достигает 50–75 м. В покрове верхневалдайских отложений наблюдаются и другие грандиозные структурно-морфологические элементы: краевые морены (встречена гигантская форма) и мощнейшие субгляциальные врезы, представляющие собой уникальный непогребённый аналог известных так называемых тоннельных долин. Особенности строения, состава и мощностей покрова отложений ССК III обусловлены спецификой процесса развития последнего оледенения в регионе.

Ключевые слова: Баренцевоморский гляциальный шельф, отложения последнего оледенения, сеймостратиграфический комплекс, обычная морена, М-морена, краевая морена, мощности, тоннельная долина, ледниковый щит.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524875547-550>

Баренцево море — типичный верхнекайнозойский гляциальный шельф. В его пределах развит маломощный преимущественно четвертичный осадочный чехол, резко несогласно перекрывающий докайнозойские толщи [1–3]. В силу специфики формирования чехла в его составе в первичном залегании, как и на других гляциальных шельфах, наблюдаются осадки лишь последнего (верхневалдайско-голоценового) гляциоседиментационного цикла [4, 5]. Базируясь, как и в своих предыдущих работах ([2, 3, 6, 7] и др.), на обширных материалах непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСП) (многие тысячи погонных километров) и геотехнического бурения (десятки скважин), авторы изучили покров осадков последнего (поздне-

валдайского) оледенения в восточной части Баренцева моря. Впервые для данной акватории и шельфа в целом составлена схема мощностей верхневалдайских отложений, показано своеобразие фациального состава осадков и образуемых ими структурных форм. Впервые отмечаются и демонстрируются гигантское (по крайней мере не имеет аналогов в других районах Баренцевоморского гляциального шельфа) краевое моренное сооружение и грандиозный уникальный субгляциальный врез.

Согласно схеме сеймостратиграфии четвертичных отложений восточной части Баренцева моря верхневалдайские осадки составляют сеймостратиграфический комплекс (ССК) ССК III [2, 3, 8]. Они несогласно залегают на коренных мезозойских образованиях или на сохранившейся участками нижневалдайской морене (ССК IV) и с несогласием перекрываются позднеледниковыми гляциоморскими (ССК II) — голоценовыми морскими (ССК I) осадками. Сеймостратиграфический комплекс III латерально неоднороден и состоит из двух сейсмofаций (СФ): доминирующей СФ III-С с “хаотическим” типом сейсмоакустической записи и СФ

¹ Геологический институт
Российской Академии наук, Москва

² ОАО “Арктические морские
инженерно-геологические экспедиции”
Росгеологии, Мурманск

³ Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова

*E-mail: ogepshstein@mail.ru

Рис. 1. Схема мощностей и расположения важнейших литолого-фациальных, структурно-морфологических элементов покрова верхневалдайских отложений в восточной части Баренцева моря. 1 — границы АПТ: установленные (а), предполагаемые (б); 2 — наименьшее АПТ, дано вне масштаба; 3 — краевые морены; 4 — субгляциальные врезы; 5 — линии профилей НСП (А, Б, В), сейсмогеологическая интерпретация которых дана на рис. 2. Крупные формы рельефа морского дна: ГБ — Гусиная банка, ГЖ — Гусиный жёлоб, КЖ — Кольский жёлоб, К-КМ — Канинско-Колгуевское мелководье, ЛВ — Лудловская возвышенность, ПМ — Печорское мелководье, С-КБ — Северо-Канинская банка, С-НЖ — Северо-Новоземельский жёлоб, С-НМ — Северо-Новоземельское мелководье, ЦВ — Центральная возвышенность, ЦВп — Центральная впадина, ЦП — Центральное плато, Ю-КБ — Южно-Канинская банка, Ю-НЖ — Южно-Новоземельский жёлоб. Пунктир — изобаты, м. На врезке изобата 500 м отвечает примерному положению бровки шельфа.

III-П — с “прозрачным”. СФ III-С включает обычную морену (с гляциодинамическими текстурами) и в незначительной мере — краевые моренные образования (в работах [2, 3, 8] они не упоминаются), а СФ III-П — М-морену (массивную), недавно выделенную как особый тип ледниковых отложений [9]. Обычная и М-морена принадлежат к разным фациальным комплексам базальных морен [10] и имеют целый ряд отличий [2, 3, 8, 10]. М-морена образует четыре изолированных огромных удлиненно-эллипсоидальных или почти изометричных в плане специфических аккумулятивных образо-

вания (так называемые акустически прозрачные тела — АПТ) (рис. 1), пологая куполовидная в целом кровля которых почти всегда заметно возвышается над окружающим морским дном (рис. 2А). Два крупнейших АПТ (подробно охарактеризованы в [2, 3]) имеют площадь в десятки тысяч квадратных километров, наименьшее, как полагаем, АПТ на профиле НСП, который пересёк его, прослеживается на протяжении 14 км.

Своеобразие фациального состава верхневалдайских ледниковых отложений отчётливо проявляется и в характере их мощностей. Мощность обычной

Рис. 2. Сейсмогеологические профили (положение см. рис. 1) с грандиозными структурно-морфологическими элементами покрова верхневалдайских отложений: АПТ (А), краевой моренной грядой (Б), субгляциальным врезом (В). 1–4 — четвертичные осадки: 1 — ССК II+I мощностью > 3–5 м; 2, 3 — ССК III (2 — СФ III-C, 3 — СФ III-P), 4 — ССК V; 5 — мезозойские отложения; 6 — сейсмические границы: а — чёткие, б — нечёткие.

морены весьма изменчива и колеблется от < 1–2 м до 20–25 м (редко более), в основном составляя 10–25 м. Мощности преимущественно < 10 м наблюдаются главным образом в зонах возле Кольского п-ова и Новой Земли, на Центральной возвышенности, Центральном плато и в Центральной впадине. Мощность М-морены в основном превышает 25 м, достигая 50–70 м (рис. 1). Помимо АПТ в покрове верхневалдайских отложений наблюдаются и такие морфологически исключительно выразительные структурные формы, как краевые морены и необычные субгляциальные врезы. Краевые моренные образования приурочены практически только к зонам шельфа, прилегающим к Новой Земле и Кольскому п-ову (рис. 1). Вблизи северной оконечности южного острова арх. Новая Земля встречена необычайно грандиозная краевая моренная форма (состоит из двух сближенных гряд), которая почти на 100 м возвышается над окружающим пространством морского дна (рис. 2Б). Для сравнения: в областях материкового оледенения, где они особенно хорошо изучены, краевые морены имеют высоту обычно 30–50 м [11]. Два мощнейших субгляциальных вреза (каждый пересечён одним профилем НСП) обнаружены в северной части региона восточнее Центральной впадины в зоне глубин моря 200–250 м (рис. 1). При ширине у бровки 5–6 км, глубине 70–90 м они более чем наполовину врезаны в рыхлые слаболитифицированные меловые отложения и лишены видимого на сейсмоакустической записи осадочного заполнения (рис. 2В): его мощность < 3–5 м. Полагаем, что данные отрицательные формы возникли в результате эрозионной деятель-

ности канализированных потоков находившихся под высоким давлением турбулентных субгляциальных вод и представляют собой уникальный своеобразный (непогребенный) аналог так называемых тоннельных долин. Последние, установленные во многих областях плейстоценовых оледенений, нацело заполненные и перекрытые осадками замкнутые крупные удлиненно-корытообразные врезы, сформированы, как часто считается, субгляциальными водами [12]. Индивидуальные формы таких долин в Северном море, например, имеют ширину у бровки 2–5 км, пологие склоны, глубину 100–360 м и длину 6–30 км [13].

Охарактеризованные фациальные, структурно-морфологические элементы покрова верхневалдайских отложений возникли в разные стадии процесса его формирования. В основную стадию, когда действующие в регионе ледниковые щиты (главным образом Новоземельский и Скандинавский), сомкнувшись, функционировали как части единого сложно построенного Баренцевоморского ледникового покрова [3], происходило образование АПТ и субгляциальных врезов. Формирование АПТ было теснейшим образом связано с подтоком субгляциальных вод из внутренних районов ледниковых щитов [3]. Наличие субгляциальных врезов показывает, что эти воды распространялись по ледниковому ложу не только в виде плёнки, но в отдельных случаях как струйные потоки. Краевые морены возникли в завершающую стадию образования покрова верхневалдайских отложений. Обособившиеся Новоземельский и Скандинавский покровы существенно сократились в размерах, и их краевые части

при общем последовательном отступлении в сторону центров оледенения эпизодически испытывали кратковременные возвратные подвижки, которые участками приводили к образованию моренных гряд.

Выявленные особенности устройства покрова верхневалдайских отложений в восточной части Баренцева моря обусловлены специфичностью процесса развития последнего оледенения в регионе.

Источник финансирования. Работа выполнена в рамках темы госзадания № 0135–2016–0004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Solheim A., Kristoffersen Y. // Norsk Polarins. Skrift. 1984. 179 В. 26 р.
2. Эпштейн О.Г., Длугач А.Г., Старовойтов А.В., Романюк Б.Ф. // Литол. и полезн. ископ. 2011. № 2. С. 132–153.
3. Эпштейн О.Г., Длугач А.Г., Старовойтов А.В., Романюк Б.Ф. // Литол. и полезн. ископ. 2011. № 3. С. 249–281.
4. Эпштейн О.Г. // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2011. Т. 86. В. 2. С. 76–96.
5. Эпштейн О.Г. // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2012. Т. 87. В. 3. С. 3–19.
6. Старовойтов А.В. // Разв. и охрана недр. 2002. № 1. С. 27–31.
7. Эпштейн О.Г., Лаврушин Ю.А. // ДАН. 2003. Т. 393. № 4. С. 521–523.
8. Эпштейн О.Г., Длугач А.Г., Старовойтов А.В. // Инж. геол. 2014. № 5. С. 30–41.
9. Эпштейн О.Г., Старовойтов А.В., Длугач А.Г. // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2010. Т. 85. В. 2. С. 23–44.
10. Эпштейн О.Г. // Литол. и полезн. ископ. 2017. № 2. С. 145–168.
11. Flint R.F. // Glacial and Quaternary Geology. N.Y.: Wiley & Sons, Inc., 1971. 892 p.
12. Janszen A., Spaak M., Moscariello A. // Boreas. 2012. V. 41. P. 629–643.
13. Wingfield R. // Mar. Geol. 1990. V. 91. P. 31–52.

COVER OF LAST GLACIATION DEPOSITS AT THE EASTERN BARENTS SEA: ORIGINALITY OF COMPOSITION, THICKNESSES DISTRIBUTION, GRANDIOSITY AND SINGULARITY OF STRUCTURE FORMS

O. G. Epshtein¹, A. G. Dlugach², A. V. Starovoytov³

¹Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

²JSC “Arkticheskie Morskie Inzhenerno-Geologicheskie Ekspeditsii”, Rosgeologiya, Murmansk, Russian Federation

³Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Presented by Academician of the RAS M.A. Fedonkin December 12, 2017

Received December 20, 2017

Analysis of the data of seismoacoustic investigation and geotechnical drilling in the Eastern Barents Sea has shown the following. The Upper Weichselian glacial deposits cover spread regionally. It represents seismostratigraphic complex (SSC) SSC III, unconformity occurs on the Mesozoic deposits, partly — on the Lower Weichselian moraine (SSC V) and is overlain unconformity by the Late Glacial glaciomarine (SSC II) — Holocene marine (SSC I) sediments. SSC III consists of two seismofacies (SF). Predominant SSF III-C are formed by the ordinary moraine almost solely, and SF III-T — by the M-moraine. The presence of these moraines determines SSC III thicknesses distribution nearly completely. The ordinary moraine thickness fluctuates from < 10 m to 10–25 m. The M-moraine forms huge in plan, positive accumulation bodies in which its thickness > 25 m and arrives at 50–75 m. The Upper Weichselian deposit cover has also the other grandiosity structure-morphological elements: end moraines (the giant form was discovered) and powerful subglacial cuts, which represent unique unburied analog of the known so-called tunnel valleys. Structure, composition, thicknesses particularities of SSC III deposits cover are determined by specific character of the development of the Last Glaciation in the region.

Keywords: Barents Sea glaciated shelf, Last Glaciation deposits, seismostratigraphic complex, ordinary moraine, M-moraine, end moraine, thicknesses, tunnel valley, ice sheet.