

ДОКЛАДЫ УЧЁНЫХ И УЧАЩИХСЯ УНИВЕРСИТЕТОВ БЕЛАРУСИ

УДК 551.553(476)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОЛЕДЕНЕНИЙ НА УСЛОВИЯ МИГРАЦИИ МАНТИЙНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ

В. Н. Губин

Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики,
пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь; vngubin@mail.ru

В плейстоценовую эпоху под воздействием ледниковых нагрузок резко увеличивалось геостатическое давление в осадочной толще, оказавшее влияние на восходящую вертикальную миграцию мантийных углеводородов в направлении движения ледяных масс и образование залежей нефти. С гляциотектонических позиций наиболее перспективными в нефтеносном отношении являются участки осадочных бассейнов, покрывавшиеся несколькими оледенениями.

Ключевые слова: плейстоценовые оледенения; глубинные разломы; мантийные углеводороды; осадочные бассейны; залежи нефти; запад Русской плиты; Беларусь.

In the pleistocene epoch, geostatic pressure in the sedimentary column sharply increased under the influence of glacial loads, which influenced the upward vertical migration of mantle hydrocarbons in the direction of movement of ice masses and the formation of oil deposits. From the glaciotectonic point of view, the areas of sedimentary basins covered by several glaciations are the most promising in oil-bearing terms.

Keywords: pleistocene glaciations; deep faults; mantle hydrocarbons; sedimentary basins; oil deposits; west of the Russian Plate; Belarus.

Неорганическое направление нефтяной геологии в настоящее время имеет важное научно-практическое значение при прогнозе нефтегазоносности осадочных бассейнов древних платформ. Методология абиогенного генезиса нефти основана на главных теоретических положениях учения Н. А. Кудрявцева [4] о ведущей роли вертикальной миграции глубинных потоков углеводородных (УВ) флюидов из верхней мантии в образовании нефтегазовых месторождений. Результаты палеогеодинамических реконструкций нефтегазоносных областей свидетельствуют о том, что значительное влияние на условия миграции мантийных УВ оказывает новейшая геодинамика. Масштабы разгрузки глубинных УВ и формирование залежей нефти в осадочном чехле и кристаллическом фундаменте определяют, прежде всего, повышенные значения амплитуд неотектонических деформаций и высоких значений современных вертикальных движений земной коры [3, 8], а также гляциотектонические процессы, обусловленные ледниковыми покровами в плейстоценовую эпоху эволюции Земли [2, 3, 6].

Под влиянием ледниковых нагрузок происходила восходящая вертикальная миграция мантийных УВ, резко увеличивалось геостатическое давление в осадочной толще, что приводило к отжатию флюидов из горных пород и перемещению пластовых вод и УВ в направлении движения ледяных масс. Ширина зон влияния ледников на процессы миграции и аккумуляции УВ возможно достигала от нескольких десятков до первых сотен километров. На стадии деградации оледенений и снятия ледниковой нагрузки заметно активизировались гляциоизостатические движения, оказавшие также влияние на формирование зон нефтегазонакопления.

На западе Русской плиты в пределах Беларуси располагаются три осадочных бассейна: Припятский, Оршанский и Подляско-Брестский. По состоянию на 1 января 2021 г. в При-

пятском прогибе открыто 90 месторождений нефти. Нефтегазоносность Оршанской и Подляско-Брестской впадин к настоящему времени слабо изучена сейсморазведкой и буровыми работами.

В плейстоцене территория Беларуси неоднократно охватывалась древнематериковыми оледенениями, приходившими со стороны Фенноскандии. При этом припятский ледник полностью перекрыл рассматриваемый регион, наревский и березинский – его большую часть, и лишь поозёрское оледенение занимало север Беларуси. Длительность ледниковых эпох составляла около 100 тыс. лет, при общей продолжительности четвертичного периода 2,6 млн лет. За этот короткий, с геологических позиций временной интервал, гляциодинамические процессы, вызванные развитием древнеледниковых покровов, привели к заметному увеличению абсолютных высот рельефа земной поверхности и усилению контрастов геоморфологических форм. Оледенения способствовали активизации мантийных разломов и тем самым влияли на процессы миграции и аккумуляции УВ в Припятском прогибе, Оршанской и Подляско-Брестской впадинах. С гляциотектонических позиций наиболее перспективными в нефтеносном отношении являются участки осадочных бассейнов, покрывавшиеся несколькими оледенениями.

При проведении гляциотектонических реконструкций в пределах запада Русской плиты и установлении закономерностей формирования нефтяных залежей под воздействием покровных оледенений важную роль играют методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса [1, 3]. В ходе космогляциотектонического картирования устанавливаются гляциодислокации в отложениях квартера, которые дешифрируются на космических снимках (КС) по дугообразной форме в плане и приуроченности к системам ледниковых ложбин. Дуговидные цепи напорных конечных морен образуют языковые комплексы шириной внешних дуг около 15–30 км. В свою очередь, сближенные гляциотектонические формы группируются в более массивные краевые пояса. Наиболее отчётливо на КС отражаются пространственные гляциодинамические закономерности последнего поозёрского ледника, проникавшего на территорию северо-востока Оршанской впадины.

В Припятском прогибе на основе комплексной интерпретации материалов глубинных сейсмических исследований и данных ДЗЗ с учётом гляциотектонических критериев устанавливаются листрические разломы мантийного заложения, отличающиеся высокими амплитудами неотектонических движений. Глубинные разломы, выраженные на КС в виде систем линеаментов и гляцигенных форм современного рельефа, контролируют как известные зоны нефтегазонакопления, месторождения нефти, так и перспективные на залежи УВ участки. Существенное влияние на новейшую активизацию мантийных разломов, миграцию УВ-флюидов и формирование залежей нефти в рассматриваемом осадочном бассейне оказывали наревский, березинский и припятский древнеледниковые покровы. Максимальная мощность припятского ледника здесь достигала 1–1,5 км [6].

На территории Припятского осадочного бассейна в результате гляциотектонического воздействия на земную кору активизировались мантийные разломы, являющиеся каналами разгрузки УВ-флюидов, пополнялись существующие нефтегазоносные зоны и возникали новые залежи нефти, особенно по периферии, или дистальной области ледниковых покровов. После деградации ледников территория Припятского прогиба интенсивно воздымалась, оказывая тем самым воздействие на зоны нефтегазонакопления.

Гляциотектонические процессы оказали влияние на генерацию УВ и образование залежей нефти, прежде всего в Северной зоне тектонических ступеней Припятского прогиба. Так, граница максимального распространения наревского оледенения тяготеет к северо-западному сегменту Речицко-Вишанской зоны нефтегазонакопления, которая включает наибольшее количество месторождений и содержит основные разведанные запасы нефти в Припятском прогибе. Нефтяные залежи в этой зоне тектонически экранированы с юга по Речицко-Вишанскому мантийному разлому. Ловушки УВ в их пределах контролируются преимущест-

венно блоковыми структурами в подсолевом нефтеносном комплексе, антиклиналями, прилегающими к разломам, а также блоками в межсолевом комплексе верхнедевонских отложений. По периферии наревского ледникового покрова располагаются Восточно-Дроздовское, Борисовское и Вишанское месторождения нефти.

При космогляциотектоническом картировании Внутреннего грабена Припятского прогиба обращено внимание на нефтеперспективные участки, расположенные в дистальной полосе березинского ледникового покрова в зоне новейшей активизации Микашевичского глубинного разлома (рис. 1). Конфигурация краевой зоны березинского ледника согласуется с Туровской депрессией Припятского прогиба. В связи со слабой геолого-геофизической изученностью этой территории актуальна проблема оценки перспектив её нефтеносности на основе комплексирования данных ДЗЗ и сейсмических методов.

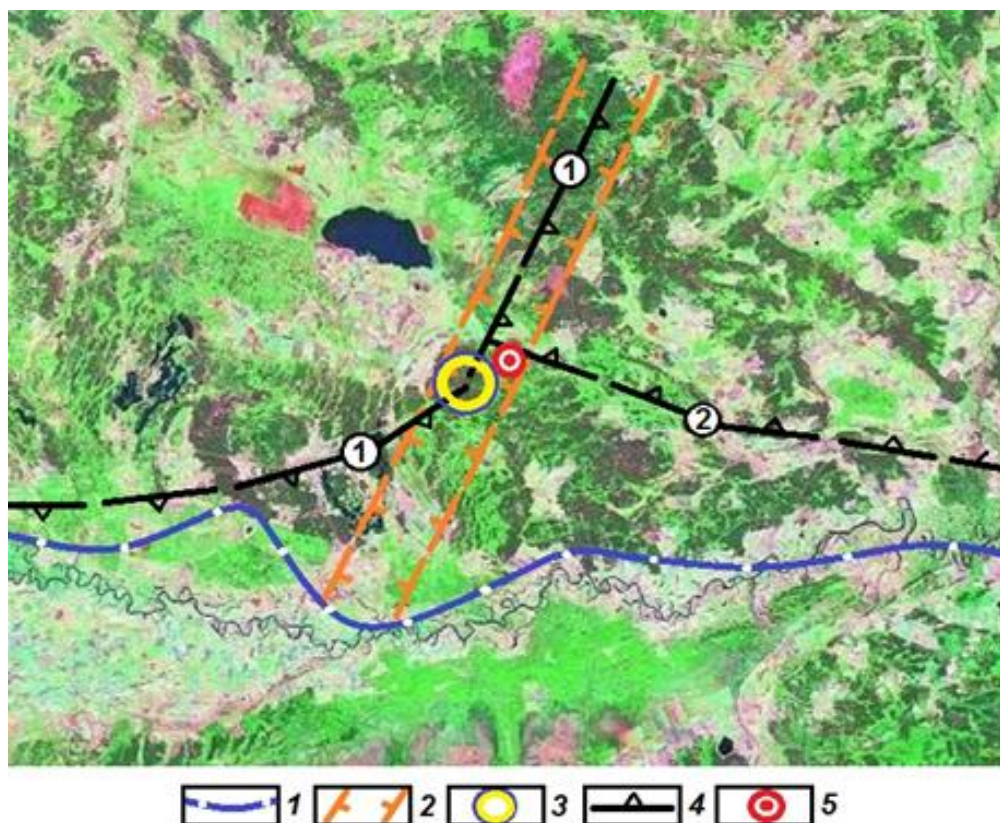


Рисунок 1 – Космогляциотектоническая схема зоны новейшей активизации Микашевичского мантийного разлома

1 – граница максимального распространения березинского ледникового покрова в плейстоценовую эпоху, 2 – ледниковая ложбина, 3 – Белевский камовый массив, 4 – мантийные региональные разломы (цифры в кружках): 1 – Микашевичский, 2 – Шестовичско-Гостовский, 5 – Селютичская нефтеперспективная структура.

Микашевичский листрический разлом мантийного заложения активно проявился в позднеолигоцен-четвертичное время. Суммарные амплитуды неотектонических движений в его зоне составляют 100–120 м. Новейшие сдвиговые деформации глубинного разлома отражаются в современном рельефе и на КС резким горизонтальным изгибом долины р. Случь на участке её впадения в р. Припять. Достаточно высокая активизация Микашевичского разлома в плейстоценовый период определяла магистральное направление краевого языкового комплекса березинского ледникового покрова.

В зоне Микашевичского мантийного разлома на земной поверхности располагается Белевский камовый массив диаметром около 6 км (рис. 1). Куполообразная форма современного

рельефа с относительной высотой порядка 50 м осложнена системами песчаных гряд. По поверхности дочетвертичных отложений кольцевому каму соответствует поднятие, обусловленное положительным характером неотектонических движений. Новейшая активизация Микашевичского разлома способствовала формированию зон интенсивной трещиноватости в консолидированной части земной коры и платформенном чехле, а также в структуре ледяных масс березинского и припятского оледенений. По мнению А. С. Лаврова [5], в таких зонах создавались условия для энергичной циркуляции внутриледниковых вод – основного фактора камообразования. С этой точки зрения Белевский камовый массив можно рассматривать как форму рельефа, которая образовалась в результате воздействия на песчано-гравийные толщи как гляцигенных, так и неотектонических деформаций, что подчёркивает новейшую активность данного участка земной коры.

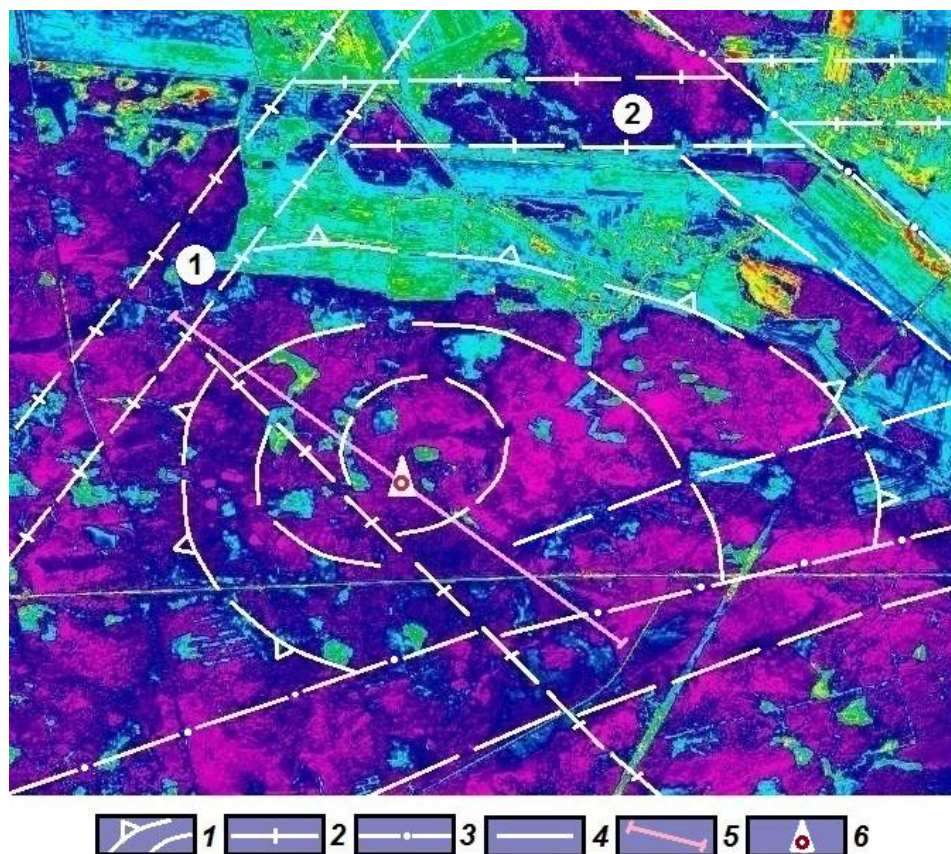


Рисунок 2 – Космоструктурная схема Селютической нефтеперспективной структуры
 1 – дугообразные линеементы локальной кольцевой структуры; 2 – линеементы в зонах новейшей активизации региональных разломов (цифры в кружках): 1 – Микашевичского, 2 – Шестовичско-Гостовского; 3, 4 – линеементы, отражающие локальные разломы (3) и зоны повышенной трещиноватости платформенного чехла (4); 5 – линия геологического разреза по данным сейсмического зондирования; 6 – проектная скважина.

С неотектонически активным Микашевичским разломом связаны перспективы нефтеносности Внутреннего грабена Припятского прогиба. С востока к мантийному разлому прирывает Селютическая нефтеперспективная структура (рис. 1–3), выделенная в подсолевом комплексе верхнего девона по данным сейсморазведки и уверенно прослеживаемая на КС в виде локального кольцевого объекта. Селютическая структура представлена в виде полуантиклинального поднятия, ограниченного разрывными нарушениями. В результате бурения скважин в пределах Селютической структуры в разрезе подсолевых карбонатных отложений (семилукский горизонт) выделены породы-коллекторы, представленные трещиновато-

кавернозными доломитами с нефтепроявлениями. С целью поисков залежей УВ в подсолевом комплексе Селютической структуры необходимо с учётом результатов глубинного сейсмического зондирования и структурного дешифрирования КС заложить поисковую скважину с проектной глубиной 2,3 км до вскрытия пород кристаллического фундамента.

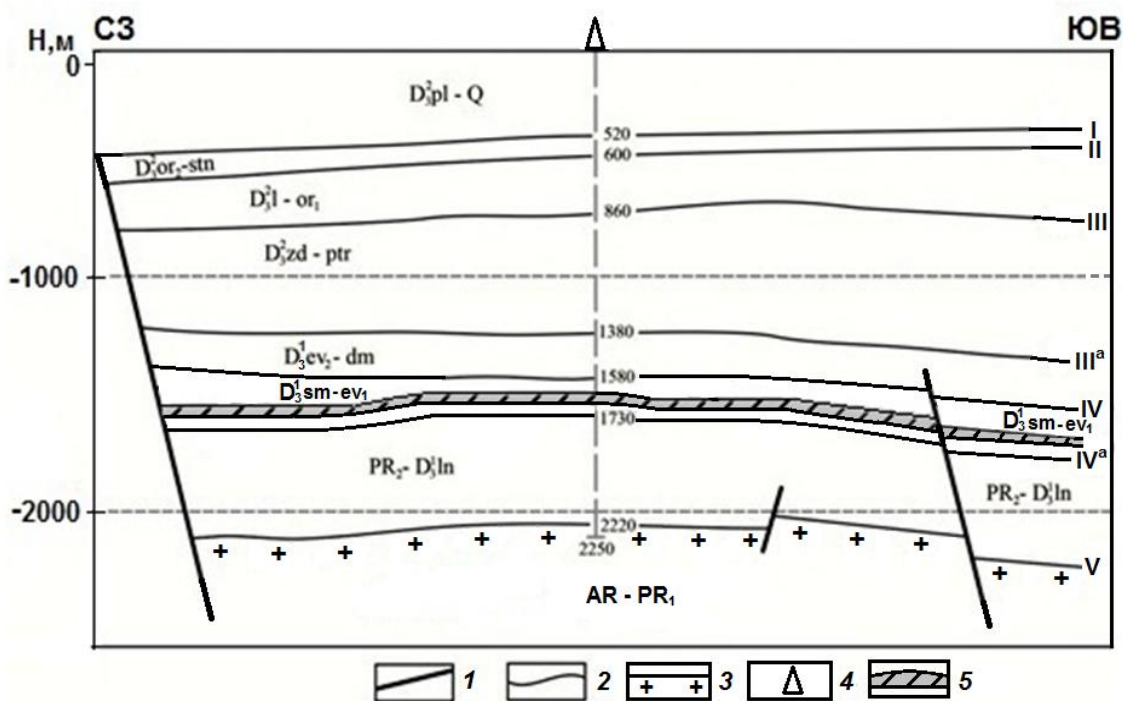


Рисунок 3 – Селютическая нефтеперспективная структура

Геологический разрез по данным сейсмического зондирования: 1 – дизъюнктивные нарушения, 2 – стратиграфические границы по отражающим горизонтам I–V, 3 – поверхность кристаллического фундамента, 4 – проектная скважина, 5 – прогнозируемые залежи нефти.

На северо-востоке Оршанской впадины краевые гляциотектонические комплексы поозёрского оледенения в плане образуют крупный дуговидный выступ шириной до 100 км и протяжённостью порядка 150–170 км. Его формирование связано с развитием витебской ледниковой лопасти, в центральной части которой располагается ореховский краевой гляциокомплекс шириной в несколько десятков километров и протяжённостью 40–50 км, отчётливо выраженный на КС. В рассматриваемом регионе дешифрируемая полоса фронтальных ледниковых комплексов имеет отклонения в пределах 15–25 км от проведённой ранее границы максимального распространения поозёрского ледника.

Гляциотектонический фактор возможно влиял на условия формирования залежей УВ в пределах Оршанской впадины. Благодаря ледниковым нагрузкам УВ-флюиды устремлялись по разломам, трещинным зонам и другим нарушениям вверх, достигая осадочного чехла, а также формировались структуры, благоприятные для экранирования нефтяных залежей. Основные перспективы нефтегазоносности рассматриваемого осадочного бассейна могут быть связаны с мощными терригенными толщами рифея и венда, которые являются хорошими коллекторами и образуют практически единую проницаемую часть резервуара. Залежи нефти, по-видимому, располагаются в пределах тектонически экранированных ловушек и локальных поднятий, образующих возможные зоны нефтегазонакопления [7]. Однако слабая изученность нижних структурных комплексов платформенного чехла Оршанской впадины единичными сейсмическими профилями и отдельными скважинами не позволяет в настоящее время оценить перспективы её нефтегазоносности. Периферическая полоса поозёрского оле-

денения, включая ореховский краевой ледниковый комплекс, тяготеет к Витебской мульде, наиболее погружённой северо-восточной части Оршанской впадины. Она представляет собой изометричную структуру субмеридионального простирания длиной её около 100 км и шириной 70–80 км. Максимальная величина погружения кристаллического фундамента в осевой части мульды достигает абсолютной отметки –1672 м (скв. Рудня). В центральной части Витебской мульды располагается Богушевское локальное поднятие субмеридионального простирания, которое может служить зоной нефтегазонакопления. В его своде пробурена скв. 2 Лиозно, вскрывшая поверхность фундамента на отметке –1470 м. Образования зон накопления УВ в Витебской мульде Оршанской впадины могут быть связаны с гляциоизостатическим воздыманием территории в дистальной зоне поозёрского ледника. Дешифровочными критериями рассматриваемых гляциодеформаций на КС служат разрывы рек на потоки, текущие в противоположных направлениях, изменения в ориентировке водотоков, подпруживание рек и образование озёр. Инверсия речного стока отчётливо диагностируется на КС в пределах внешнего края витебской ледниковой лопасти. Здесь многие реки, принадлежащие бассейнам Днепра и Западной Двины, имеют уплощённые водоразделы с относительными превышениями рельефа около 10–20 м, а сама водораздельная линия близка к границе последнего ледника. Проблема формирования ресурсов УВ в осадочных бассейнах древних платформ под воздействием плейстоценовых оледенений довольно сложна и требует синтеза комплекса геодинамических факторов, определявших вертикальную миграцию УВ-флюидов, особенности образования и переформирование нефтяных залежей. Проявления гляциотектоники следует учитывать при выделении перспективных площадей нефтегазонакопления в пределах запада Русской плиты, прежде всего, во Внутреннем грабене Припятского прогиба и в наиболее погружённой северо-восточной части Оршанской впадины на основе комплексирования данных ДЗЗ из космоса и геолого-геофизических методов. Космогляциотектоническое картирование приобретает особую актуальность при региональной оценке нефтегазонаосности и обосновании дальнейших поисковых работ на нефть в осадочных бассейнах, охватывавшихся древнематериковыми оледенениями.

Библиографические ссылки

1. Айзберг Р. Е., Губин В. Н., Климович И. В., Старчик Т. А. Палеогеодинамические реконструкции платформенных бассейнов: методические аспекты. Минск : БелНИГРИ, 1991.
2. Былинский Е. Н. Валообразные гляциоизостатические поднятия литосферы и их возможное воздействие на расположение залежей нефти и газа на севере Европы // Геоморфология. 1990. № 4. С. 3–13.
3. Губин В. Н. Новейшая активность и флюидодинамика глубинных разломов Припятского прогиба // Вестн. БГУ. Сер. 2. 2016. № 3. С. 113–117.
4. Кудрявцев Н. А. Генезис нефти и газа. Л. : Недра, 1973.
5. Лавров А. С. Некоторые типы камовых образований южной краевой зоны Баренцевоморского ледника // Строеие и формирование камов. Таллин, 1978. С. 53–61.
6. Левков Э. А. Гляциотектоника. Минск : Наука и техника, 1980.
7. Познякевич З. Л., Айзберг Р. Е., Синичка А. М. Оршанская впадина. Региональная оценка перспектив нефтегазонаосности // Геология и нефтегазонаосность запада Восточно-Европейской платформы. Минск : Беларус. наука, 1997. С. 368–374.
8. Тимурзиев А. И. Прогнозирование нефтегазонаосности на основе связей физических полей с новейшими структурами земной коры // Геология нефти и газа. 2004. № 4. С. 39–51.