

УДК 551.332+551.35:551.79 (268.45)

## ВАЖНЕЙШИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА И МОЩНОСТИ ПОКРОВА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

О. Г. Эпштейн<sup>1,\*</sup>, А. Г. Длугач<sup>2</sup>, А. В. Старовойтов<sup>3</sup>

Представлено академиком РАН М.А. Федонкиным 30.01.2017 г.

Поступило 21.12.2016 г.

Анализ данных сейсмоакустических исследований и инженерно-геологического бурения в восточной части Баренцева моря показывает следующее. Четвертичный осадочный чехол региона, с резким угловым несогласием залегающий на докайнозойских толщах, состоит почти исключительно из пяти сейсмографических комплексов (ССК). Из последних три нижние представлены моренами: московской (ССК VII), ниже- (ССК V) и верхневалдайской (ССК III), включающей сейсмофации (СФ) СФ III-П, СФ III-С. Позднеледниковый ССК II и голоценовый ССК I, составляющие верх четвертичного разреза, сложены соответственно гляциоморскими и морскими осадками. Морены ССК VII, V с эрозионными верхней и нижней границами (результат ледниковой эрозии) сохранились частично. Отложения ССК III, II, I принадлежат последнему гляциоседиментационному циклу, распространены регионально, имея свои особенности площадного развития. Мощности осадков всех ССК <1–3 м — 25–30 м и более. Весьма неоднородное, пространственно изменчивое строение четвертичного покрова (проявляется в сложном поведении его мощностей: от <25 м до 75–100 м) в восточной части Баренцева моря связано со специфическими процессами геологического развития региона как части Баренцевоморского гляциального шельфа.

**Ключевые слова:** Баренцевоморский гляциальный шельф, четвертичные отложения, сеймостратиграфические комплексы, сейсмофации, гляциоседиментационные циклы, морские, гляциоморские осадки, обычные морены, М-морены, гляциотектониты, мощности отложений.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524853331-334>

Баренцево море — крупнейшее континентальное мелководье Мирового океана, типичный верхнекайнозойский гляциальный шельф. В результате развития ряда гляциоседиментационных циклов, начальная стадия которых характеризуется исключительно интенсивными процессами ледниковой эрозии [1–3], на активно проградировавшем Баренцевоморском шельфе [4] образовался маломощный (в основном до первых десятков метров) осадочный покров [5, 7, 8]. Последний, имеющий преимущественно четвертичный возраст, с резким угловым несогласием (граница “верхнего регионального несогласия” — URU [5]) перекрывает докайнозойские толщи. Достаточно цельные представления о характере данного покрова в восточной части шельфа (российский сектор) до сих пор отсутствуют. Существующие сведения, как правило, тематически огра-

ничены и разрознены (см., например, [6–11]). Наша работа нацелена на решение указанной проблемы, базируется на материалах непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСП) (тысячи пог. км профилей) и инженерно-геологического бурения (десятки скважин), многие результаты анализа которых опубликованы [6–8, 10, 11]. Впервые составлена схема мощностей четвертичного чехла, реально учитывающая гляциоседиментологическую специфику его строения.

В восточной части Баренцевоморского шельфа четвертичный осадочный покров состоит из пяти сеймостратиграфических комплексов (ССК) (сверху вниз): ССК I — голоценовый (морские осадки), ССК II — позднеледниковый (гляциоморские отложения), ССК III — верхневалдайский — максимум последнего оледенения (морены), ССК V — нижневалдайский (морена), ССК VII — московский (морена) [10]. Морены ССК VII, V — образования московско-микулинского и средневалдайского гляциоседиментационных циклов соответственно. Морские осадки этих циклов: микулинские (ССК VI), средневалдайские (ССК IV), наблюдаемые в районах палеошельфа,

<sup>1</sup> Геологический институт

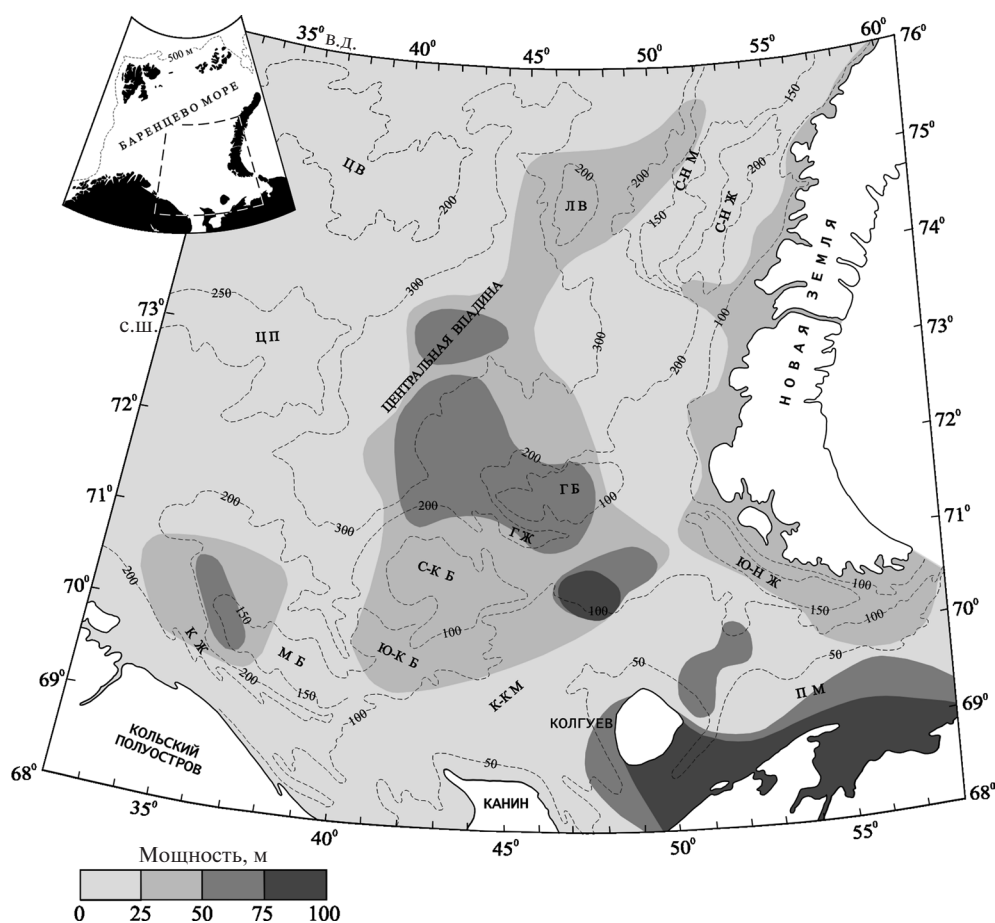
Российской Академии наук, Москва

<sup>2</sup> ОАО “Арктические морские инженерно-геологические экспедиции” Росгеологии, Мурманск<sup>3</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова\*E-mail: [ogepshstein@mail.ru](mailto:ogepshstein@mail.ru)

здесь почти полностью экзарированы [10]. Имея эрозионные подошвенную и кровельную границы, морены ССК VII, V распространены ограниченно. Осадки ССК III-I последнего гляциоседиментационного цикла развиты регионально. По данным бурения любая морена, составляющая основание четвертичного разреза, повсеместно подстилается сейсмоакустически почти не выраженной зоной (в среднем <7–10 м) гляциотектонитов, в которые превращены рыхлые, слаболитифицированные мезозойские образования [7].

Морена ССК VII пользуется минимальным развитием, выявлена в районах Лудловской возвышенности и Гусиной банки (морфологические элементы морского дна на рис. 1), где на протяжении до первых десятков километров прослеживается на единичных профилях НСП. Морена ССК V в виде многочисленных ареалов сохранилась на 20–40% площади региона (например, [8]). Мощность

ССК VII, V в целом не более 25–35 м. ССК III развит на всей площади региона, будучи представлен двумя сейсмofациями (СФ): доминирующей СФ III-С с “хаотическим” типом сейсмоакустической картины, как и более древние морены, и СФ III-П — с “прозрачным” [7, 8, 10]. Отложения ССК VII, V, СФ III-С, с одной стороны, и СФ III-П, с другой, — базальные морены разных фациальных комплексов — соответственно комплексов обычных морен (с гляциодинамическими текстурами) и М-морен (однородных), которые имеют целый ряд отличительных особенностей [7, 8, 10]. Морены СФ III-П образуют единичные овальные в плане “акустически прозрачные тела” (АПТ), самые крупные из которых (многие тыс. км<sup>2</sup>) развиты в Центральной впадине и на Мурманской банке. В упомянутых АПТ мощность М-морены возрастает от <10–20 в краевой части до >50–60 м в центральной [7, 8]. Мощность обычной морены СФ



**Рис. 1.** Схема мощностей четвертичного осадочного покрова в восточной части Баренцева моря. Крупные формы рельефа морского дна: ГБ — Гусиная банка, ГЖ — Гусиный жёлоб, КЖ — Кольский жёлоб, К-К М — Канинско-Колгуевское мелководье, ЛВ — Лудловская возвышенность, ПМ — Печорское мелководье, С-К Б — Северо-Канинская банка, С-Н Ж — Северо-Новоземельский жёлоб, С-Н М — Северо-Новоземельское мелководье, ЦВ — Центральная возвышенность, ЦП — Центральное плато, Ю-К Б — Южно-Канинская банка, Ю-Н Ж — Южно-Новоземельский жёлоб. Пунктир — изобаты, м. На врезке изобата 500 м отвечает примерному положению бровки шельфа.

III-C сложно меняется от <1 до 40–50, в среднем 10–25 м.

Позднеледниково-голоценовые отложения (ССК II-I) представляют акустически слоистую часть четвертичного разреза. Гляциоморские осадки ССК II сложены минеральным веществом, вытаявавшим из деградировавших ледниковых масс (частично из айсбергов), и имеют главным образом исключительно тонкий глинистый состав [10, 11]. Они повсеместно развиты в области глубин моря (Гм) >80–100 м и на моренах ССК III залегают несогласно без размытия с облеканием неровностей их кровли. Основные мощности ССК II приурочены к южной области региона (южнее примерно 72° с.ш.), где таяли “заякоренные” на банках и мелководьях ледниковые массы. Здесь мощность осадков обычно более 3–5, достигая 10–30 и более (до 70–75 м) в желобах, на склонах банок и отдельных котловинообразных понижениях. В северной области эти отложения, как правило, маломощны (<2–3 м) [10, 11]. Морские осадки ССК I представлены широким спектром гранулометрических типов, распределение которых в целом определяется батиметрическими условиями. В зоне Гм > 150–200 м эти отложения почти всегда согласно залегают на осадках ССК II [7, 8, 10], а в области меньших Гм — с несогласием [10]. Как следствие гляциоэвстатической морской трансгрессии, в зоне Гм < 90–100 м отложения ССК II размыты почти полностью (сохранились лишь в отдельных западинах) и голоценовые осадки со следами абразии залегают непосредственно на морене СФ III-C [10]. Мощность ССК I — от <1–2 до 5–10 м, изредка достигая 25–35 м вблизи материковой, островной суши и в зоне влияния Пра-Печоры. Наиболее значительные мощности морских отложений сосредоточены в районах мелководья и на банках. В глубоководной области голоценовые осадки имеют мощность, составляющую преимущественно первые десятки сантиметров [8].

Сложное строение четвертичного покрова в регионе проявляется и в характере распределения его мощностей. Последние, в целом варьирующие от <5–10 до 75–100 м, латерально весьма изменчивы и на расстоянии первых километров могут меняться на величину до 40–50 м. Поэтому показанные на рис. 1 ареалы разной мощности осадочного покрова (МОП) обозначают лишь значения мощности,

преобладающей в их пределах. МОП в регионе главным образом <25 м (рис. 1). Это объясняется преимущественным развитием одной морены — СФ III-C — в четвертичном осадочном чехле, её доминированием в разрезе при мощности в основном до 15–20 м. Ареалы МОП 50–75 м на Мурманской банке и в Центральной впадине связаны с наличием здесь АПТ. МОП 50–75 и 50–75–100 м в двух сравнительно небольших ареалах соответственно восточнее и севернее о. Колгуева определяются значительной мощностью осадков ССК II. Приуроченность МОП 75–100 м главным образом к южной части Печорского мелководья объясняется тем, что данный район — внешняя краевая зона шельфа.

Особенности устройства чехла четвертичных отложений в рассматриваемом регионе обусловлены специфичностью процессов геологического развития последнего как части Баренцевоморского гляциального шельфа.

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Larter R.D., Barker P.F.* // *Geology*. 1989. V. 17. P. 731–734.
2. *Эпштейн О.Г.* // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2011. Т. 86. В. 2. С. 76–96.
3. *Эпштейн О.Г.* // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2012. Т. 87. В. 3. С. 3–19.
4. *Vorren T.O., Lebesbye E., Andreassen K., Larsen K.-B.* // *Mar. Geol.* 1989. V. 85. P. 251–272.
5. *Solheim A., Kristoffersen Y.* // *Norsk Polarins. Skrift.* 179 B. 1984. 26 p.
6. *Старовойтов А.В.* // *Разведка и охрана недр*. 2002. № 1. С. 27–31.
7. *Эпштейн О.Г., Длугач А.Г., Старовойтов А.В., Романюк Б.Ф.* // *Литология и полез. ископаемые*. 2011. № 2. С. 132–153.
8. *Эпштейн О.Г., Длугач А.Г., Старовойтов А.В., Романюк Б.Ф.* // *Литология и полез. ископаемые*. 2011. № 3. С. 249–281.
9. *Murdmaa I., Ivanova E., Duplessy J.-C., et al.* // *Mar. Geol.* 2006. V. 230. P. 275–303.
10. *Эпштейн О.Г., Длугач А.Г., Старовойтов А.В.* // *Инж. геология*. 2014. № 5. С. 30–41.
11. *Эпштейн О.Г., Лаврушин Ю.А.* // *ДАН*. 2003. Т. 393. № 4. С. 521–523.

**MAIN FEATURES OF THE STRUCTURE,  
LITOLOGICAL COMPOSITION, AND THICKNESS  
OF THE QUATERNARY DEPOSITS COVER  
IN THE EASTERN BARENTS SEA**

**O. G. Epshtein<sup>1</sup>, A. G. Dlugach<sup>2</sup>, A. V. Starovoytov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Geological Institute RAS, Research Organization  
of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Arctic Marine Geological Expeditions, Murmansk, Russian Federation

<sup>3</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Presented by Academician of the RAS M.A. Fedonkin January 30, 2017

Received December 21, 2016

Analysis of the data of seismoacoustic investigation and geotechnical drilling in the western Barents Sea has shown the following. The Upper Weichselian glacial deposits cover spread regionally. It represents seismostratigraphic complex (SSK) SSK III, unconformity occurs on the Mesozoic deposits, partly — on the Lower Weichselian moraine (SSK V) and is overlain unconformity by the Late Glacial glaciomarine (SSK II) — Holocene marine (SSK I) sediments. SSK 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 determine of SSK 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 other grandiosity structure-morphological elements of the Upper Weichselian deposits cover are: end moraines (the giant form was discovered) and powerful subglacial cuts, which represents unique unburied analog of the known so-called tunnel valleys. Structure, composition, thicknesses particularities of SSK III deposits cover were conditioned by specific character of process of the Last Glaciation development in the region.

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