

РОЛЬ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ НАДСОЛЕВОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

Инна Владимировна Быстрова¹,
bystrova1948@list.ru
Татьяна Сергеевна Смирнова¹,
tatyana.smirnova@asu.edu.ru
Динара Абдулаевна Бычков¹,
serebryakov-74@mail.ru
Макар Сергеевич Мелихов²
mail: mr.m_m_s@mail.ru

¹Астраханский государственный университет
Россия, Астрахань

²Российский государственный университет нефти и газа
(Национальный исследовательский университет) им. И. М.
Губкина
Россия, Москва

Актуальность работы. Северо-Западный Прикаспий относится к числу районов с высокой степенью ресурсности нефти и газа. Открытие в последние десятилетия ряда месторождений углеводородов является важным фактором, подтверждающим перспективность данной территории в нефтегазовом отношении. Показана актуальность применения новых методов исследования с целью открытия месторождений углеводородов, в частности – палеонтологического. Изучение органического мира на эволюционной основе и с учетом региональных особенностей палеотектонического развития позволяют на научном уровне обосновать перспективы нефтегазоносности Северо-Западного Прикаспия. Для этих целей необходимо определить доминантные составляющие органического мира от бактерий до высокоорганизованных организмов, которые развивались на протяжении всего геологического времени. В связи с этим необходимо развивать и выявлять диалектическое единство между палеотектоникой и палеонтологией, что позволит выявить закономерности формирования и размещения месторождений нефти и газа.

Целью исследования является научное обоснование перспектив нефтегазоносности и повышения прогноза мезозойского комплекса Северо-Западного Прикаспия с учетом влияния палеотектонического и палеонтологического факторов.

Методология изучения. Изучение размещения месторождений нефти и газа на основе выявления роли палеонтологического метода при определении нефтегазоносности данного района. Анализ материала, содержащего ископаемые остатки вымерших организмов.

Результаты. Авторами проводились многолетние палеотектонические исследования на территории Северо-Западного Прикаспия, что позволило выявить ряд антиклинальных поднятий на локальном и региональном уровне. В 1976 г. на одном из таких поднятий (Астраханский свод) было открыто уникальное по флюидалному составу и крупнейшее по размерам Астраханское серогазоконденсатное месторождение. Это подтвердило перспективность данной территории в нефтегазовом отношении. Авторами дается анализ сложного процесса образования углеводородов и их залежей. Выявлены основные причины и закономерности, определяющие концентрацию ОВ в осадках. Определено, что более высокие концентрации присущи породам глинистого состава. Для субаквальных осадков характерны сапропелевые разности органического вещества. Их накопление происходит в условиях максимальной изоляции от влияния суши. В результате проведенных работ были отобраны образцы горных пород (керновый материал), обработка которого проводилась на базе Нижне-Волжского научно-исследовательского института геологии и геофизики в г. Саратове. Определялось наличие органических остатков и степени их сохранности. Именно эти показатели являются хорошими индикаторами условий осадконакопления и могут быть использованы при поисках месторождений нефти и газа.

Выводы. Многолетние исследования Северо-Западного Прикаспия на основе палеотектонического анализа и использование результатов палеонтологических исследований на стадии выявления и подготовки объектов под поисковое бурение позволяют не только изучить процессы формирования ловушек и приуроченных к ним залежей углеводородов, но и в конечном итоге оценить перспективы нефтегазоносности.

Ключевые слова: палеотектоника; палеонтология; Северо-Западный Прикаспий; углеводороды; органическое вещество; биосфера; нефтегазоносность; шельфовая зона; прибрежная зона.

Введение
Россия обладает крупнейшими запасами углеводородного сырья (УВ), которое является основным резервом развития топливно-энергетического комплекса государства. Северо-Западный Прикаспий входит в число ведущих районов по наличию уникальных месторождений нефти и газа нашей страны.

Современный уровень знаний и анализ многочисленных фактических данных по геологии, тектонике и особенностям палеотектонического развития с учетом палеонтологических сведений, основанных на эволюционном развитии органического мира, позволяют более объективно обосновать перспективы нефтегазоносности исследуемого региона [18, 20].

Теоретическое обоснование поисков залежей углеводородов (УВ) в надсолевых отложениях данной территории на основе палеонтологического анализа дает возможность выявить на региональном и локальном уровнях структуры, перспективные в нефтегазовом отношении, что в значительной степени расширяет научные представления об этапах формирования и сохранности месторождений углеводородов в нефтегазовых комплексах мезозоя и позволяет на более высоком научно-методическом уровне выделить наиболее перспективные участки.

Территория Северо-Западного Прикаспия характеризуется широким стратиграфическим диапазоном нефтегазоносности (от девона до плиоценовых отложений). В надсолевом комплексе отложений выявлены ряд месторождений и залежей УВ, а также отмечались нефтегазопроявления на многих площадях (табл. 1) [1–3]. В поисковом бурении находилось более 30 площадей. В отложениях триаса, юры и мела были выявлены нефтяные, газоконденсатные и газовые месторождения, в основном небольшие по запасам. Большинство из них залегают на глубинах от 720 до 2800 м и приурочены к ловушкам антиклинального типа, а также к ловушкам примыкания к склону соли (тектонически экранированный тип). Залежи пластовые, тектонически и литологически ограниченные. Средние мощности отдельных пластов изменяются от 1,5 до 15 м. Состав коллекторов представлен, как правило, терригенными породами порового типа, реже карбонатными трещинно-поровыми. Пористость данных пород изменяется в пределах от 13 до 29 %, а нефтегазонасыщенность – от 55 до 77 %. Термобарические условия находятся в зависимости от глубин залегания залежи. Выявленные в характеризуемом разрезе месторождения приурочены к мезозойским отложениям, которые, по мнению ведущих уче-

ных-геологов и экономистов, являются основной базой для формирования нефтегазовой отрасли (табл. 2, рис. 1).

Небольшие глубины залегания продуктивных горизонтов, доказанная региональная нефтегазоносность, современное состояние рынка УВ сырья определяют рентабельность разработки даже небольших месторождений и позволяют по-новому оценить перспективы нефтегазоносности надсолевого комплекса Северо-Западного Прикаспия.

Существенную роль в генерации и накоплении УВ играют многочисленные геологические факторы (тектонические, палеотектонические, литолого-стратиграфические, палеонтологические, геохимические, термобарические и др.). Каждый из них в той или иной степени оказывает в конечном счете влияние на формирование и сохранение залежей УВ, а также на их размещение.

Результаты

Результаты палеотектонических реконструкций Северо-Западного Прикаспия [3–6] направлены на разведку структур, перспективных в нефтегазоносном отношении, как на суше, так и в шельфовой зоне Каспия. Использование этих исследований позволяет более целенаправленно выявлять тектонические структуры, являющиеся перспективными в нефтегазоносном отношении, и более достоверно проводить прогнозные оценки данного региона.

Результаты палеонтологического анализа на основе изучения истории развития структур подтверждают наличие или отсутствия углеводородов. Практикой доказано, что размещение месторождений нефти и газа теснейшим образом связано с особенностями их биогенного генезиса. Отмечаем, что в процессе литогенеза, начиная от накопления первичного осадка и захоронения в нем органического вещества и до аккумуляции углеводородов в породах коллекторах, происходит формирование залежей и месторождений [7–10]. Важнейшим условием познания закономерностей формирования и распространения залежей различного типа обусловлено существующей связью с тектогенезом и накоплением органогенных осадков.

Длительный и сложный процесс образования углеводородов и их залежей требует, прежде всего, наличия исходного органического вещества (ОВ). На современном этапе изучения особенностей развития нефтегазовой отрасли необходимо выявлять основные причины и закономерности, определяющие концентрацию ОВ в осадках, к которым относятся:

- 1) размеры биомассы живого вещества в сфере накопления данного осадка – на поверхности грунта и в слое покрывающей его воды;
- 2) интенсивность процессов разложения органического вещества, выражением которой может служить коэффициент фоссилизации (отношение количества захороняющегося органического вещества к величине суммарной его продукции);
- 3) соотношение между притоком в осадок органического вещества и поступлением в него минеральных компонентов;
- 4) активность процессов механического переноса органического детрита из одних фациальных обстановок в другие;
- 5) локальные перемещения подвижных компонентов органического вещества в уплотняющемся осадке раннего диагенеза.

Таким образом, распределение исходного для нефтегазообразования органического вещества в осадках непосредственно связано с условиями их накопления [11, 12]. Установлено, что более высокие концентрации присущи породам глинистого состава. Для субаквальных осадков характерны сапропелевые разности органического вещества. Их накопление происходит в условиях максимальной изоляции от влияния суши.

В шельфовой зоне, где формируются оптимальные условия для развития органической жизни, создаются условия для аккумуляции углеводородов.

В. И. Вернадский в своих научных работах [13], посвященных развитию естествознания и учения о нефти и газе, отмечает значительную геологическую роль организмов в процессе образования нефти и газа. Он считал, что живые организмы – это могучая геологическая сила. «На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а поэтому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом». Химические элементы, очутившись в живом организме, попадают в особую среду, «аналогично которой они не находят нигде в другом месте на нашей планете». Такая оценка роли живых организмов позволяет верно подойти как к проблеме образования нефти, так и к процессам формирования ее залежей. Вот почему палеотектонический анализ далекого прошлого необходимо связывать с особенностями распространения жизни на Земле.

Все организмы делятся на автотрофные, которые в своем питании независимы от других организмов, и гетеротрофные, питающиеся органическими соединениями, созданными другими живыми организмами. Автотрофные организмы в отличие от гетеротрофных развиваются целиком из веществ «мертвой» природы. Основными химическими элементами являются азот, кислород, углерод и водород, которые за счет минеральных веществ образуют главную массу их состава.

Среди автотрофных организмов особое положение занимают две резко отличающиеся друг от друга группы – это зеленые хлорофильные организмы растений и быстро размножающиеся бактерии. Хлорофильные организмы, включающие зеленый планктон морей и океанов, являются главным механизмом биосферы. Путем фотосинтеза создаются химические тела, аккумулирующие лучистую энергию Солнца. Бактерии, широко распространенные в водоемах и их осадках, обладают геохимической энергией, в десятки и сотни раз превышающей ту же энергию растений [13].

Одной из важнейших особенностей автотрофных бактерий является их повсеместное распространение. Однако отсутствие их больших скоплений связано с особыми условиями питания. Они получают нужную для жизни энергию, окисляя соединения азота, серы, железа, марганца и углерода. Эти соединения обычно в той или иной степени бывают уже окисленными, в связи с чем количество пищи для бактерий весьма ограничено. В природе существует равновесие между бактериями, восстанавливающими сульфаты, и автотрофными организмами, окисляющими их.

С момента появления жизни в гидросфере и во все дальнейшие геологические периоды развитие живых организмов удерживалось в определенных зонах. Данные зоны не изменялись в отличие от изменчивости форм жизни и физико-географического положения гидросферы. На распространение жизни в морях и океанах решающее влияние оказывает значительная трансформация солнечной энергии, что и приводит к сгущению организмов.

Взяв за основу процессы зарождения, развития и распределения жизни в океане, выделяют четыре статических скопления жизни: две пленки – планктон и донную – и два сгущения – прибрежное (морское) и саргассовое. Прослеживается непосредственная связь между распределением морей и континентов, с одной стороны, и активным развитием

Таблица 1. Распределение залежей УВ и нефтегазопроявлений в надсолевом разрезе Северо-Западного Прикаспия.
 Table 1. Distribution of hydrocarbon deposits and oil and gas occurrences in the North-West Caspian sea section.

Возраст отложений	Юртовское месторождение	Прибаскунчакская площадь	Верблюжье месторождение	Бугринское месторождение	Вороняевская площадь	Северо-Шаджинское месторождение	Заволжская площадь	Беньковская площадь	Веерная площадь	Разночинская площадь	Кирикилинская площадь	Тинакская площадь	Бешкульская площадь	Промысловское месторождение
N + Q														
K ₂			▲											○
K ₁			▲						○	○	○	○		
J ₂			▲					○		○			▲	
T ₂	▲					△								
T ₁		○		△	△	△	○							
P ₂				○										

- ▲ Нефтяные залежи
- △ Газовые залежи
- Нефтепроявления
- Газопроявления

Таблица 2. Характеристика выявленных месторождений углеводородов.
Table 2. Characteristics of the revealed hydrocarbon deposits.

Месторождение	Год открытия	Тип ловушки	Возраст продуктивных отложений	Глубина залегания, м	Тип залежи	Количество пластов	Средняя толщина пластов, м	Тип коллектора	Коллекторские свойства			Термобарические условия		
									Открытая пористость, %	Проницаемость, %	Нефтегазоносность, %	Давление, МПа	Температура, °С	
<i>Юго-западная часть Прикаспийской впадины</i>														
Бугринское, газосное	1963	Антиклинальная, тектонически нарушенная	T ₁	2583–2798	Пластовая, сводовая, тектонически экранированная	1	15	Терригенный, поровый	13–21	0,01–1,4	55	28	80	
Юртовское, нефтяное	2009	Антиклинальная, тектонически нарушенная	T ₁	980–1070	Пластовая, сводовая, тектонически экранированная	1	12	–	21	–	60	15	65	
Северо-Шаджинское, газосное	1991	Антиклинальная	T ₂ T ₁	2350–2700	Пластовая, сводовая	6	12,8; 3,6; 3,4; 3,0; 2,0; 3,0	Карбонатный трещинный, терригенный поровый	0,9–11 11–19	1,4–2,0	60–77	24,3–31,2	78–90	
Верблюжье а) 3. Блок, нефтяное	1994	Экранированная солью – тектонически экранированная	J ₂ b	1420–1500	Пластовая, литологически экранированная	1	8	Терригенный, поровый	29	–	55	13	60	
б) СВ. Блок, газосное	–	Антиклинальная	K ₂ K ₁ –J ₂ b	840–1560	Пластовая	4	11,6; 15,6; 8,1; 6,8	Карбонатный трещинный, терригенный поровый	23–30	–	64–68	14	58	
Бешкульское	1963	Антиклинальная	J ₂ b	1350–1400	Пластовая, сводовая	2	1–4	Терригенный, поровый	15–24	0,27	63–72	14,5	547,8	

Вал Карлинского



Карта нефтегазоносности надсолевых отложений Северо-Западного Прикаспия. Масштаб 1: 1 000 000.
 Map of oil and gas potential of saline deposits of the North-Western Caspian sea. Scale 1: 1 000 000.

прибрежных организмов, с другой. Эта связь, несомненно, имеет решающее значение в процессе нефтегазоаккумуляции. Раскрыть ее можно только путем восстановления палеотектонической ситуации отдельных периодов развития земной коры с учетом исторического развития флоры и фауны каждого периода [14, 15].

Для дальнейшего развития нефтегазовой отрасли на должном уровне требуется внедрение изучения биосферы для выявления и научного обоснования роли организмов и растений в формировании месторождений углеводородов. Полученные результаты подтверждают, что изучение биологической структуры биосферы позволяет выявить основную массу живого вещества. Данные основополагающие идеи, которые широко используются в обосновании перспектив нефтегазоносности регионов исследования, освещены в трудах выдающихся ученых (А. П. Виноградова, Н. М. Стрехова, Б. Б. Полюнова, В. И. Лебедева, Н. Б. Белова, А. И. Перельмана, В. А. Успенский и др.). По данным В. А. Успенского, живым веществом была осуществлена огромная работа в процессе формирования осадочной оболочки Земли. Он приводит следующие данные: суммарная годовая продукция живого вещества по отношению к осадочной оболочке составляет около 0,003 %. Отмечается, что суммарная продукция этого вещества за все время существования биосферы примерно в 30 раз превосходит современную массу осадочных пород. Поэтому в осадках захороняется лишь ничтожная часть органических веществ.

В водах Мирового океана из общей массы углерода только 8,7 % приходится на углерод растворенного органического вещества. Остальные 91,3 % падают на карбонатный углерод и углерод растворенной углекислоты. В прибрежных частях океана и глубоководных морей происходит наиболее интенсивное развитие жизни и накопление органических веществ. В шельфовой зоне, мелководных морях, заливах и лагунах кроме местной фауны и флоры накапливается большое количество органического материала, приносимого с суши. Здесь же в результате разложения органического вещества создается восстановительная среда, не свойственная континентальным и глубоководным осадкам.

Области выдержанного распространения восстановительных обстановок приурочены к зонам промежуточного эпиконтинентального режима гидросферы: к опоясывающим материковые глыбы эпиконтинентальным морям и к наземным водоемам. Общая площадь этих обстановок составляет 15–20 % от суммарной площади земной поверхности. Именно здесь происходит максимальное накопление осадков, наибольшая концентрация органического вещества и образование всех горючих ископаемых [3, 7, 13].

Смена морского режима континентальным приводит к переработке осадков и разрушению содержащегося в них органического вещества. Отмечается, что с новым циклом седиментогенеза биогенный синтез рождает новое органическое вещество. Эти данные позволяют привести примерные эмпирические подсчеты величин общей массы живого вещества в течение всей геологической истории Земли. Считается, что основная масса осадков, отложившаяся в океане, распределена следующим образом: в эпиконтинентальной шельфовой зоне задерживается более 70 %, а в области глубокого океана 14 %.

Накопление осадков в эпиконтинентальной зоне океана и общее количество углерода составляет 75,7 % от суммарной массы углерода, и именно она поступает в течение года в осадки Мирового океана. На морской шельф приходится 75 % органического углерода. По направлению к прибрежной зоне процентное содержание углерода в суммарной массе углерода возрастает и максимум осадков достигает в континентальных водоемах.

Выделяются следующие отношения органического углерода к суммарному количеству всего углерода в различных осадках. В процентном отношении это составляет: в глубоководной части океана – 12,3; на континентальном склоне – 34,2; в шельфовой зоне – 40,4; для озер и болот – 78,8 и 100,0 соответственно [7, 13].

В зоне перехода от моря к суше, где происходит накопление органического вещества в осадках, создаются благоприятные условия для его захоронения. Именно с этой областью, как правило, связано образование УВ и формирование их залежей. Достоверно доказано, что большинство месторождений горючих ископаемых расположено в отложениях, накопление которых происходило на обширных площадях по обе стороны древних береговых линий.

Мощность осадочных образований в большей степени, по мнению ведущих ученых-геологов, зависит от многих факторов, но важнейшим является тектонический режим, который формирует палеотектоническую обстановку [1, 3–6].

В процессе осадконакопления основная масса осадков выносятся реками в заливы и моря, представлена илом, а не песком, что приводит к образованию обширных зон, обрамляющих дельты. Именно в илах сосредоточивалась главная масса исходного органического вещества. Затем при погружении на оптимальные глубины они становились нефтегазогенерирующими отложениями. Прослеживается следующая закономерность: органическое вещество растительного и планктонного происхождения в устьях рек накапливается в убывающем порядке от морского края дельты в сторону взморья. Например, в преддельтовом пространстве р. Волги среднее содержание поверхностного фитопланктона падает со 100 г/м³ до 0,5 г/м³ у края дельты. Для побережья п-ова Мангышлак (преддельтовое взморье) прослеживается широкое развитие илистых грунтов. Отмечается выделение метана и водорода при разложении органического вещества этих грунтов. При активизации деятельности бактерий формируется пленка, что приводит к прекращению этого процесса. Вследствие этого здесь формируется субстрат, благоприятный для развития огромного количества одноклеточных водорослей, которые синтезируют новые массы органического вещества.

В дельтах палеозойского возраста ископаемая фауна некоторых морских родов – пелеципод, гастропод, иглокожих и даже брахиопод – приспособилась к жизни в солоноватых и пресных водах. Как отмечают ряд ученых-палеонтологов, некоторые представители из перечисленных сохраняют морской облик, при этом обитая в дельтовых и даже речных отложениях [14, 15, 21].

Ловушки, расположенные в пределах крупных палеодельт рек, впадающих в океаны, эпиконтинентальные моря и озера являются наиболее благоприятным для накопления углеводородов (ископаемые дельты Восточно-Европейской равнины, Западной Сибири и других районов). Именно эти зоны обладают повышенной нефтегазоносностью.

На основе научно-теоретических обоснованных результатов палеонтологических исследований, проведенных на большом количестве месторождений нефти и газа, появилась возможность выявить необычайно высокий уровень и активность бактериального сообщества в толще воды и в донных осадках.

Была доказана значительная роль микрофлоры в продукционных процессах, протекающих в районах морских акваторий рифовых зон. Здесь отмечается увеличение биомассы бактерий в десятки и сотни раз, что превышает средние

величины, характерные для вод и осадков открытого океана. Находящаяся в осадках суточная продукция фитобентоса и бактерий достигает нескольких процентов от суммарного содержания в них органики. Это подтверждает значительную активизацию биологического круговорота и является одной из главнейших причин наличия огромных скоплений нефти и газа, характерных для большинства рифовых массивов.

Следовательно, так же, как и для богатейших нефтяных месторождений, связанных с отложениями дельт и аванделей, важнейшим условием формирования гигантских скоплений нефти в ископаемых рифах является необычно высокая насыщенность осадков районов их распространения исходным для нефтеобразования органическим веществом [16, 17].

Прослеживается взаимосвязь между накоплением органического вещества в осадках прибрежной зоны (лагуны, заливы, лиманы, дельтовые межрусловые водоёмы и т. д.) и довольно быстрым его захоронением под осадками наступающего моря. Благодаря этому органическое вещество сохраняется от окисления. На побережье при отступлении моря, как правило, остается относительно широкая полоса реликтовых озер и болот, где происходит накопление значительного количества органического вещества гумусового или сапропелевого типа.

В зоне трансгрессий, регрессий и ингрессий происходит переслаивание морских и континентальных осадков. В связи с этим наблюдается связь нефтегазоносных отложений с зонами перехода континентальных субаквальных отложений в морские, и наоборот. Как правило, этот переход нередко выражен присутствием в разрезе нефтегазоносных образований одного и того же стратиграфического подразделения.

Нефтегазообразование – длительный процесс образования углеводородов, протекающий, по различным оценкам ученых-исследователей, от 50 до 350 млн лет. Аккумуляция нефти и газа – конечный этап сложного процесса миграции нефти и газа из зоны образования в зоны накопления.

Выводы

В данной работе проведен анализ и изучение палеонтологического материала надсолевых отложений Северо-Западного Прикаспия с учетом развития современных структурных особенностей надсолевого осадочного чехла и истории его формирования в мезозойское время. Поэтому изучение органического мира на эволюционной основе и с учетом региональных особенностей палеотектонического развития позволяют на научном уровне обосновать перспективы нефтегазоносности Северо-Западного Прикаспия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов Л. А., Делия С. В. К вопросу о перспективах нефтегазоносности надсолевого комплекса западной части Прикаспийской впадины // Недра Поволжья и Прикаспия. 2015. Вып. 84. С. 35–46.
2. Кононов Ю. С. Особенности нефтепоисковых работ в надсолевых отложениях Прикаспия // Недра Поволжья и Прикаспия. 2017. Вып. 91. С. 40–49.
3. Воронин Н. И. Палеотектонические критерии прогноза и поиска залежей нефти и газа на древних и молодых платформах (на примере Прикаспийской впадины и прилегающих районов Скифско-Туранской платформы): дис. д-ра геол.-минерал. наук. М., 1988. 288 с.
4. Воронин Н. И. Особенности геологического строения и нефтегазоносность юго-западной части Прикаспийской впадины. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2004. 163 с.
5. Быстрова И. В., Федорова Н. Ф., Смирнова Т. С. Палеоструктурные преобразования Северо-Западного Прикаспия в раннемеловое время // Геология, география и глобальная энергия. 2008. № 4. С. 26–30.
6. Быстрова И. В., Смирнова Т. С., Федорова Н. Ф., Мангаладзе Р. Т. Особенности палеотектонического развития Астраханского свода и перспективы нефтегазоносности западной части Прикаспийской впадины // Геология, география и глобальная энергия. 2017. № 3 (66). С. 77–86.
7. Расницын А. П. Эволюционная теория: современный этап // Палеонтологический журнал. 2014. № 1. С. 3–8.
8. Губкин И. М. Учение о нефти. М.: Наука, 1975. 385 с.
9. Исследования по палеонтологии и биостратиграфии древних континентальных отложений памяти профессора В. Г. Очева: сб. науч. статей / Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Геологический факультет; под ред. М. А. Шишкина и В. П. Твердохлебова. Саратов, 2009. 216 с.
10. Блюман Б. А. Эволюция событий в истории развития Земли от 4,5 до 0,9 миллиардов лет. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2015. 309 с.
11. Li Z. Research frontiers of fluid-rock interaction and oil-gas formation in deep-buried basins // Bulletin of mineralogy, Petrology and Geochemistry. 2017. Vol. 35. P. 807–816.
12. Mi J., Zhang S., Chen J. et al. Upper thermal maturity limit for gas generation from humic coal // International Journal of Coal Geology. 2015. Vol. 152. P. 123–131.
13. Вернадский В. И. Живое вещество и биосфера. М.: Наука, 1994. 320 с.
14. Акишина О. В., Силантьев В. В. К палеонтологической характеристике нижнего триаса Скифской плиты // Палеострат-2018: науч. конф. секции палеонтологии МОИП и Москов. отд-ния Палеонтолог. о-ва при РАН (Москва, 29–31 янв. 2018 г.). М.: ПИН РАН, 2018. 64 с.
15. Устинова М. А. Биостратиграфия верхнеюрских отложений Астраханского газоконденсатного месторождения по фораминиферам // Палеострат-2018: науч. конф. секции палеонтологии МОИП и Москов. отд-ния Палеонтолог. о-ва при РАН (Москва, 29–31 янв. 2018 г.). М.: ПИН РАН, 2018. 64 с.
16. Okparanma R. N., A. M. Mouazen. Determination of total petroleum hydrocarbon (TPH) and polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) in soils: a review of spectroscopic and non-spectroscopic techniques // Applied Spectroscopy Reviews. 2013. Vol. 48, № 6. P. 458–486.
17. Pepper A. S., Corvi P. J. Simple kinetic models of petroleum formation. Part I. Oil and gas generation from kerogen // Marine and Petroleum Geology. 2015. Vol. 12, № 3. P. 291–319.
18. Трофимов В. А. Глубинное строение юго-восточной части Восточно-Европейской платформы // Геотектоника. 2014. № 3. С. 3–15.
19. Конторович А. Э., Пономарева Е. В., Бурштейн Л. М., Глинских В. Н., Ким Н. С., Костырева Е. А., Павлова М. А., Родченко А. П., Ян П. А. Распределение органического вещества в породах баженовского горизонта (Западная Сибирь) // Геология и геофизика. 2018. № 3. С. 357–371.
20. Макарова Н. В., Суханова Т. В. Актуальные проблемы изучения новейших платформенных структур (на примере Восточно-Европейской платформы и прилегающей части Скифской плиты) // Вестник Москов. ун-та. Сер. 4. Геология. 2017. № 3. С. 17–26.
21. Вишневская В.С., Копаевич Л.Ф., Беньямовский В.Н., Овечкина М.Н. Корреляция верхнемеловых зональных схем Восточно-Европейской платформы по фораминиферам, радиолариям и нанопланктону // Вестник Москов. ун-та. Сер. 4. Геология. 2018. № 1. С. 26–35.

Статья поступила в редакцию 9 апреля 2018 г.

The role of the paleontological aspects to determine the hydrocarbon potential of the North-Western Caspian post-salt complex

Inna Vladimirovna Bystrova¹,
bystrova1948@list.ru
Tat'yana Sergeevna Smirnova¹,
tatyana.smirnova@asu.edu.ru
Dinara Abdulaevna Bychkova¹,
serebryakov-74@mail.ru
Makar Sergeevich Melikhov²
mail: mr.m_m_s@mail.ru

¹Astrakhan State University
Astrakhan', Russia
²Gubkin Russian State University
of Oil and Gas (National Research University)
Moscow, Russia

Relevance of the work. The Northwest Caspian Sea region has a high oil and gas resource potential. The discovery of a number of hydrocarbon deposits in recent decades is an important factor confirming the prospects of the territory in terms of oil and gas. The urgency of applying new methods of research to open the deposits of hydrocarbons is shown. In particular, the paleontological method is one of the most topical. The study of the organic world on the evolutionary basis allows substantiating the prospects of oil-and-gas content of the North-West Caspian Sea at the scientific level. The regional characteristics of paleotectonic development should definitely be taken into account. For these purposes, it is necessary to determine the dominant components of the organic world from bacteria to highly developed organisms that have developed throughout the geological time. In this regard, it is necessary to develop and identify the dialectical unity between paleotectonics and paleontology, which will reveal the laws of formation and placement of oil and gas deposits.

The purpose of the study is to scientifically substantiate the prospects of oil and gas potential and increase the forecast of the Mesozoic complex of the North-West Caspian Sea. The influence of paleotectonic and paleontological factors should be taken into account.

The methodology of the study. The study of the oil and gas deposits placement on the basis of the identification of the paleontological method's role in determining the petroleum potential of the area. Analysis of material containing fossil remains of extinct organisms is one of the methods of the present research.

Results. The authors conducted long-term paleotectonic studies in the North-Western Caspian region, which allowed identifying a number of anticline rises at the local and regional level. In 1976 at one of these uplifts (Astrakhan vault) was opened at the unique fluid composition and the largest in size Astrakhan derogatories deposit. This confirmed the prospects of the territory in terms of oil and gas. The authors analyze the complex process of formation of hydrocarbons and their deposits. The basic causes and patterns that determine the concentration of gases in the sediments have been revealed. It is determined that higher concentrations are inherent to rocks of clay composition. The sapropelic differences of the organic matter are characteristic of subaqueous sediments. Their accumulation occurs under the conditions of maximum isolation from the influence of land. As a result of the carried-out works samples of rocks (core material) which processing was carried out on the basis Nizhne-Volzhsy research Institute of Geology and Geophysics in Saratov were selected. The presence of organic residues and their degree of preservation were determined. These indicators are good indicators of sedimentation conditions and can be used in the search for oil and gas deposits.

Summary. Long-term studies of the North-Western Caspian region based on the paleotectonic analysis and the use of the results of paleontological studies at the stage of detection and preparation of objects for exploratory drilling have been carried out. They allow not only studying the processes of formation of traps and associated hydrocarbon deposits. They also make it possible to ultimately assess the prospects of oil-and-gas content.

Keywords: paleotectonics; paleontology; North-Western Caspian region; hydrocarbons; organic matter; biosphere; petroleum; offshore area; the coastal area.

REFERENCES

1. Anisimov L. A., Delia S. V. 2015, *K voprosu o perspektivakh neftegazonosnosti nadsolovogo kompleksa zapadnoy chasti Prikaspiyskoy vpadiny* [The prospects of the post-salt complex of the Western part of the Caspian depression]. *Nedra Povolzhia i Prikaspiya* [Volga and Pricaspian region resources], vol. 84, pp. 35–46.
2. Kononov Yu. S. 2017, *Osobennosti neftepoiskovykh rabot v nadsolovykh otlozheniyakh Prikaspiya* [Peculiarities of oil exploration activities in the post-salt sediments of the Caspian Sea]. *Nedra Povolzhia i Prikaspiya* [Volga and Pricaspian region resources], vol. 91, pp. 40–49.
3. Voronin N. I. 1988, *Paleotektonicheskiye kriterii prognoza i poiska zalezhey nefti i gaza na drevnikh i molodykh platformakh (na primere Prikaspiyskoy vpadiny i prilgayushchikh rayonov Skifsko-Turanskoj platformy). Dis. d-ra geol.-mineral. nauk* [Paleotectonic criteria of oil and gas deposits forecast and search on ancient and young platforms (on the example of the Caspian basin and adjacent areas of the Scythian-Turan platform): dissertation of the Doctor of geological and mineralogical sciences]. Moscow, 288 p.
4. Voronin N. I. 2004, *Osobennosti geologicheskogo stroeniya i neftegazonosnost' yugo-zapadnoy chasti Prikaspiyskoy vpadiny* [Peculiarities of the geological structure and oil and gas potential of the southwestern part of the Caspian depression]. Astrakhan', 163 p.
5. Bystrova I. V., Fedorova N. F., Smirnova T. S. 2008, *Paleostrukturnyye preobrazovaniya Severo-Zapadnogo Prikaspiya v rannemelovoye vremya* [Paleostructural transformations of the northwestern Caspian sea in early Cretaceous time]. *Geologiya, geografiya i global'naya energiya* [Geology, geography and global energy], no. 4, pp. 26–30.
6. Bystrova I. V., Smirnova T. S., Fedorova N. F., Mangaladze R. T. 2017, *Osobennosti paleotektonicheskogo razvitiya Astrakhanskogo svoda i perspektivy neftegazonosnosti zapadnoy chasti Prikaspiyskoy vpadiny* [Features of the paleotectonic development of the Astrakhan arch and prospects of oil and gas potential in the Western Caspian basin]. *Geologiya, geografiya i global'naya energiya* [Geology, geography and global energy], no. 3 (66), pp. 77–86.
7. Rasnitsyn A. P. 2014, *Evolutsionnaya teoriya: sovremennyy etap* [The theory of evolution: the modern stage]. *Paleontologicheskij zhurnal* [Paleontological Journal], no. 1, pp. 3–8.
8. Gubkin I. M. 1975, *Ucheniye o nefti* [The doctrine of oil]. Moscow, 385 p.
9. 2009, *Issledovaniya po paleontologii i biostratigrafii drevnikh kontinental'nykh otlozheniy pamyati professora V. G. Ocheva: sb. nauch. statey* [Research on paleontology and biostratigraphy of ancient continental deposits in the memory of Professor V. G. Ochev: a collection of articles]. *Saratovskiy gosudarstvennyy universitet im. N. G. Chernyshevskogo. Geologicheskij fakul'tet; pod red. M. A. Shishkina i V. P. Tverdokhlebova* [Saratov State University named after N. G. Chernyshevsky, Department of Geology; edited by M. A. Shishkin and V. P. Tverdokhlebov]. Saratov, 216 p.
10. Bluman B. A. 2015, *Evolutsiya sobytij v istorii razvitiya Zemli ot 4.5 do 0.9 milliardov let* [Evolution of events in the history of the Earth from 4.5 to 0.9 billion years]. Saint Petersburg, 309 p.

11. Li Z. 2017, Research frontiers of fluid-rock interaction and oil-gas formation in deep-buried basins. *Bulletin of mineralogy, Petrology and Geochemistry*, vol. 35, pp. 807–816.
12. Mi J., Zhang S., Chen J. et al. 2015, Upper thermal maturity limit for gas generation from humic coal. *International Journal of Coal Geology*, vol. 152, pp. 123–131.
13. Vernadsky V. I. 1994, *Zhivoye veshchestvo i biosfera* [Living matter and the biosphere]. Moscow, 320 p.
14. Akishina O. V., Silantyev V. V. 2018, *K paleontologicheskoy kharakteristike nizhnego triasa Skifskoy plity* [The paleontological characteristic of the lower Triassic of the Scythian plate]. *Paleostrat-2018: nauch. konf. sekcii paleontologii MOIP i Moskov. otd-niya Paleontolog. o-va pri RAN (Moskva. 29–31 yanv. 2018 g.)* [Paleostrat-2018: a scientific conference of the paleontology section in the Moscow society of Nature Explorers and the Moscow Department of the Paleontological society under the Russian Academy of Sciences (Moscow, January 29–31, 2018)]. Moscow, 64 p.
15. Ustinova M. A. 2018, *Biostratigrafiya verkhneyurskikh otlozheniy Astrakhanskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya po foraminiferam* [Biostratigraphy of upper Jurassic deposits of Astrakhan gas condensate deposit by foraminifera]. *Paleostrat-2018: nauch. konf. sekcii paleontologii MOIP i Moskov. otd-niya Paleontolog. o-va pri RAN (Moskva. 29–31 yanv. 2018 g.)* [Paleostrat-2018: a scientific conference of the paleontology section in the Moscow society of Nature Explorers and the Moscow Department of the Paleontological society under the Russian Academy of Sciences (Moscow, January 29–31, 2018)]. Moscow, 64 p.
16. Okparanma R. N., Mouazen A. M. 2013, Determination of total petroleum hydrocarbon (TPH) and polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) in soils: a review of spectroscopic and non-spectroscopic techniques. *Applied Spectroscopy Reviews*, vol. 48, no. 6, pp. 458–486.
17. Pepper A. S., Corvi P. J. 2015, Simple kinetic models of petroleum formation. Part I. Oil and gas generation from kerogen. *Marine and Petroleum Geology*, vol. 12, no. 3, pp. 291–319.
18. Trofimov V. A. 2014, *Glubinnoye stroyeniye yugo-vostochnoy chasti Vostochno-Evropeyskoy platformy* [Deep structure of the South-Eastern part of the East European craton]. *Geotektonika* [Geotectonics], no. 3, pp. 3–15.
19. Kontorovich A. E., Ponomaryova E. V., Burshtein L. M., Glinskikh V. N., Kim N. S., Kostyreva E. A., Pavlova M. A. Rodchenko, A. P., Yan P. A. 2018, *Raspredeleniye organicheskogo veshchestva v porodakh bazhenovskogo gorizonta (Zapadnaya Sibir')* [The Distribution of organic matter in rocks of the Bazhenov horizon (West Siberia)]. *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], no. 3, pp. 357–371.
20. Makarova N. V., Sukhanova T. V. 2017, *Aktual'nyye problemy izucheniya noveyshikh platformnykh struktur (na primere Vostochno-Evropeyskoy platformy i prilezhashchey chasti Skifskoy plity)* [Topical problems of studying the latest platform structures (on the example of the East European platform and the adjacent part of the Scythian plate)]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 4. Geologiya* [Moscow University Geology Bulletin], no. 3, pp. 17–26.
21. Vishnevskaya V. S., Kopayevich L. F., Ben'yamowsky V. N., Ovechkina M. N. 2018, *Korrelyatsiya verkhnelovoykh zonalnykh skhem Vostochno-Evropeyskoy platformy po foraminiferam, radiolyariyam i nanoplanktonu* [Correlation of upper Cretaceous zonal schemes of the East European platform based on foraminifers, radiolarians and nanoplankton]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 4. Geologiya* [Moscow University Geology Bulletin], no. 1, p. 26–35.

The article was received on April 9, 2018