

УДК 550.822.2(470.111.7)

*Е.Г. Бро¹, Э. Н. Преображенская¹, З.З. Ронкина¹, А.Г. Войцеховская¹, В.Л. Краснова¹,
А.М. Армишев², В.Е. Фонькин², И.З. Калантар³*

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ СКВАЖИНЫ НА ОСТРОВЕ КОЛГУЕВ

1 - ВНИИОкеангеология

2 - ПГО «Недра»

3 - ТПО ВНИГРИ

В 1980-1984 гг. в северо-восточной части о-ва Колгуев были пробурены две параметрические скважины. Скв. 3 расположена на северном крыле Песчаноозерской локальной структуры, скв. 1/4 - на своде. Вместе с ранее пробуренными параметрическими скважинами на архипелагах Шпицберген и Земля Франца-Иосифа [*Грамберг и др., 1985*] новые впервые дают геологические сведения о недрах шельфа Баренцева моря.

В тектоническом отношении район о-ва Колгуев приурочен к Печорской синеклизе. Остров покрыт чехлом четвертичных отложений мощностью до 150 м. В результате бурения двух поисковых скважин 140 и 141 на южном берегу у пос. Бугрино [*Мараховская и др., 1977; Енцова и др., 1981*] под четвертичными отложениями вскрыты терригенные толщи мелового, юрского, триасового и пермского возраста.

Скважина Песчаноозерская-3 остановлена на глубине 3507 м, скв. 1/4 - на глубине 3730 м. Сопоставление отложений, пройденных параметрическими скважинами и поисковой скв. 140 на южном берегу о-ва Колгуев, приведено на рисунке. Стратиграфическое расчленение разреза производилось на основании изучения палеонтологических и литологических данных, интерпретации результатов стандартного каротажа, а также сопоставления с основными разрезами севера Тимано-Печорской провинции [*Кремс и др., 1974; Мараховская и др., 1977*]. Выделены палеозойские, мезозойские и кайнозойские отложения. Системы подразделены на отделы, в ряде интервалов - на ярусы. Кроме того, для триаса и юры выделены свиты, утвержденные для Тимано-Печорского региона. Палеонтологическое обоснование выделенных подразделений публикуется в ряде самостоятельных работ (М.Ф. Соловьева, Г.П. Сосипатрова, Г.Е. Черняк, В.И. Устрицкий, А.Ф. Дибнер и др.).

В основании разреза вскрыты нижнеордовикские (выделены условно) кварцитовидные буровато-розовые песчаники и вишнево-бурые железисто-глинистые грубосортированные алевролиты (аналоги нибельской свиты Тимано-Печорского региона [*Кремс и др., 1974*]) с углами падения 40-50°, мощностью 134 м.

Они перекрываются отложениями франского яруса верхнего девона с практически горизонтальным, как и во всем вышележащем разрезе, залеганием. В базальных граувакковых песчаниках серо-зеленого и буро-розового цвета встречаются обломки и гальки пород фундамента и ордовикских красноцветов. Нижний подъярус представлен терригенными разностями, верхний - в основном известняками. Общая мощность - 338 м. Отличительной особенностью нижнего подъяруса является присутствие туфогенного материала. Граница франского и фаменского ярусов проведена в середине пачки (мощность 90 м) известняков по комплексам

фораминифер. Фаменский ярус разделен на два подъяруса, сложенных как терригенными породами, так и карбонатными - известняками, частично доломитизированными. Суммарная мощность 141 м. Встречаются глауконит, фосфаты, гидрогетитовые ооиды. Содержатся остракоды, фораминиферы, брахиоподы, водоросли, плауновые, споры, пыльца. Мощность верхнего девона 479 м.

На отложениях верхнего девона с перерывом залегает нижний карбон, представленный визейскими буровато-серыми доломитами с прослоями серых известняков, черных аргиллитов, белых ангидритов (мощность яруса в скв. 1/4 - 42 м, в скв. 3 - 59 м) и серпуховскими кремовыми доломитами и известняками, белыми и розовыми ангидритами, пестроцветными карбонатными брекчиями, красноцветными и пестроцветными кварцевыми алевролитами и песчаниками, голубовато-зелеными глинами и мергелями (81 и 101 м). Возраст определен по комплексам фораминифер. Мощность нижнего карбона 123 и 160 м.

Залегающая с перерывом на карбонатно-терригенной пачке серпуховского яруса толща известняков включает отложения верхов московского яруса среднего карбона (92 и 104 м); верхнего карбона (87 и 63 м); ассельского - сакмарского ярусов нижней перми (113 и 47 м). Известняки серые, в пермской части разреза - иногда зеленовато-серые и малиново-серые, содержат в разных количествах кремнистый материал, ангидрит, редкие прослои мергелей, аргиллитов, кремнистых пород. Присутствуют фораминиферы, брахиоподы, многочисленные обломки иглокожих и водоросли.

Отложения артинского яруса по составу являются переходными между подстилающими известняками и вышележащей терригенной толщей. Представлены они серыми и темно-серыми известняками, мергелями и аргиллитами, в разной степени карбонатными. Спорадически присутствуют красноцветные, пестроцветные аргиллиты и мергели, а в разрезе скв. 4 - розовато-бурые известняки. Содержатся многочисленные фораминиферы, обломки иглокожих, водоросли. Мощность 182 и 177 м.

Кунгурский ярус сложен темно-серыми и черными аргиллитами и глинистыми алевролитами, в разной степени известковистыми, с прослоями мергелей, известняков и кремнистых карбонатно-глинистых алевролитов. Присутствуют фораминиферы, брахиоподы, пелециподы, гастроподы, спикулы губок, детрит высших растений, споры и пыльца. Мощность 155 и 186 м.

Верхнепермская часть разреза представлена темно-серыми и черными аргиллитами уфимского яруса с граувакковыми песчаниками в основании (270 м) и ритмично построенной толщей чередования сероцветных глинистых пород, алевролитов, песчаников казанского татарского ярусов (332 и 408 м). Отмечаются редкие прослои известняков с примесью терригенного материала, в верхней части разреза - прослои углей. Спорадически встречаются скопления фораминифер, брахиопод, пелеципод, остракод, спикул губок. Присутствуют растительный детрит, споры, пыльца.

На угленосных сероцветных отложениях перми с перерывом залегают серо-зеленые песчаники и алевролиты, а также красновато-бурые, редко серо-зеленые глины нижнего триаса (чаркабожская и харалейская свиты). В основании - песчаники с гравийным и галечным материалом, с чешуей рыб и обломками костей наземных позвоночных. В бурых глинах - редкие конхостраки, в серо-зеленых глинах - богатые комплексы спор и пыльцы. Мощность 567 и 674 м.

Отложения среднего триаса (ангуранская свита) представлены пестроцветными, реже зеленовато-серыми и темно-серыми глинами и в меньшем количестве зеленовато-серыми алевролитами и песчаниками. Присутствуют чешуи рыб, конхостраки, растительный детрит и богатые спорово-пыльцевые комплексы. Мощность 277 и 340 м.

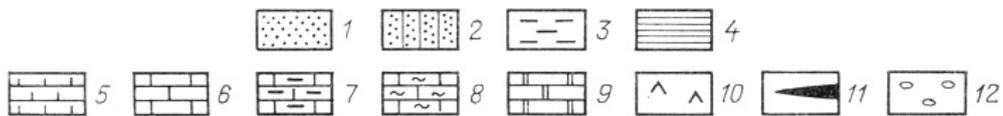
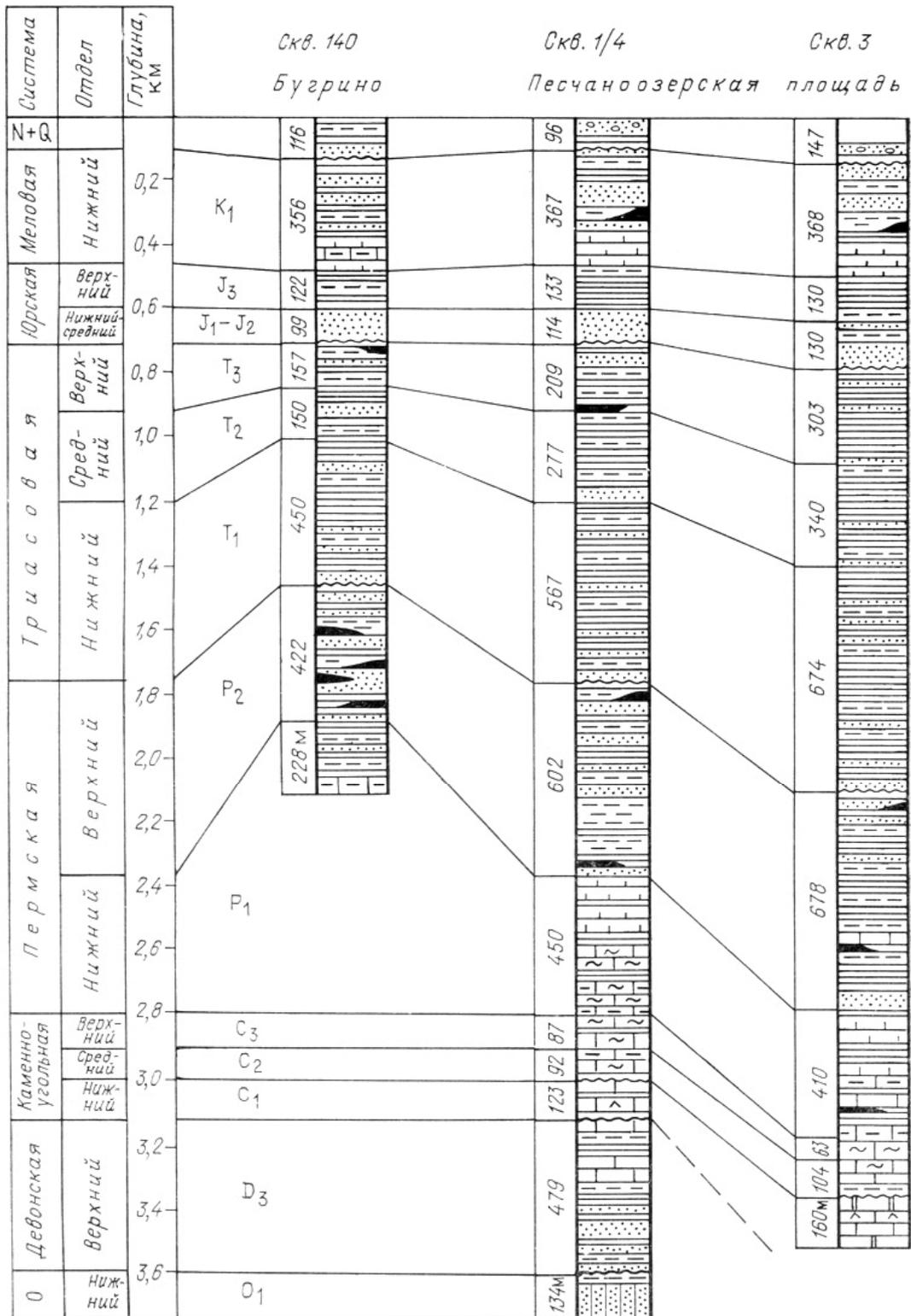


Схема сопоставления разрезов по скважинам о-ва Колгуев:

1 — пески, песчаники; 2 — песчаники кварцитовидные; 3 — алевролиты, алевролиты; 4 — глины, аргиллиты;

5 — глины и аргиллиты известковистые, мергели; 6 — известняки; 7 — известняки глинистые; 8 — известняки кремнистые; 9 — доломиты; 10 — ангидриты; 11 — угли и углистые породы; 12 — гальки, гравий

В разрезе верхнего триаса (нарьянмарская свита) ритмично чередуются сероцветные глины, алевролиты и песчаники с включениями сидерита; в верхах - с прослоями углистых пород. Встречаются пресноводные двустворки, конхостраки, растительный детрит, споры, пыльца. Мощность 209 и 303 м.

Отложения нижней-средней юры (сысольская свита) с размывом залегают на сероцветах верхнего триаса и представлены кварцевыми песками и алевролитами светло-серыми и белыми, с углистыми включениями. В верхней части встречаются прослойки темно-серых глин с фораминиферами и водорослями. Мощность 114 и 130 м.

Верхняя юра сложена преимущественно серыми и темно-серыми глинистыми породами с редкими прослоями песков, алевролитов и известняков. Встречаются двустворки, белемниты, фораминиферы, водоросли. Мощность 133 и 130 м.

Вышележащая часть разреза пройдена без отбора керна. По описанию шлама и каротажным характеристикам в ней выделены отложения: алевролиты и глины неокома (184 и 205 м); пески, алевролиты, глины, углистые породы и угли апта-альба (183 и 163 м); неоген-четвертичные пески с гравием и галькой, алевролиты и глины с обломками раковин моллюсков (96 и 147 м).

Сравнение одновозрастных отложений, вскрытых обеими параметрическими скважинами, показало следующее. Мощность триасовых отложений в разрезе скв. 3, расположенной на крыле Песчаноозерской структуры, на 370 м больше, чем в разрезе скв. 1/4, пробуренной в сводовой части. В разрезе скв. 3 каменноугольная толща содержит более мощные пласты и линзы ангидритов, здесь ниже карбонатность артинских отложений, выше глинистость триасовых и ниже-среднеюрских. Эти отличия свидетельствуют об изменении фациальных условий по площади и о росте Песчаноозерской структуры в триасовое время.

Регионально выдержаны следующие литологические характеристики разреза: доломиты и ангидриты серпуховского яруса, пачка карбонатно-терригенных пород в кровле серпуховского яруса, мощная толща известняков среднего-верхнего карбона и ассельского-сакмарского ярусов нижней перми, красноцветные породы в артинском ярусе, красноцветные глины в нижнем и пестроцветные - в среднем триасе, ниже-среднеюрская пачка алевролитов и песков преимущественно кварцевого состава, угленосность верхней перми, верхнего триаса и нижнего мела. Некоторые из перечисленных особенностей прослеживаются не только в Тимано-Печорском регионе, но и на Новой Земле, и в южной части Баренцевского шельфа.

В разрезах параметрических скважин по основным типам пород выделяются три толщи. В интервале 3 117-3 730 м скв. 1/4 вскрыта нижняя толща преимущественно терригенных отложений нижнего ордовика и верхнего девона. В интервале 3 133-3 507 м скв. 3 и в интервале 2 702-3 117 м скв. 1/4 пройдена средняя толща преимущественно карбонатного состава, она охватывает каменноугольную систему и нижнюю часть нижней перми (ассельский-сакмарский ярусы). В интервале 0-3 133 м скв. 3 и в интервале 0-2 702 м скв. 1/4 пробурена мощная верхняя преимущественно терригенная толща, возрастной диапазон которой от артинского яруса нижней перми до кайнозоя включительно.

Максимальное содержание алевроито-песчаных пород установлено в ордовикских и ниже-среднеюрских отложениях. Мощность пачек достигает 100 м. Песчаные породы плохо отсортированы. В составе обломочной части песчаников нижнего ордовика, среднего палеозоя и нижней-средней юры преобладает кварц.

В базальных песчаниках верхнего девона преобладают обломки разнообразных пород (метаморфических - фундамента, красноцветов - ордовика, кислых и основных эффузивов). Полевые шпаты в заметном количестве появляются начиная с верхней перми. В отличие от пермских триасовые песчаники содержат обломки

эпидотсодержащих пород. Цементирующий материал обычно глинистый и карбонатный, у нижнеордовикских песчаников - кварцевый и глинисто-железистый. В цементе верхнедевонских и нижнекаменноугольных песчаников иногда присутствует ангидрит.

Наиболее распространены в разрезах глинистые породы с мощностью отдельных пачек до 150 м. Литификация от глин до аргиллитов зависит от исходного минерального состава, распределения карбонатного материала, оксидов железа, сапропелевой органики, вулканического пепла и от стадии катагенетических преобразований. Для мезозойских глинистых разностей характерно высокое (для триасовых - до 80%) содержание монтмориллонита, для палеозойских - хлорита и гидрослюды.

Карбонатные породы преобладают в каменноугольной и в ассельско-сакмарской частях разреза и занимают подчиненное положение в верхнем девоне, артинском и кунгурском ярусах нижней перми. Мощность пачек достигает нескольких сотен метров. Породы представлены органогенными известняками и доломитами. Известняки верхнего девона фитогенные, карбона и нижней перми в основном - зоогенные. Вверх по разрезу растет кремнистость известняков, встречаются прослои спонголитов. Доломиты - фитогенные, развиты в нижнем карбоне.

Ангидриты в виде слоев и линз встречаются в нижнекаменноугольной части разреза. Мощность достигает нескольких метров.

В разрезе выделены три группы исходных органических образований: фитопланктон, фауна и высшие растения. Фитопланктон и фауна в ходе диагенеза преобразовались в сапропелевое органическое вещество (ОВ), высшие растения - в гумусовое. Сапропелевое ОВ преобладает в породах верхнего девона, серпуховского и московского ярусов карбона, нижней перми, нижнего и среднего триаса. Наибольшая доля гумусового материала установлена в визейском ярусе карбона, в верхних отделах перми и триаса.

Содержание $C_{орг}$ и хлороформенного битумоида «А» увеличивается с возрастом в породах доли гумусового и глинистого материала. Наименьшие значения $C_{орг}$ (0,03-0,05%) получены для органогенных известняков верхнего карбона и нижней перми, наибольшие (до нескольких процентов) определены для глинистых пород визейского яруса, верхней перми и верхнего триаса. Содержание битумоида «А» обычно измеряется сотыми и тысячными долями процента, наибольшие величины установлены для визейских аргиллитов.

Химический состав битумоидов определяется в основном природой исходного ОВ. Битумоиды, генетически связанные с фитогенными образованиями, имеют восстановленный состав и характеризуются высоким содержанием водорода (среднее значение - 10,7%) и масел (49,2%). Среди углеводородов доминирует метаново-нафтеновая фракция (74,3 %). Для зоогенных битумоидов характерно низкое содержание масел (35,0 %). Битумоиды растительного происхождения отличаются от битумоидов первых двух групп малой концентрацией водорода (8,2%), масел (21,4%) и преобладанием в углеводородном составе ароматической фракции (63,3%). Судя по величине показателя преломления витринита, ОВ в мезозойской толще и в верхах верхней перми находится на буроугольной стадии углефикации. Ниже по разрезу преобразование ОВ достигло длиннопламенной и, возможно, газовой стадии.

Физические свойства пород зависят в первую очередь от соотношения в них терригенного и карбонатного материала. Поэтому в петрофизическом разрезе параметрических скважин выделяются три участка, соответствующие трем описанным выше основным толщам. Средний (преимущественно карбонатный) участок отличается от нижнего и верхнего (в основном терригенных) пониженными

определениями в керне пористости, проницаемости, магнитной восприимчивости и повышенными значениями плотности, скорости распространения упругих волн. На каротажных диаграммах он отмечается пониженным уровнем записи гамма-активности, интервального времени пробега упругих волн и повышенным уровнем записи электрического сопротивления, плотности (по НГК).

Физические свойства терригенных пород изменяются в гораздо большем диапазоне, чем карбонатных, и зависят главным образом от гранулометрического состава, содержания карбонатного материала и степени катагенетического преобразования.

Средняя плотность пород верхнего участка на глубине 800 м - около $2,1 \text{ г/см}^3$, ниже она нарастает под влиянием катагенеза и в основании разреза достигает $2,5 \text{ г/см}^3$. На среднем участке - $2,65 \text{ г/см}^3$, на нижнем - $2,6 \text{ г/см}^3$. Замеренная при атмосферных условиях в образцах пород скорость распространения продольных волн на верхнем участке нарастает сверху вниз от 2-3 км/с до 4 км/с. На среднем участке - 5-6 км/с, на нижнем - 4-5 км/с. По данным вертикального сейсмического профилирования в породах меловой системы и верхней части юрской скорость распространения продольных волн около 2 км/с. В нижней части юры и в триасовой толще скорость с глубиной постепенно нарастает до 3,12 км/с.

Границам трех участков разреза соответствуют отражающие сейсмические горизонты Ia и III. К подошве ниже-среднеюрских отложений, которые контрастно выделяются в разрезе повышенной песчаностью, приурочен горизонт Б. Перепад плотности на границе палеозоя и мезозоя, вероятно обусловленный размывом верхней части пермской толщи, фиксируется горизонтом А.

Вскрытая скважинами осадочная толща накапливалась в морских, лагунных, лагунно-континентальных и континентальных условиях. К наиболее мористым можно отнести отложения средней части франского яруса верхнего девона, верхнего карбона, ассельского-сакмарского ярусов нижней перми, уфимского яруса верхней перми, верхней юры - неокома и частично кайнозоя. В прибрежно-морских и лагунных условиях шло формирование осадков большей части верхнего девона, нижнего и среднего карбона, артинского и кунгурского ярусов нижней перми, казанского-татарского ярусов верхней перми, апта-альба. Лагунно-континентальные и континентальные условия предполагаются для отложений нижнего ордовика, базальных слоев верхнего девона, триаса, нижней-средней юры. Континентальные перерывы установлены в интервалах: ранний ордовик - поздний девон; поздний девон - визейский век; конец серпуховского века - московский век; конец перми - начало триаса; конец триаса - начало юры; конец раннего мела - неоген. Проявление вулканизма основного состава фиксируется в раннем девоне.

Изучение вещественного состава отложений позволяет считать, что допермская толща формировалась в основном за счет размыва слабо метаморфизованных кварц- и кремнеземсодержащих пород фундамента и нижнего ордовика. В раннем ордовике дополнительно шел размыв кислых вулканитов, а в начале девона - основных и кислых эффузивных пород. К концу девонского периода происходил снос со значительно удаленных областей, что обусловило накопление преимущественно карбонатных, сульфатно-карбонатных и глинисто-карбонатных осадков. В середине раннепермской эпохи области питания испытали подъем, в результате чего произошел переход к формированию терригенных отложений, а начиная с поздней перми со значительным содержанием алеврито-песчаных осадков. Появление новых пород в области размыва обусловило разнообразие состава породообразующей и акцессорной части в алеврито-песчаных осадках (полевые шпаты, обломки основных эффузивов, шпинель, гранат). Начиная с конца перми в размыв вовлекаются зеленокаменные породы (обилие

эпидота в триасовых алевролитах и песчаниках), а с конца триаса - глаукофановые сланцы. Размыв последних с поздней юры уменьшился, а в конце мела - кайнозой прекратился.

В результате обработки материалов по параметрическим скважинам 3 и 1/4 впервые на о-ве Колгуев изучены нижнеордовикские (?), верхнедевонские, каменноугольные и нижнепермские (в полном объеме) отложения. Выявлено существенное увеличение мощности пермской и триасовой толщ от скв. 140 и 141, пробуренных на южном берегу острова, к скважинам Песчаноозерской площади.

Сравнение разрезов, вскрытых параметрическими скважинами, с разрезами материковой части Тимано-Печорской провинции обнаруживает значительное сходство. Отличием является увеличение мощностей пермско-триасовой толщи и более мористый характер верхнепермских отложений. Полученные с помощью параметрических скважин данные подтверждают принадлежность района о-ва Колгуев к Печорской синеклизе. Сведения по параметрическим скважинам служат основой для расчленения и корреляции разрезов морских нефтегазопромысловых скважин, для интерпретации геофизических материалов и для региональных геологических прогнозов в южной части шельфа Баренцева моря.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

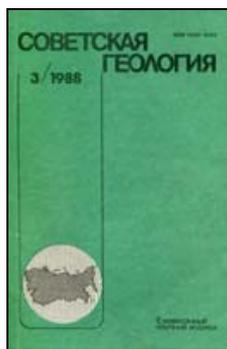
1. Кремс А.Я., Вассерман Б.Я., Матвиевская Н.Д. Геологическое строение Тимано-Печорской провинции // Условия формирования и закономерности размещения залежей нефти и газа. М., 1974. С. 43-45.

2. Мораховская Е.Д., Храмова С.Н., Слонимский Г.А. Триас западной части Большеземельской тундры и острова Колгуев // Советская геология. 1977. № 2. С. 59-66.

3. Грамберг И.С., Школа И.В., Бро Е.Г., Шеходанов В.А., Армишев А.М. [Параметрические скважины на островах Баренцева и Карского морей](#) // Советская геология. 1985. № 1. С. 95-98..

4. Енцова Ф.И., Тельнова В.Д., Гринченко С.Г. и др. Пермские отложения острова Колгуев // Советская геология. 1981. № 9. С. 70-76.

Ссылка на статью:



*Бро Е.Г., Преображенская Э.Н., Ронкина З.З., Войцеховская А.Г., Краснова В.Л., Армишев А.М., Фонькин В.Е., Калантар И.З. **Параметрические скважины на острове Колгуев** // Советская геология. 1988. № 3. С. 82-88.*