

УДК 551.73/.78 + 553.98

Н.О. Сорохтин, Л.И. Лобковский, Н.Е. Козлов

Тимано-Варангерский пояс байкалид как новый нефтегазоносный бассейн России

Ключевые слова:
геодинамика,
нефтегазоносность,
сланцевый газ,
Арктика,
рифей,
Тимано-
Варангерский пояс,
п-ов Рыбачий.

Keywords:
geodynamics,
oil-and-gas
presence,
shale gas,
Arctic,
Riphean,
Timan-Varanger Belt,
Rybachiy Peninsula.

Оценка перспектив формирования крупных скоплений углеводородного сырья (УВ), в том числе сланцевого газа и нефти, в терригенных толщах рифея Тимано-Варангерского пояса напрямую зависит от условий геологического строения толщ и геодинамической эволюции. Выделяемый нами новый потенциально нефтегазоносный бассейн, с одной стороны, характеризуется формированием захороненных на большие глубины мощных (до 12 км в прибрежной зоне п-ова Рыбачий) осадочных толщ пассивной окраины Восточно-Европейской платформы в рифее, а с другой – развитием в каледонское и герцинское время Норвежско-Мезенской системы рифтов. Далее в статье будут рассмотрены вопросы полистадийного развития Тимано-Варангерского пояса и обоснованы пространственно-временные закономерности взаимодействия геодинамических процессов, влияющих на обстановку формирования месторождений традиционных и нетрадиционных видов УВ-сырья, на примере северо-западной оконечности Кольского полуострова.

В процессе эволюции Восточно-Европейской платформы (ВЕП) ее северная и северо-западная (в современных румбах) оконечности в постархейское время, по видимому, периодически испытывали процессы раскола и коллизионного сочленения с Североамериканской литосферной плитой [1]. На это, в частности, указывает сопоставимость структурно-вещественных комплексов свекофеннид Балтийского щита и кетилид южной Гренландии и Канады, сформированных около 1,9–1,8 млрд лет назад во время закрытия Свекофеннского палеоокеана при формировании суперконтинента Мегая (или Мегая Штилле). Достоверные геологические данные эпохи раннего и среднего рифея (1650–1350 млн лет назад) в этой части платформы отсутствуют, что может косвенно указывать на процессы раскрытия океана Палеояпетус, разделившего некогда единые канадско-гренландские континентальные образования и родственные им структурно-вещественные комплексы Балтийского щита.

В Перитиманской области и в Кандалакшско-Двинском бассейне в интервале 1350–1050 млн лет назад развивались структуры прогибания фундамента и накопления континентальных терригенных осадков с примесью вулканитов [1]. В это же время на северо-востоке Русской плиты начинают формироваться шельфовые и склоновые осадочные комплексы пассивной окраины континента [2]. Данные события хорошо согласуются с фактическими данными о времени распада суперконтинента Мегая около 1,7 млрд лет назад, продолжавшегося вплоть до позднего рифея (около 1000 млн лет назад), когда был сформирован следующий в истории Земли суперконтинент Мезоя (Родиния) [3, 4].

В это время в северо-западной периферической зоне ВЕП формируется Дальсландская складчатая область, являющаяся продолжением Гренвильского пояса в Канаде и Гренландии и маркирующая зону закрытия океана Палеояпетус. В венде (650–570 млн лет назад) процессы ее пенепленизации привели к формированию комплекса континентальных терригенных осадков со следами тиллитов на северо-западе [5] и прибрежно-морских образований на севере в районе п-ова Варангер [6]. В это же время продолжалось накопление осадочного комплекса шельфовых и континентально-склоновых образований на северной и северо-восточной пассивных окраинах Русской плиты. Дальсландский орогенез на западе привел к формированию целого ряда закономерно расположенных в пространстве рифтовых систем в ее северо-восточных районах. При этом тектонические условия их фор-

мирования носили явный отраженный характер, что закономерно привело к практически полному отсутствию магматической составляющей в разрезах рифтов и на плечах структур. Лишь на северной оконечности Кольского п-ова и на п-овах Среднем и Рыбачьем отмечены редкие тела и дайки долеритов, датированные указанным периодом.

Условия относительного тектонического покоя в восточной и северо-восточной частях ВЕП в течение очень продолжительного отрезка времени – примерно 780 млн лет (около 570–1350 млн лет назад) – свидетельствуют о возможном накоплении огромных масс потенциально нефтегазоносных осадочных образований на шельфе, склоне и в подножии континента. В эту эпоху континент последовательно мигрировал из приэкваториальной зоны Земли (около 1,0 млрд лет назад), где он находился в момент формирования Мезогеи, в приполярные области (800–650 млн лет назад), а затем обратно (около 550 млн лет назад) (рис. 1) [7].

В настоящее время рифейские образования пассивной окраины севера и северо-востока Русской плиты обнажены в пределах п-ова Варангер в северной Норвегии, п-овов Среднего и Рыбачьего, о. Кильдин на северной оконечности Кольского п-ова, а также на Канином носу и Тиманском выступе в Архангельской области. В геологической литературе эти образования выделяются как Тимано-Варангерская система байкалитид [8, 9] и представляют собой моноклинальное напластование средне-позднерифейских и вендских метаморфизованных осадочных комплексов, тектонически взброшенных, а местами надвинутых на архейские и раннепротерозойские образования Балтийского щита и Русской плиты [10]. Поверхность моноклинали полого погружается в сторону Южно-Баренцевоморской впадины под углами 2–5°, а затем угол наклона увеличивается до 5–10° [9].

Осадочные комплексы среднего рифея представлены сероцветными полимиктовыми конглобрекциями, конгломератами и гравелитами с прослоями алевролитов и псаммитов. В верхних частях разреза наблюдается переслаивание сероцветных аргиллитов, алевролитов, полимиктовых псаммитов и конгломератов с линзами и конкрециями карбонатных пород. Позднерифейские и вендские образования представлены переслаиванием разноцветных кварцевых, олигомиктовых и аркозовых

псаммитов, алевролитов, пелитов и доломитов. В разрезе встречаются прослои полимиктовых конглобрекций с обломками фосфоритов и карбонатных стяжений. Вторичные преобразования соответствуют стадии метагенеза – начального метаморфизма [11]. Геодинамические условия накопления перечисленных комплексов отвечают единому латеральному ряду шельфовых, континентально-склоновых и подножно-континентальных образований [2].

В позднем венде – раннем кембрии (около 620–540 млн лет назад) произошло сочленение северной и северо-восточной оконечностей Русской плиты с Баренцево-Печорской плитой (БПП), которая впоследствии разделилась на Свальбардскую, Северокарскую и Печорскую плиты [1]. При этом к северо-западу от нее еще существовал океан Япетус, сформированный после распада Мезогеи. Процесс приращения ВЕП в этой части БПП протекал без интенсивной складчатости и магматизма, на что указывают все имеющиеся геолого-геофизические данные. По-видимому, сочленение двух континентов происходило по зоне касательного проскальзывания, подобно смещающимся вдоль трансформного разлома блокам.

Процесс сочленения двух плит привел к надвиганию шельфовых и континентально-склоновых образований среднего и позднего рифея и венда на окраину ВЕП и формированию в районе п-овов Среднего и Рыбачьего крупных правосторонних сдвиговых и взбросо-надвиговых структур. А.П. Симонов с соавторами [9] отмечает, что процессы формирования Тимано-Варангерской шовной зоны сопряжены с резким уменьшением мощности разреза в северо-западном (Кольско-Канинском) сегменте, тогда как в юго-восточном (Тиманском) наблюдается многократное его увеличение. К этому следует добавить, что в разрезе отсутствуют образования раннего рифея, и лишь в самой юго-восточной части Тимано-Варангерской шовной зоны присутствуют осадки данного возраста [1].

Описанные факты мы связываем с правосторонне-сдвиговым сочленением двух литосферных плит, при котором разделяющий их океанический бассейн был закрыт без субдукционного поглощения на большей части ВЕП. При этом наиболее молодые фрагменты разреза шельфовых и континентально-склоновых образований ВЕП были взброшены на край плиты, а частью срезаны, перемещены и

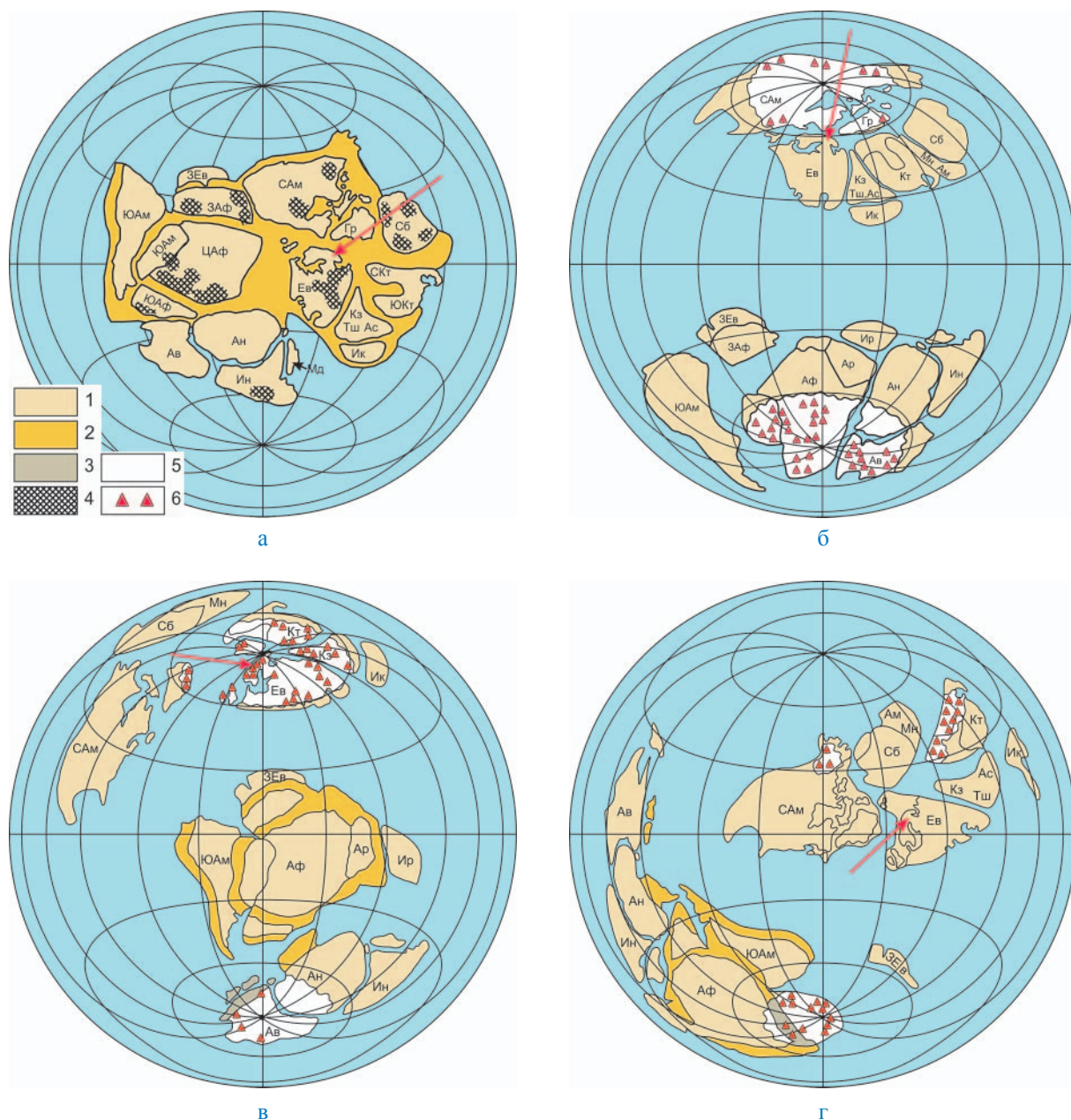


Рис. 1. Палеогеодинамическая реконструкция суперконтинента Мезогей (Родиния) и его распад на Гондвану и Лавразию в проекции Ламберта [4]:

а – суперконтинент Мезогей (около 1 млрд лет назад); б – распад Мезогейи на Гондвану и Лавразию (около 800–750 млн лет назад); в – распад Гондваны и Лавразии (около 650 млн лет назад);

г – продолжение распада Гондваны и Лавразии (около 550 млн лет назад);

1 – континентальная литосфера; 2 – складчатые пояса; 3 – складчатые пояса в областях распространения покровного оледенения; 4 – красноцветы; 5 – области покровного оледенения; 6 – тиллиты и тиллоиды; красными стрелками отмечено положение Балтийского щита Русской плиты

сгружены в юго-восточном направлении. Более древние раннерифейские комплексы, слагавшие нижние уровни склона и подножья континента, скорее всего, были захоронены в нижней части сформированной шовной зоны. Эти процессы привели к увеличению степени складча-

тости и метаморфизма вплоть до зеленосланцевой фации в пределах Канинской и Тиманской частей разреза, а также к проявлению контрастного магматизма от гранитоидного и гранодиоритового до габбро-диабазового. Еще южнее (в Предуралье) эта зона переходит в кон-

вергентную структуру, о чем свидетельствует вскрытый бурением комплекс магматических пород островодужного типа [1].

Вслед за А.Н. Дмитриевским и М.Д. Белониным [12] описываемая территория была нами разделена на ряд закономерно расположенных в пространстве нефтегазоносных бассейнов и провинций [13, 14] (рис. 2). При этом пространственно-временные закономерности размещения типов УВ, а также геолого-геодинамический анализ корообразующих и преобразующих процессов показали, что бассейны Северного, Норвежского и Западно-Баренцево-Северо-Карской, Тимано-Печорской и Западно-Сибирской провинций и, скорее всего, могут быть разделены на 2 крупных генетических типа [15]. К первому типу можно отнести те, которые в процессе эволюции нефтегазоносных бассейнов (НГБ) претерпели один – каледонский – этап (Норвежско-Баренцевский НГБ) или два – каледонский и герцинский – этапа (Западно-

Норвежский НГБ) тектоно-магматической активизации, а ко второму – претерпевшие только один – герцинский – этап активизации (Баренцево-Северо-Карскую, Тимано-Печорскую и Западно-Сибирскую нефтегазоносные провинции (НГП)). Кроме этого, в пределах южной части Баренцево-Северо-Карской и Тимано-Печорской провинций на границе с архейскими комплексами Балтийского щита выделяется самостоятельная зона потенциального нефтегазонакопления рифейского возраста, что подчеркивает ее уникальность и возможность существенного приращения совокупного УВ-потенциала. Эта область примечательна тем, что процессы генерации углеводородного сырья в ней протекали на протяжении наиболее продолжительного времени (около 800 млн лет), а общий потенциал был сформирован в результате проявления трех тектоно-термальных эпох: байкальской, каледонской и герцинской.

Северные границы выделяемых нефтегазовых бассейнов и провинций, сопряженных

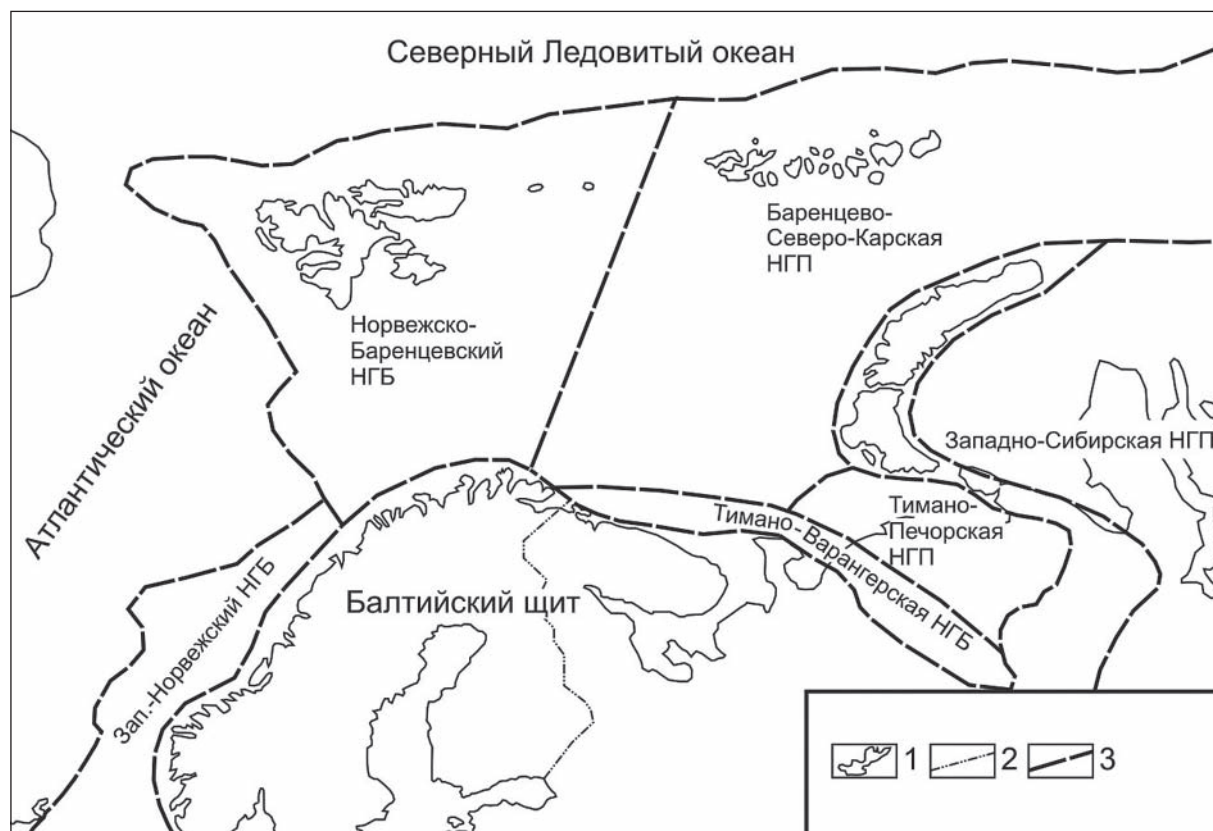


Рис. 2. Нефтегазоносные бассейны и провинции запада российской Арктики по А.Н. Дмитриевскому и М.Д. Белонину [12] с изменениями и дополнениями:

1 – контур береговой линии; 2 – государственная граница и граница ответственности арктического сектора России; 3 – срединная линия между территориями России и Норвегии и границы нефтегазоносных бассейнов, областей и провинций

с зоной сочленения континентального склона с океанической литосферой Атлантического и Северного Ледовитого океанов, можно провести по богатому газогидратами материковому подножью, что, возможно, существенно изменит в будущем количественную оценку их совокупного нефтегазового потенциала. Следует также отметить, что наименее изученным ввиду сложных климатических условий является Северо-Карский бассейн, который, по-видимому, нужно считать естественным продолжением Свальбардской плиты, отделенной от Южно-Карского фрагмента Западно-Сибирской НГП трансформным разломом.

Изучение вопросов биоразнообразия и изменения массы океанической биоты показывает, что на рубеже среднего и позднего протерозоя произошла глубокая перестройка трофической структуры биоты, связанная с бурным распространением эукариотных организмов и фитопланктона. Приблизительно в это же время началось и бактериальное заселение суши, о чем свидетельствуют красноцветные коры выветривания земных пород этого же возраста [16].

По данным О.Г. Сорохтина [17], масса океанического фитопланктона увеличивалась со временем приблизительно пропорционально росту массы воды в океане. Следовательно, около 1 млрд лет назад биомасса океанических организмов уже была достаточно значительной и составляла около 91 % своего современного объема. С течением времени совершенствовалась и земная жизнь. Так, уже в венде появились первые формы макроорганизмов, оставивших отпечатки во многих отложениях этого возраста. В кембрии появились скелетные формы животных и возникли практически все современные типы растительного и животного царств.

В целом же позднпротерозойская эпоха характеризовалась царствованием микроорганизмов в морях, и формирование залежей углеводородов биогенного типа в толщах осадков может быть связано только с ними. Так, в осадочных толщах терригенного состава обычно содержится 0,5–1,0 % органических веществ. А из этого количества только 30 % могут перейти в углеводороды. Исходя из условий нефтегазогенерации в накапливающихся осадочных толщах на пассивных окраинах континентов предполагают, что «созревание» нефти и газа в них происходит уже через

20–30 млн лет после образования самой континентальной окраины. В дальнейшем область генерации углеводородов существенно расширяется. Это говорит о том, что за приблизительно 800 млн лет существования Тимано-Варангерской пассивной окраины древнего континента, коей была Русская плита, в ее толще было захоронено гигантское количество органического вещества.

Исследования структурно-вещественных комплексов северо-западной части Тимано-Варангерского пояса показали, что полбого залегающие и слабометаморфизованные осадочные толщи рифея могут обладать очень большим нефтегазоносным потенциалом как традиционного, так и нетрадиционного типов. Изучение физических свойств горных пород разреза выявило наличие благоприятных условий для формирования залежей УВ сырья и в первую очередь для скоплений сланцевого газа [18].

На п-овах Средний и Рыбачий были выявлены аномально высокие концентрации углеводородных газов в рифейских отложениях. Значения коэффициента $CH_4/\Sigma TУ$, где $\Sigma TУ$ – сумма тяжелых углеводородов, в пробах (2,4–40,0) не отличаются от показателей, характерных для обычных газоконденсатных и газонефтяных месторождений в отложениях фанерозоя. Повышенное содержание УВ-газов также установлено в прибрежной зоне к северу от Кольского п-ова в соответствующей полосе развития рифейских и палеозойских отложений.

Проведенные исследования аэрогазовой съемки позволили обосновать приуроченность эманаций метана и пропана к крупным тектоническим зонам, а пробуренные поисковые скважины выявили зоны с постоянными притоками газа. Полученные данные об изотопном составе углерода позволили заключить, что в захороненных на больших глубинах осадочных толщах пассивной окраины континента в рифее под действием литостатического давления могли формироваться крупные залежи нефти и газа [13]. Кроме этого, Тимано-Варангерский нефтегазоносный бассейн может быть богат залежами сланцевого газа и, возможно, сланцевой нефти. Нахождение в крупных зонах трещиноватости устойчивых притоков газа, по-видимому, указывает на вскрытие ими микропористой структуры осадочного чехла рифейских отложений.

Потенциальная нефтегазоносность рассматриваемого региона требует проведения на его территории специализированных поисковых работ. В процессе геолого-геофизических исследований возможно не только подсече-

ние зон с промышленными притоками газа, но и охарактеризование исследуемой территории на предмет концентрации в толще рифейских осадков скоплений углеводородного сырья, в том числе и сланцевого газа.

Список литературы

1. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов (год 2000) / В.Е. Хаин. – М.: Научный мир, 2001. – 606 с.
2. Негруца В.З. Баренцевоморский фосфоритовый бассейн / В.З. Негруца, А.А. Басалаев, И.В. Чикирев. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1993. – 119 с.
3. Сорохтин О.Г. Теория развития Земли (происхождение, эволюция и трагическое будущее) / О.Г. Сорохтин, Дж.В. Чилингар, Н.О. Сорохтин. – М.; Ижевск: Изд-во Института компьютерных исследований УдГУ, 2010. – 751 с.
4. Sorokhtin O.G. Evolution of Earth and its climate / O.G. Sorokhtin, G.V. Chilingarian, N.O. Sorokhtin // *Developments in Earth and Environmental Sciences*. – Elsevier Science, 2011. – V.10. – 763 p.
5. Чумаков Н.М. Докембрийские тиллиты и тиллоиды (проблемы докембрийских оледенений) / Н.М. Чумаков // *Труды ГИН АН СССР*. Вып. 308 / Отв. ред. М.А. Ахметьев и А.Б. Герман. – М.: Наука, 1978. – 202 с.
6. Raaben M.E. Correlation of stromatolitic formations of northern Norway (Finnmark) and northwestern Russia (Kildin Island and Kanin Peninsula) / M.E. Raaben, V.V. Lubtsov, A.A. Predovsky // *Nor. Geol. Unders. Special Publ.* – Trondheim, Norway, 1995. – P. 233–246.
7. Сорохтин О.Г. Глобальная эволюция Земли и происхождение алмазов / О.Г. Сорохтин, Ф.П. Митрофанов, Н.О. Сорохтин. – М.: Наука, 2004. – 260 с.
8. Милановский Е.Е. Геология России и ближнего зарубежья (Северной Евразии) / Е.Е. Милановский. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 448 с.
9. Симонов А.П. Рифейская нефть полуострова Рыбачий: миф или ключ к принципиально новому направлению нефтегазописковых работ на шельфе Баренцева моря? / А.П. Симонов, Д.М. Губерман, Ю.Н. Яковлев и др. // *Вестник МГТУ*. – 1998. – Т. 1. – № 2. – С. 121–140.
10. Сейсмогеологическая модель литосферы Северной Европы: Лапландско-Печенегский район / Отв. ред. Н.В. Шаров. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1997. – 225 с.
11. Чикирев И.В. Верхнедокембрийские фосфоритсодержащие отложения Кольского полуострова: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук / И.В. Чикирев. – М.: МГУ, 1995. – 18 с.
12. Дмитриевский А.Н. Перспективы освоения нефтегазовых ресурсов Российского шельфа / А.Н. Дмитриевский, М.Д. Белонин // *Природа*. – 2004. – № 9. – С. 6–15.
13. Сорохтин Н.О. Эволюция северо-западной части Тимано-Варангерского нефтегазоносного бассейна / Н.О. Сорохтин, Н.Е. Козлов, И.В. Чикирев и др. // *Вестник КНЦ РАН*. – 2011. – № 3. – С. 3–20.
14. Sorokhtin N.O. Oil and gas content of the Eurasian western arctic shelf and prediction criteria of searching hydrocarbonic raw materials in a coastal zone of the Kola region / N.O. Sorokhtin, G.V. Chilingarian, N.E. Kozlov, V.N. Glaznev // *Izvestia RANS (Russian academia of natural sciences)*. – 2012. – V. 21: spec. is. – P. 119–135.
15. Сорохтин Н.О. Потенциальная нефтегазоносность западной части Арктического шельфа России и прогнозные критерии поиска УВ сырья в прибрежной зоне Кольского полуострова // Н.О. Сорохтин, Н.Е. Козлов, В.Н. Глазнев, И.В. Чикирев. – *Вестник МГТУ: труды Мурманского государственного университета*. – 2010. – Т. 13. – № 14/1. – С. 736–750.
16. Анатольева А.И. Главные рубежи эволюции красноцветных формаций / А.И. Анатольева. – Новосибирск: Наука, 1978. – 190 с.
17. Сорохтин О.Г. Жизнь Земли / О.Г. Сорохтин. – М.; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»: Институт компьютерных исследований УдГУ, 2007. – 452 с.
18. Сорохтин Н.О. Нефтегазоносность неопротерозойских осадочных комплексов Тимано-Варангерского пояса / Н.О. Сорохтин, Л.И. Лобковский, Н.Е. Козлов и др. // *Вестник МГТУ*. – 2014. – Т. 17. – № 2. – С. 349–363.