

РЕЛЬЕФ И ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ АРКТИКИ, СУБАРКТИКИ И СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

*Материалы ежегодной конференции
по результатам экспедиционных исследований*

ВЫПУСК 8

16-17 декабря 2021 года

ААНИИ

**Санкт-Петербург
2021**

УДК 551.79
ISSN: 2687-1092
doi:10.24412/2687-1092

Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. Материалы ежегодной конференции по результатам экспедиционных исследований. Выпуск 8. Санкт-Петербург. 2021. 365 с.

Конференция посвящена обсуждению результатов полевых работ, выполняемых в Арктике, Субарктике и на Северо-Западе России. Материалы конференции публикуются в интернете в тезисной форме. Возможно заочное участие в конференции. Конференция проводится в стенах Арктического и Антарктического научно-исследовательского института (АНИИ) 16-17 декабря 2021 года. Материалы представлены в двух разделах – 1) Арктика и Субарктика, 2) Северо-Запад России в алфавитном порядке. Тезисы докладов размещаются на сайте конференции <http://www.aari.ru/main.php?lg=0&id=461>, либо на зеркале сайта <http://www.evgengusev.narod.ru/seminar5/conference.html>.

Отв. ред. – Е.А. Гусев

Relief and Quaternary deposits of the Arctic, Subarctic and North-West Russia. Proceedings of the annual conference on the results of expedition research. Issue 8. St. Petersburg. 2021. 365 p.

The conference is dedicated to discussing the results of field work carried out in the Arctic, Subarctic and North-West Russia. Conference proceedings are published on the Internet in thesis form. Perhaps absentee participation in the conference. The conference is held in the Arctic and Antarctic Research Institute (AARI) on December 16-17, 2021. The materials are presented in two sections - 1) the Arctic and Subarctic, 2) the North-West of Russia in alphabetical order. Publications are posted on the conference website <http://www.aari.ru/main.php?lg=0&id=461>, or on the mirror of the site <http://www.evgengusev.narod.ru/seminar5/conference.html>.

Ed. - E.A. Gusev

ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ПОКРОВ ПЕЧОРСКОГО МОРЯ: ОСОБЕННОСТИ ЕГО СТРОЕНИЯ В СВЕТЕ НОВЫХ ДАННЫХ БУРЕНИЯ И СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ

^{1,2,3}Рыбалко А.Е., ⁴Репкина Т.Ю., ⁴Токарев М.Ю., ⁴Терехина Я.Е., ⁴Соловьева М.А., ⁵Хлебникова О.А., Гончарова А.М., ⁶Горбачев С.В

¹ЦМИ МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, info@marine-rc.ru,

²ФГБУ ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург, Россия, alek-rybalko@yandex.ru,

³Институт наук о Земле СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия. st004121@spbu.ru,

⁴МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, t-repkina@yandex.ru,

⁵ООО «Арктический научный центр» Москва, Россия

⁶ООО «РН-Шельф-Арктика» Москва, Россия

В статье обсуждаются вопросы строения четвертичного покрова Печорского моря. Используются новые данные ПАО НК «Роснефть» по инженерно-геологическому бурению и сейсмоакустическому профилированию. Высказывается предположение, что строение четвертичного покрова в целом схоже с последним гляциоседиментационным циклом, установленным на Баренцевом море. Высказывается несогласие с аллювиальным генезисом покровной толщи песков. Делается вывод, что окончательное решение проблемы позднечетвертичного осадконакопления далеки от окончательного разрешения.

Ключевые слова: *Печорское море, четвертичные отложения, роговская свита, сейсмоакустическое профилирование, речные долины*

Одной из дискулируемых проблем долгое время является проблема существования, распространения и возраста площадного оледенения на Баренцевом море. Теория панарктического ледника, распространяющегося на северное побережье Евразийского материка, была создана М.Г. Гросвальдом и получила в дальнейшем широкое развитие, в том числе и в работах западных исследователей. Наряду с этой теорией существовали специалисты, которые вслед за Г.Г. Матишевым, выступали за ограниченное оледенение шельфовых областей за счет ледниковых щитов, спускавшихся с центров оледенения: северного берега Европы (Скандинавский ледник), Новой Земли, Земли Франца – Иосифа и Шпицбергена. Наконец, большая группа исследователей в принципе отвергает возможность существования ледникового щита на Баренцевом море.

Печорское море, представляющее крайнюю юго-восточную часть Баренцева, по геологическому строению существенно отличается от него. Это было установлено уже по первым сейсмоакустическим исследованиям [Старовойтов, 1983], а потом получило развитие, прежде всего, в трудах АМИГЭ [Рокос и др., 2018]. В результате установилось мнение, что здесь развит мощный чехол морских отложений неоплейстоцен-голоценового возраста без каких-либо признаков оледенения. Однако, в последнее время проведены дополнительные сейсмоакустические исследования с новыми поколениями аппаратуры, проведено инженерно-геологическое бурение на лицензионных участках ПАО НК «Роснефть», проведены комплексные геологические исследования с использованием геологического проботобора для интерпретации геофизических данных.

В нашем докладе речь пойдет об южной мелководной части Печорского моря, где глубины колеблются от 5 до 20 м. Только в северо-восточной части они возрастают до 70 м. Плиоцен-четвертичный покров здесь имеет сплошное распространение, а мощность составляет от 20 до 70 м. Формирование чехла рыхлых отложений связано с началом нисходящих движений в плиоцене, причем шельфовая часть Печорского моря испытывает слабое погружение вплоть до настоящего времени, в то время как на берегах в позднечетвертичное время отмечались слабые поднятия [Журавлев и др., 2014].

По имеющимся сведениям, разрез рыхлых отложений в Печорском море начинается (снизу вверх) толщей, сложенной однородными твердыми глинами с тонкой чешуйчатой слоистостью и с прослоями песков. Возраст этой толщи, по общему мнению, плиоцен-эоплейстоцен. Выше залегает морской, ледово-морской ниже-среднеплейстоценовый комплекс, который известен под названием роговской свиты. Нижняя часть ее представлена песками с глинистыми оторфованными прослоями и включениями растительных остатков, а верхняя – глинами и суглинками.

Отложения роговской свиты перекрыты морскими полосчатыми тугопластично-полутвердыми темно-серыми глинами и суглинками микулинского горизонта. Мощность их до 25-35 м и более. Венчают разрез морские голоценовые отложения, сложенные супесями, текучепластичными суглинками, илами, песками от пылеватых до гравелистых и крупнообломочных образований. Мощность их не более 5 м, а в ряде мелководных районов они и полностью отсутствуют.

Предметом дискуссий являются возраст и генезис отложений роговской свиты, которые одни исследователи относят к ледниковым образованиям верхнего неоплейстоцена [Бондарев и др., 1999], другие – к морским осадкам ниже-среднеплейстоценового возраста [Рокос и др., 2018]. Достаточно дискуссионной является и генетическая трактовка верхнего песчаного горизонта, которая в последнее время принимается как аллювиально-морская. Полученные в последнее время результаты инженерного бурения Роснефти в центральной части Печорского моря показали, что по своему строению он напоминает разрез в открытой западной части баренцевоморского бассейна, который, как известно многими исследователями в настоящее время рассматривается как единый гляциоседиментационный цикл, в основании которого залегают плотные суглинки с различным количеством галечно-(щебнисто-)дресвяного материала (горизонт последнего оледенения), которые перекрываются слоистыми и монотонными глинами приледникового ледниково-морского бассейна и, наконец, венчаются отложениями современного моря, представленными песками и песчано-глинистыми осадками вплоть до нефелоидных илов. Подобная цикличность характерна для перигляциальных зон, что подтверждает взгляды О.П. Эпштейна и коллег из МГУ [Эпштейн, Чистякова, 2005]. Впрочем, до сих пор актуальна точка зрения, что отложения роговской свиты, которые и принимаются как базальные ледниковые слои, другими исследователями трактуются как переуплотненные ледово-морские осадки ниже-среднеплейстоценового возраста или более древние [Бондарев и др., 1999].

Последние данные бурения, выполненные ПАО НК «Роснефть» в юго-восточной части Печорского моря, показали, что здесь верхняя часть разреза представлена мощной толщей песков (более 20 м). В соответствии с имеющимися представлениями эта толща обычно подразделяется на два горизонта: верхние 5 м отнесены к морским отложениям, а остальные к аллювиальным отложениям калининского горизонта [Журавлев и др., 2014]. Собственно возрастная характеристика нами не оспаривается, хотя сами пески и не являются благоприятным объектом для стратиграфических исследований. Как видно, в толще песка не наблюдается четких границ, разделяющих горизонт песка на два подразделения, хотя в кернах всех скважин фиксируются прослой мягкопластичного суглинка до 10 см мощности. О единстве толщи говорят и значения физико-механических свойств, которые были получены специалистами ПАО НК «Роснефть».

Таким образом, можно констатировать, что в юго-восточной части Печорского моря, которая в настоящее время входит в состав Восточно-Гуляевского лицензионного участка, присутствует единая толща песков с однородными условиями седиментации. В этих условиях разделение ее на различные литостратиграфические горизонты и отнесение нижней части песчаного горизонта к аллювиальным отложениям крайне сомнительно. Единственной крупной рекой здесь является река Печора, которая существовала и в позднем неоплейстоцене. Влияние ее на осадконакопление в южной части Печорского моря большинством исследователей ограничивается Печорской губой, где Гуляевские кошки являются самыми удаленными от устья реки отложениями, которые уверенно можно отнести к аллювиально-

морским образованиям. Основным аргументом к этому является разветвленная сеть врезов, выделенная по данным высокочастотного сейсмоакустического профилирования. Выделены они были по локальным увеличениям амплитуд, при этом в некоторых участках площади во внутренней структуре палеоврезов наблюдались признаки косой слоистости. Отложения, выделенные в палеоврезах, резко отличаются от вышележащих и залегающих плащеобразно отложений по ярко выраженной высокоамплитудной области сейсмической записи, нижняя граница которой выделена повсеместно (материалы ПАО НК «Роснефть»). Однако, как относительная глубина (большее частью до 4-х м, максимум до 7 м), так и мощность накопившихся в них отложений (единично до 9 м), а также сама конфигурация этих палеорусел не дают однозначного ответа на их генезис.

Поэтому нам представляется, что отнесение мощной поверхностной толщи песков в этой части пещероморского бассейна к аллювиальным отложениям весьма спорно. По нашему мнению, скорее речь может идти о единой верхнеплейстоценовой – голоценовой толще песчаных отложений морского флювиального генезиса, тем более, что имеются сведения о наличии в различных участках пещерного мелководного шельфа типичных песчаных волн [Эпштейн, Чистякова, 2005]. При этом получить четкое разделение этих песков по литологическим признакам на данном этапе невозможно и она может быть представлена в стратиграфической схеме четвертичных отложений Печорского моря как единая толща морских отложений верхнего неоплейстоцена-голоцена (mH, mIII).

Анализ строения четвертичных отложений, перекрытых вышеописанной толщей песков, можно проследить по данным инженерно-геологического бурения, проведенного в этом районе в 1984-1985 г.г. Эти скважины вскрыли разрез на глубину до 721 м. В них ниже поверхностного горизонта песков залегают глины микулинского горизонта, а ниже – отложения роговской свиты. Об однородном строении четвертичного разреза свидетельствуют и данные сейсмоакустического профилирования (Рис.1).

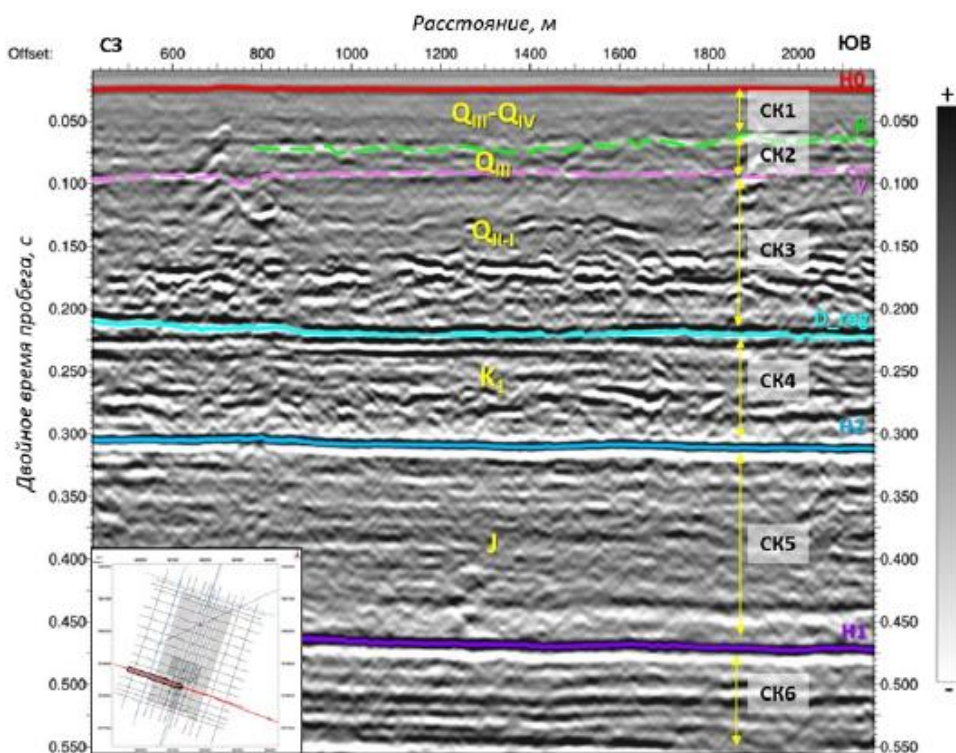


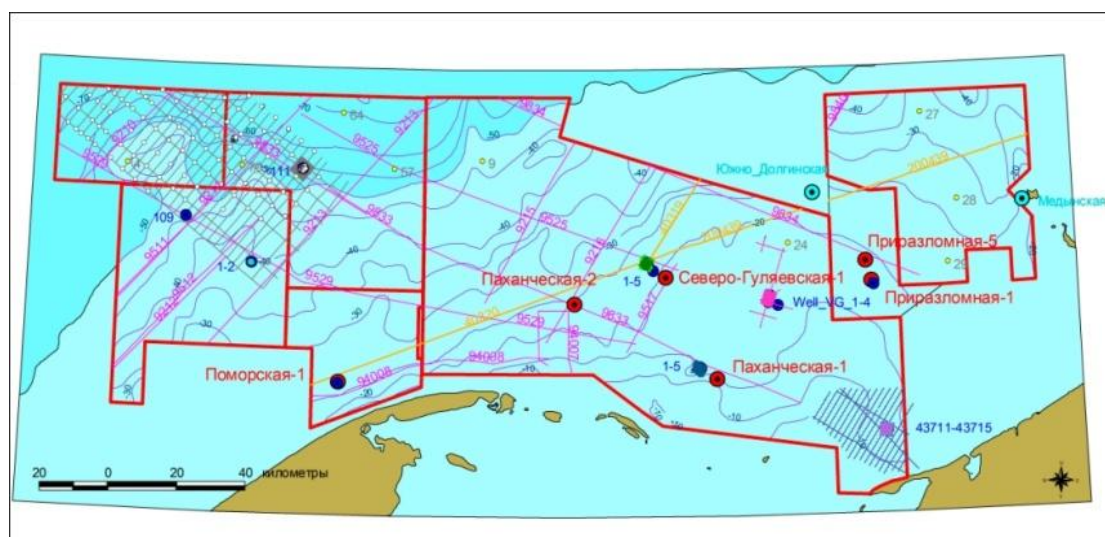
Рис. 1 Пример волновой картины по данным СВР с выделением основных сейсмокомплексов и разделяющих их горизонтов. Материалы ПАО НК «Роснефть».

На рисунке отчетливо видно, что толща рыхлых осадков устойчиво разделяется на три сейсмогоризонта, соответствующих Роговской свите (Q_{I-II}), микулинским отложениям (Q_{III}), и единой толще верхнеплейстоценовых - голоценовых отложений ($Q_{III-QIV}$). Характер

сейсмической записи последних может соответствовать морскому генезису отложений, но совершенно не похож на осадки аллювиального происхождения, которым обычно соответствует множество непротяженных и разноориентированных рефлекторов, сформированных при изменении течения русла реки. На сейсмограммах выделяется обычно достаточно большое количество палеоврезов, но убеждения, что это древняя речная сеть не возникает из-за их мелкомасштабности.

По мере движения на запад, в сторону Южно-Русского лицензионного участка характер разреза сохраняется. По данным инженерно-геологического бурения, выполненного силами АМИГЭ, геологический разрез очень напоминает единый цикл осадконакопления, начинающийся отложениями Роговской свиты, представленными плотными суглинками с примесью грубообломочного материала и которые могут быть интерпретированы как ледниковые (?) отложения, которые перекрыты толщей морских слоистых глин, переходящих вверх по разрезу в плотные суглинки (регрессивный тип разреза), в свою очередь перекрытых толщей песков, но с уменьшенной мощностью по сравнению восточной частью описываемого района. Это вполне закономерно, т.к. Южно-Русский лицензионный участок находится на большем удалении от материковой части, откуда и поступает осадочный материал. Генетическая трактовка этих песков обсуждалась нами выше, здесь же отметим, что одна из скважин прошла толщу суглинков роговской свиты и вошла в горизонт подморенных песков. Обычно в этом районе эти отложения относят к морским ниже-среднеплейстоценовым отложениям. Однако, в нашем понимании и в сопоставлении с западной частью Баренцевого шельфа [Рыбалко, Токарев, 2021] их можно отнести к эмским (микулинским) отложениям, а толщу глин, перекрывающих отложения роговской свиты при этой трактовке следует отнести к верхнему неоплейстоцену. Следует отметить, что обе точки зрения опираются как на данные сейсмоакустического профилирования, так и бурения, но не подтверждены биостратиграфическими исследованиями и, тем более, данными радиоуглеродного датирования.

На западном фланге лицензионных участков ПАО НК «Росгеология» в Печорском море находится Русская структура на которой располагается ряд лицензионных участков: Русский, Скеверо-Поморский-1 и Северо-Поморский-2. Геологическое строение их опирается на несколько скважин, из которых наиболее важными являются скважины 111 и 109 (Рис.2).



изменчива и составляет от 25 до 50 м. При этом гранулометрический состав отложений, слагающих этот горизонт достаточно сложен и наряду с валунными суглинками и глинами твердой консистенции включает достаточно мощные линзовидные прослои песков [Костин, 2011]. При этом в глубоководной части Печорского моря (глубже 50 м) разрез имеет регрессивное строение в верхней части которого залегает слой супесей (песчаных глин в литологической классификации, используемой при геологической съемке), которые подстилаются суглинками и глинами, которые в свою очередь подстилаются близкими по составу глинами (несколько более плотными). Возможно, это может указывать, что сюда ледник не доходил или существовал в виде шельфовых ледников.

В тоже время по данным бурения в западной части Печорского моря было установлено поднятие в виде пологой гряды, где на поверхности морского дна вскрываются каргинские отложения, а поверхностные осадки небольшим полем валунно-галечных отложений [Государственная..., 2013]. В геологическом разрезе здесь последовательно залегают глины предполагаемого микулинского горизонта, ниже располагается сокращенный разрез роговской свиты, который подстилается морскими отложениями нижнего и среднего неоплейстоцена и полигенными плотными песками и глинами эоплейстоцена и нижнего голоцена.

Изложенные данные свидетельствуют, что многие проблемы четвертичной геологии Печорского моря далеки от разрешения. Следовательно, нужен тщательный анализ новых данных и, особенно отбор кернов отложений, где на современном уровне должны быть проведены как текстурные наблюдения, так, в первую очередь, получены новые биостратиграфические данные, в том числе и проведено абсолютное датирование четвертичных отложений.

ЛИТЕРАТУРА

Бондарев В.Н., Длугач А.Г., Рокос С.И. и др. Акустические фации посткриогенных обстановок мелководных районов Печорского и Карского морей // Разведка и охрана недр. 1999. № 7-8. С. 10-14.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Листы R-39,40 – о. Колгуев – прол. Карские Ворота. Объяснительная записка. – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2013. 477 с.

Журавлёв В.А., Кораго Е. А., Костин Д. А., Зуйкова О. Н. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист R-39,40– о. Колгуев – прол. Карские Ворота. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. 405 с.

Костин Д.А., Тарасов Г.А. Четвертичный осадочный чехол Баренцево-Карского бассейна // Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. 2011. Выпуск 3. С. 107–130.

Рокос С.И., Соколов П.В., Скурихин В.А. Стратиграфическое расчленение толщи новейших отложений шельфа Печорского моря по материалам инженерно-геологического бурения // Материалы VI Международной конференции молодых ученых и специалистов «Новое в геологии и геофизике Арктики, Антарктики и Мирового Океана», посвященная 70-летию основания НИИГА – ВНИИОкеангеология / Отв. ред. А. С. Бич. – СПб.: ФГБУ «ВНИИОкеангеология», 2018. С.68-69

Рыбалко А.Е., Токарев М.Ю. Особенности строения ледниковых образований и связанных с ними форм донного рельефа по данным сейсмоакустического профилирования и их роль в решении дискуссионных вопросов формирования четвертичного покрова Баренцева моря // Система Баренцева моря / под ред. академика А. П. Лисицына. М.: ГЕОС, 2021. С. 25-43

Старовойтов А.В., Калинин А.В., Спиридонов М.А. и др. Новые данные о позднекайнозойских отложениях южной части Баренцева моря // Доклады АН СССР. 1983. Том 270. № 5. С. 1179-1181.

Эпштейн О.Г., Чистякова И.А. Печороморский шельф в позднем валдае–голоцене: основные седиментологические и палеогеографические события // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. 2005. №66. С. 107–123.

QUATERNARY COVER OF THE PECHORA SEA: ITS FEATURES IN THE LIGHT OF NEW DRILLING DATA AND SEISMIC ACOUSTIC PROFILING

^{1,2,3}Rybalko A.E., ⁴Repkina T.Yu., ⁴Tokarev M. Yu., ⁴Terekhina Ya. E., ⁴Solovyova M. A., ⁴Khlebnikova O. A., ⁵Goncharova A. M., ⁶Gorbachev S.V.

¹Centre of Marine Geology Moscow State University, Moscow, Russia, info@marine-rc.ru

²VNIIOkeangeologiya, St. Petersburg, Russia; alek-rybalko@yandex.ru

³St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia; st004121@spbu.ru

⁴Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; t-repkina@yandex.ru

⁵Arctic Scientific Center LLC Moscow, Russia

⁶RN-Shelf-Arctic LLC Moscow, Russia

The article discusses the structure of the Quaternary cover of the Pechora Sea. New data of NK Rosneft on engineering-geological drilling and seismoacoustic profiling are used. It is suggested that the structure of the Quaternary cover is generally similar to the last glacial-sedimentary cycle established in the Barents Sea. There is disagreement with the alluvial genesis of the sand cover. It is concluded that the final solution to the problem of Late Quaternary sedimentation is far from final resolution.

Keywords: *Pechora Sea, Quaternary deposits, Rogovskaya suite, seismoacoustic profiling, river valleys*