

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНАКОПЛЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ МОСКОВСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА

А.П. Шиловский
ИПНГ РАН, e-mail: ashilovsky08@gmail.com

Территория Московской синеклизы и генетически связанной с ней Мезенской синеклизы в прошлом веке неоднократно являлись объектом для обнаружения залежей углеводородов. Анализ историко-геологических факторов и палеотектонических реконструкций позволил советским и российским ученым (Е.М. Аксенов, А.А. Бакиров, И.О. Брод, Н.Б. Вассоевич, В.А. Дедеев, А.Н. Золотой, С.П. Максимов, М.И. Островский, Б.А. Соколов, В.П. Гаврилов, Н.С. Шатский и др.) дать положительную оценку возможной реализации нефтематеринского потенциала верхнепротерозойских–нижнепалеозойских отложений Московской синеклизы. Интерес к древним толщам Московской синеклизы обосновывался многочисленными нефтегазопоявлениями, отмеченными в данных отложениях в разрезах скважин Нейя, Солигалич, Шарья, ТЭЦ-2, на Урдомской, Толбухинской площадях и других, а также приток легкой нефти из базальных песчаников валдайской серии венда Даниловской площади (рис.1) [1–5].

Однако необходимо заметить, что после первых неудач исследования носили несистемный, спорадический характер, так сказать «по остаточному принципу». До настоящего времени в Московской синеклизе (≈ 800 тыс. км²) пробурено всего чуть больше 100 глубоких скважин. Объем геофизических исследований тоже достаточно ограниченный (МОВ ОГТ 2D достаточно низкого качества покрывает едва ли 10% площади синеклизы). Таким образом, можно констатировать, что сегодня мы имеем достаточно смутное представление даже о строении поверхности кристаллического фундамента территории. Отсутствие положительных результатов на начальной стадии исследований послужило основанием для вынесения заключения о невысоких перспективах нефтегазоносности территории Московской синеклизы. Обосновывают это заключение недостаточной зрелостью потенциальных нефтематеринских отложений и отсутствием ловушек углеводородов в осадочном разрезе, то есть, недостаточными изолирующими свойствами потенциальных пород-покрышек [4]. В связи с этим вероятность обнаружения структурных ловушек углеводородов – весьма низкая. А для обнаружения ловушек углеводородов тектонического типа слишком мала плотность геофизических исследований при ничтожной плотности глубокого опорного бурения.

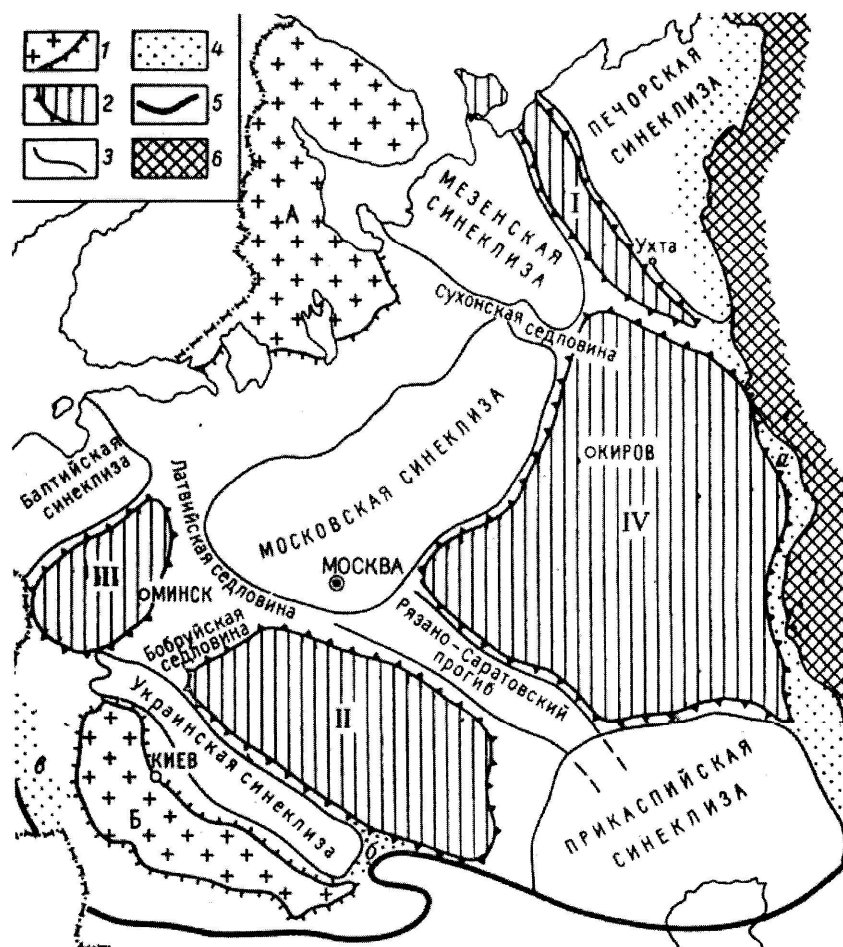


Рис. 1. Схема региональной тектоники Восточно-Европейской платформы [1]: 1 – щиты: А – Балтийский, Б – Украинский, или Азово-Подольский; 2 – региональные поднятия: I – Тиманская гряда, II – Воронежский массив, III – Белорусский массив, IV – Волго-Уральская антеклиза; 3 – границы синеклиз; 4 – передовые прогибы: а – Предуральский, б – Преддонецкий, в – Предкарпатский; 5 – южная граница платформы; 6 – Урал

Изучение фактического материала данных глубокого бурения в ряде скважин дало основание объединить Московскую, Мезенскую синеклизы и Волго-Уральскую антеклизу в единый Московский осадочный бассейн; а также усомниться в объективности вывода об отсутствии ловушек углеводородов в регионе и, соответственно, о низкой перспективе нефтегазоносности территории.

Механизм происхождения углеводородов в осадочной толще Московской синеклизы представляется смешанным: это могут быть углеводороды, имеющие происхождение из нефтематеринской редкинской свиты венда, это могут быть углеводороды, имеющие глубинное происхождение [6], либо углеводороды, возникающие в процессе современного круговорота углерода [7]. Признаки присутствия всех трех источников углеводородов мы можем наблюдать в регионе. Все коллекторы в разрезе

осадочной толщи додевонского возраста демонстрируют признаки присутствия углеводородов, проявляющиеся в виде пленок, примазок, растворенного газа в пластовых водах, в отдельных случаях были отмечены даже притоки углеводородных флюидов. Поэтому основной задачей при оценке перспектив нефтегазоносности региона представляется, прежде всего, обоснование наличия ловушек, в которых эти углеводороды могли накопиться и сформировать залежи. Тем самым, основным поисковым признаком при разведке залежей углеводородов является наличие или отсутствие ловушек того или иного типа.

Выделение в осадочном разрезе Московской синеклизы трапповых формаций венд –нижнедевонского возраста [5], отражающих проявление эндогенных и геодинамических процессов при формировании осадочного чехла, позволило построить геологическую модель региона, вобравшую в себя все имеющиеся геологические данные.

В разрезе осадочной толщи выделяются два тектонических этажа. Нижний представлен трудно коррелируемыми, (из-за периодически происходивших дизъюнктивных нарушений) отложениями протерозоя и нижнего палеозоя (додевонский этаж) и верхний – полого залегающими отложениями более молодого возраста.

Складчатый кристаллический фундамент территории сложен гранито-гнейсами архейского возраста. В постархейское время поверхность архейского фундамента была денудирована, о чем свидетельствует кора выветривания гранито-гнейсов. На сглаженной в результате денудации поверхности фундамента залегают песчаники верхнего рифея; средне- и нижнерифейские отложения отсутствуют. По-видимому, в ранне- и среднерифейское время эта территория была возвышенной и накопление осадков в ее пределах не происходило. Исключительно кварцевый состав и характер распределения верхнерифейских песчаников свидетельствует об отсутствии приуроченности рифейских отложений к узким глубоким впадинам фундамента. Толщина осадочного чехла меняется от 900 до 3000 м. Только в Рязанской, Рослятинской и Павлово-Посадской «аномальных» скважинах бурением была установлена толщина осадочного комплекса около 5000 м. Протерозойские отложения представлены песчаниками рифея и отложениями венда: песчаниками волынской свиты, аргиллитами редкинской и алевролитами поворовской и котлинской свит. Все эти стратотипы характеризуются выдержанностью состава, промыслово-геофизической характеристики и толщины на всей территории. Что касается рифейских отложений, то изучение керн и промыслово-геофизических материалов

позволило заключить, что собственно рифеом является монотонная толща песчаников бурых, кварцевых мелко- и среднезернистых, характеризующаяся высокими значениями кажущегося электрического сопротивления и нейтронной гамма-активности при минимальных значениях естественной гамма-активности. Толщина песчаной толщи колеблется от 200 до 300 м (аномальное увеличение мощности песчаников в отдельных скважинах является следствием удвоения разреза в результате взброса). Эта толща, лишенная фаунистических остатков, относится к верхнему рифею.

Поверхность архейского фундамента сформировалась не в постархейское время, а на протяжении всей геологической истории. Особенно контрастно в пределах синеклизы изменения проявлялись в протерозое и в раннем палеозое.

Появление в разрезе кварц-полевошпатовых разностей песчаника волынской свиты свидетельствует о смене позднерифейского времени нижневендским. Кварц-полевошпатовый песчаник с включениями глауконита может служить репером при корреляции «немых» толщ. Региональным репером служит также пачка черных битуминозных аргиллитов редкинской свиты, перекрывающих песчаники волынской свиты. Темно-серые аргиллиты сменяются пестроцветной толщей, представленной доломитами, кремнями, алевролитами, песчаниками поворовской свиты. Для отложений венда характерно повсеместное присутствие глауконита.

Отложения нижнего палеозоя в пределах осадочного бассейна представлены нижним и верхним отделами кембрия и нижним, средним и верхним отделами ордовика. Ордовикский ярус представлен алевролитами светло-серыми, известняками глинистыми и аргиллитами пестроцветными. Эти отложения присутствуют на западе и в центральных районах синеклизы, где толщина их достигает 500 м, на востоке и северо-востоке они отсутствуют. В карбонатных разностях ордовика в центральной части синеклизы детальной сейсморазведкой и по каротажным диаграммам были выявлены массивные пористые тела, по форме напоминающие коралловые рифы, которые могут сформировать локальные ловушки для формирования залежей углеводородов [8].

К востоку и юго-востоку от скв. Дьяконовская, Гаврилов Ям, Щелковская в разрезах скв. Солигаличская, Рослятинская, Нейская, Непейцинская, Касимовская наблюдается выпадение из разреза почти 500-метровой толщи нижнепалеозойских отложений. Этот факт позволяет сделать вывод о существовании глубинного разлома (рис. 2). По этому глубинному разлому или, скорее всего, системе глубинных разломов,

ориентированных с юго-запада на северо-восток, в силурийское–раннедевонское время (каледонская фаза тектогенеза) произошло смещение блоков пород, в результате которого восточный блок оказался поднятым. Амплитуда смещения составила около 500 м. В раннедевонское время поднятая часть додевонских отложений была размыта. В результате чего в разрезах скважин, пробуренных на востоке синеклизы, нижнепалеозойские отложения отсутствуют.

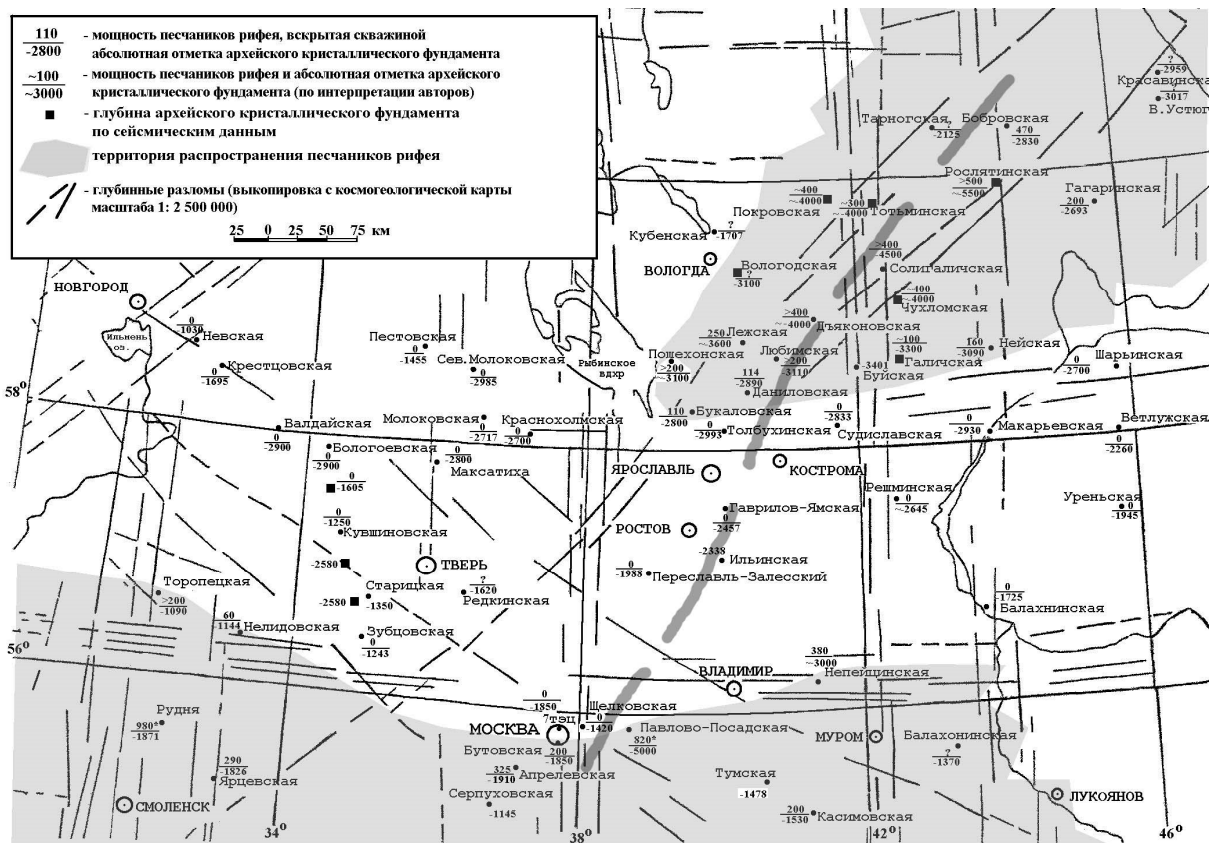


Рис. 2. Распределение песчаников верхнего рифея в Московской синеклизе по данным бурения; пунктиром показана линия, разделяющая территорию Московской синеклизы на восточную и западную зоны

В средней части осадочной толщи на большей части территории наблюдаются трапповые формации среднедевонского возраста, излившиеся на выровненную поверхность либо нижнепалеозойских отложений в центральных и северо-западных частях (западная зона), либо практически на вендские отложения в восточной и юго-восточной частях (восточная зона) (рис. 3, 4). Необходимо отметить, что трапповая формация представляет собой не монолитное однородное тело, а состоит из многочисленных слоев кристаллического вещества, перемежающихся слоями

терригенных отложений толщиной до десятков метров (в том числе и с органическими остатками преимущественно растительного происхождения, если судить по результатам бурения океанического дна [9]), отражающих фазы активизации траппового магматизма в рамках одного этапа тектогенеза.

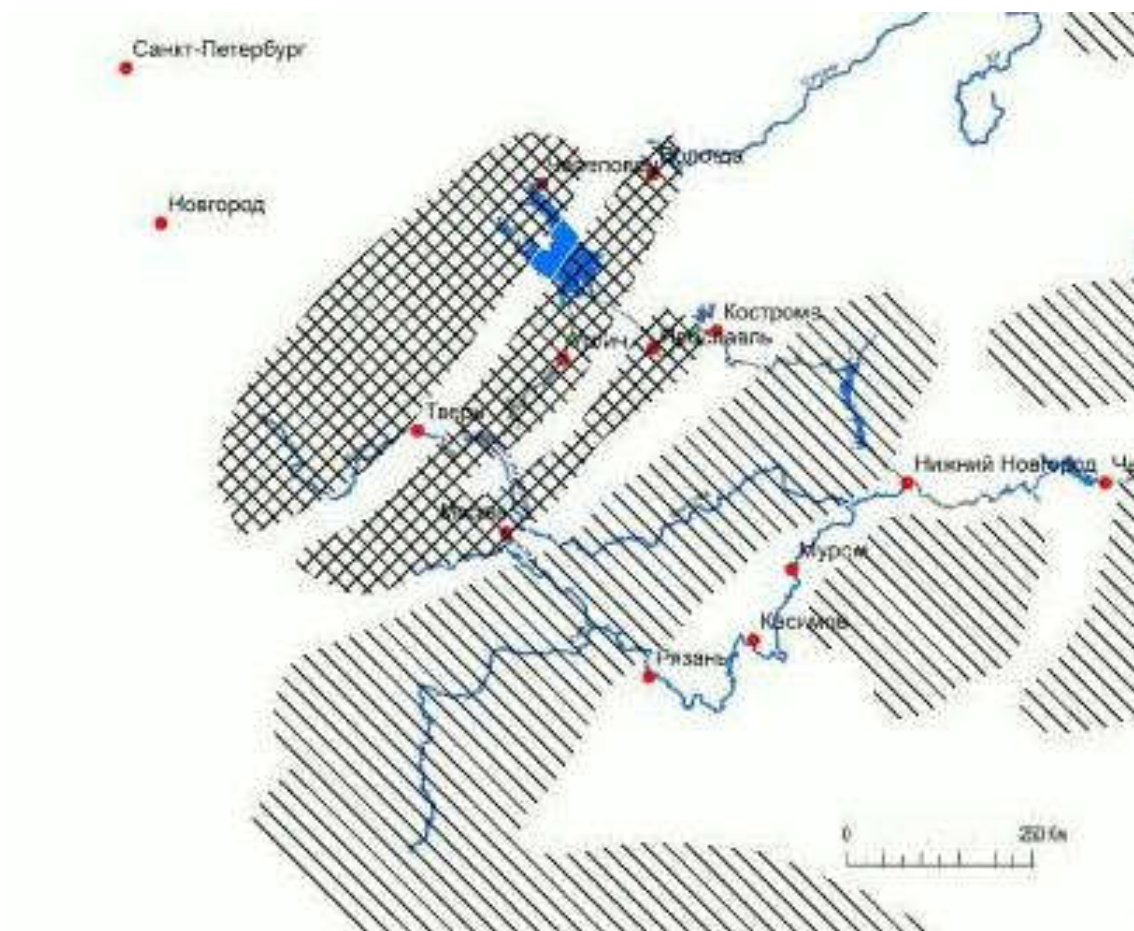


Рис. 3. Распространение трапповых формаций в пределах Московского осадочного бассейна: косой штриховкой выделены зоны распространения трапповых формаций, излившихся практически на вендские отложения; квадратной штриховкой – на отложения нижнепалеозойского возраста

Выше по разрезу монотонно залегают отложения постдевонского возраста – второго тектонического этажа. Эти отложения с точки зрения перспектив нефтегазоносности не представляют практического интереса, так как имеют незначительную толщину (вплоть до выходов на поверхность).

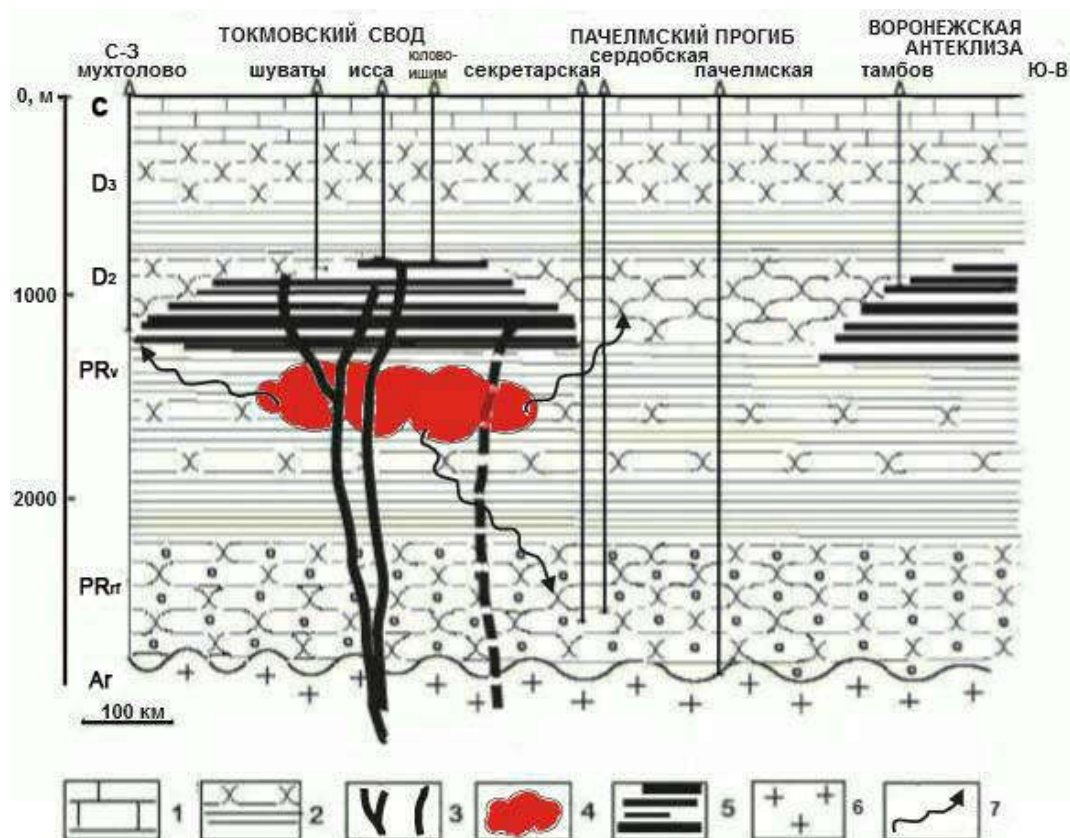


Рис. 4. Пример разреза осадочного чехла Московского осадочного бассейна: 1 – известняки; 2 – фундамент архейского возраста; 3 – каналы поступления магматического вещества в трапповые формации; 4 – возможная зона генерации углеводородов; 5 – трапповые формации; 6 – гранитогнейсовый слой; 7 – пути миграции углеводородов: песчаники, алевролиты и глины

Описанная модель геологического строения принципиально отличается от «авлакогенной» модели, предложенной еще в начале 60-х годов прошлого века Н.С. Шатским, итогом использования которой стал вывод о бесперспективности поисков углеводородов. Предложенная модель позволяет положительно оценить перспективы нефтегазоносности территории и даже выполнить оценку прогнозных ресурсов углеводородного сырья с целью классификации зон нефтегазонакопления Московского осадочного бассейна.

Наличие углеводородов практически во всех верхнепротерозойских–нижнепалеозойских горизонтах-коллекторах сводит задачу оценки величины ресурсов углеводородов территории к оценке емкости обеспеченных надежными покрывками ловушек.

Наиболее выдержанным региональным флюидоупором представляются трапповые формации. За пределами распространения трапповых полей существует возможность существования незначительных локальных тектонически экранированных залежей. Примером последних может служить Даниловская залежь. Но, видимо, для целей оценки углеводородного потенциала территории Московской осадочного бассейна ими можно пренебречь.

Коллекторы представлены следующими горизонтами:

- песчаники рифея – кварцевые песчаники с контактовым цементом, пористость до 5–8%, толщина 200–300 м;
- полимиктовые песчаники волынской свиты венда, пористость 10–12%, толщина порядка 50 м;
- кварц-глауконитовые песчаники кембрийского возраста суммарной толщиной до 100 м, пористость, видимо, тоже можно принять 10–12%.

Циклический характер осадконакопления обеспечил чередование горизонтов повышенной проницаемости с пластами пониженной проницаемости: глинами, аргиллитами и алевролитами, тем самым создавая условия для формирования локализованных ловушек углеводородов.

Площадь территории Московского осадочного бассейна, входящая в «западную зону», составляет примерно 170 тыс. км², а, входящая в «восточную зону» – примерно 310 тыс. км². Таким образом, территория, которая была охвачена трапповым магматизмом в нижнедевонское время, составляет более половины всей территории осадочного бассейна.

Оценки геологических ресурсов углеводородов, сделанные на основании объемного подсчета, произведены при 10% и 1% вероятности образования залежей углеводородов. В первом случае для «западной зоны» плотность геологических ресурсов углеводородов составляет 0,6 млн т/км², для «восточной зоны» – 0,4 млн т/км²; при вероятности 1%, соответственно, 0,06 млн т/км² для «западной зоны» и 0,04 млн т/км² для «восточной зоны» (рис. 5).

Таким образом, можно констатировать, что перспективы нефтегазоносности территории Московского осадочного бассейна вполне сопоставимы с таким регионом как Ханты-Мансийский АО [10], являющимся по всем показателям лидирующим нефтегазоносным регионом страны.

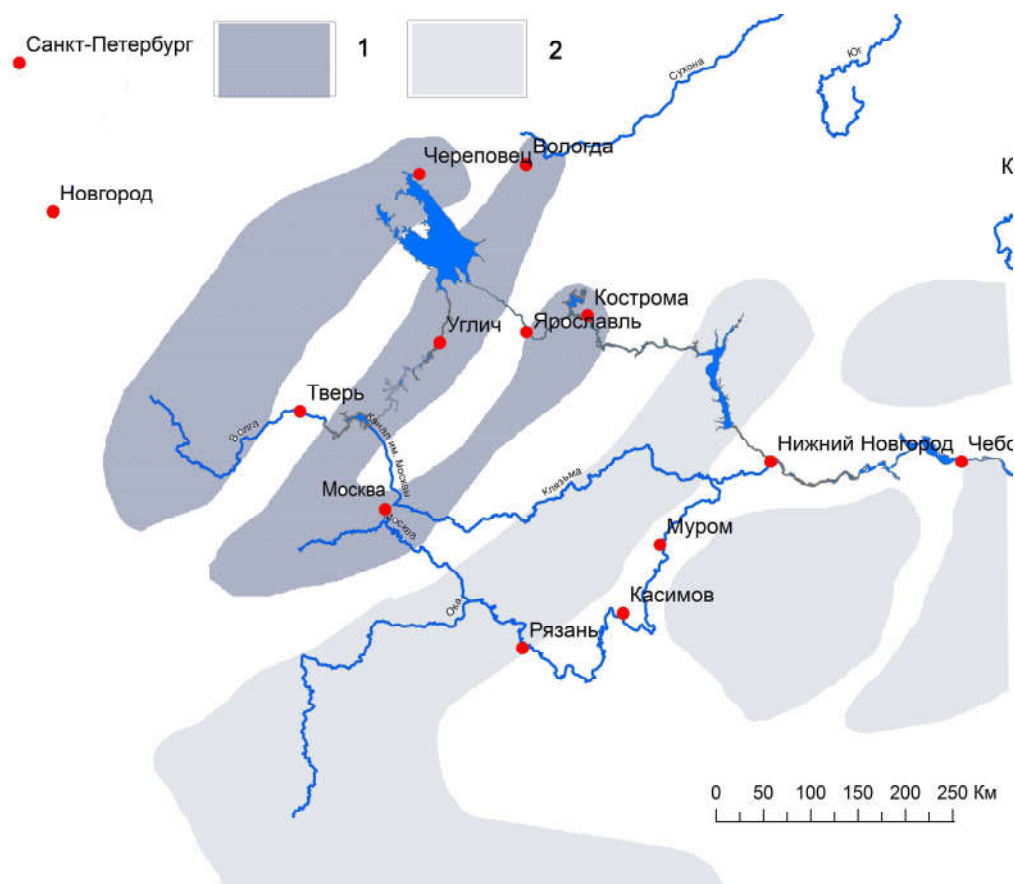


Рис. 5. Схема плотности геологических ресурсов углеводородов на территории Московского осадочного бассейна: 1 – 0,6/0,06 млн т/км²; 2 – 0,4/0,04 млн т/км² (при вероятностях образования залежей углеводородов 10%/1%)

Статья написана в рамках выполнения государственного задания (тема «Фундаментальные проблемы геологии, геохимии и гидрогеологии нефтегазоносных осадочных бассейнов. Обоснование значимых факторов эффективного прогноза крупных скоплений УВ в неструктурных условиях», № АААА-А16-116022510269-5).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилов В.П., Дворецкий П.И., Дунаев В.П. и др. Геология и нефтегазоносность Московской и Мезенской синеклиз. М.: Недра, 2000. 144 с.
2. Ермолкин В.И., Голованова С.И., Филин А.С. Аспекты прогноза нефтегазоносности верхнепротерозойских – нижнепалеозойских отложений Московской синеклизы // Геология нефти и газа. 1993. № 6. С. 12–17.
3. Орлов В.П., Мазур В.Б., Федоров Д.Л. и др. Геология и оценка нефтегазоносности Московской синеклизы // Обзорная информация МПР РФ. М., 1998. Вып. 5. 55 с.

4. *Шиловская Т.И., Шиловский А.П.* Неразведанные запасы углеводородов на Восточно-Европейской платформе // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2010. № 9. С. 11–18.
5. *Шиловский А.П., Шиловская Т.И.* Неразведанные запасы углеводородов: Недра Московско-Мезенского осадочного бассейна. Saarbrücken, Deutschland: Palmarium Academic Publishing, 2012. 92 с.
6. *Валяев Б.М.* Углеводородная дегазация Земли: масштабы и роль в нефтегазоаккумуляции // Геология нефти и газа. 1994. № 9. С. 38–42.
7. *Баренбаум А.А., Шиловская Т.И., Шиловский А.П.* Девонские траппы и их роль в формировании ловушек углеводородов как новый нефтегазопромысловый объект Татарстана // Междунар. конф. «Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды; нефть и газ; углеводороды и жизнь»: Сб. тр. М.: ГЕОС, 2010. С. 59–62.
8. *Шиловская Т.И., Шиловский А.П.* Рифогенные постройки в отложениях верхнего ордовика Московской синеклизы // Материалы II Всерос. совещ. «Литология и нефтегазоносность карбонатных отложений». Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 244–245.
9. *Блюман Б.А.* Коры выветривания в Мировом океане. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. 280 с.
10. *Торопов С.В.* Картирование плотности прогнозных ресурсов углеводородов [Электронный ресурс] // Вестник Недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. 2003. № 11. – Режим доступа: <http://www.oilnews.ru/11-11/kartirovanie-plotnosti-prognoznnyh-resursov-uglevodorodov/> (Дата обращения 24.05.2018).