УДК 550.81:549.88 (47-12)

О.И. Меркулов
НВНИИГГ[1]
канд. геол.-мин. наук
заместитель управляющего директора по геологии
merkulov@nvniigg.san.ru

С.В. Сизинцев
НВНИИГГ[1]
заведующий сектором мониторинга ГРР и количественной оценки ресурсов УВ.
sizincev@nvniigg.san.ru

И.А. Зинченко
НВНИИГГ[1]
заведующий сектором геологического моделирования
zinchenkoia91@gmail.com

А.Б. Богачкин
канд. геол.-мин. наук
НВНИИГГ[1]
сектор мониторинга ГРР и количественной оценки ресурсов УВ
ведущий научный сотрудник
bogachkin@yandex.ru

Перспективные направления ГРР на УВС на территории Волго-Уральской, Прикаспийской и Причерноморско-Северо-Кавказской НГП в рамках реализации стратегии развития МСБ РФ до 2035 г.

[1]АО «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики». Россия, 410012, Саратов, ул. Московская, 70.

Приведено состояние ресурсной базы углеводородного сырья Волго-Уральской, Прикаспийской и Причерноморско-Северо-Кавказской нефтегазоносных провинций по состоянию на 1 января 2018 г. Определены наиболее перспективные направления геологоразведочных работ, которые могут оказать существенное влияние на ресурсный потенциал регионов и возможность прироста запасов и добычи УВ

Ключевые слова: Волго-Уральская НГП; Прикаспийская НГП; Причерноморско-Северо-Кавказская НГП; углеводородное сырье; начальные суммарные ресурсы; добыча; запасы; месторождение; перспективы нефтегазоносности; направления геологоразведочных работ

В конце 2018 г. приказом Председателя Правительства Д.А. Медведева была утверждена «Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 г.». Стратегия «является основой для формирования и реализации государственной политики в области геологического изучения недр, воспроизводства минерально-сырьевой базы на федеральном и региональном уровнях, а также для разработки государственных программ РФ» [11]. Региональный уровень реализации требует обоснования приоритетных на ближайшую перспективу направлений геологоразведочных работ по каждой из нефтегазоносных провинций (НГП), освоение которых позволит выйти на запланированные Стратегией уровни добычи и подготовки запасов УВ-сырья.

На востоке и юге Европейской части России расположено несколько мощных районов нефте- и газодобычи. Это территории традиционной добычи нефти в пределах Волго-Уральской НГП (Республики Татарстан, Башкортостан, Самарская и Оренбургская области), а также крупные центры газодобычи на юго-востоке Волго-Уральской (Оренбургская область) и юге Прикаспийской (Астраханская область) НГП. Сохраняются перспективы увеличения объемов добычи в самой «старой» на территории РФ Причерноморско-Северо-Кавказской НГП (***рис. 1***).

Волго-Уральская провинция является второй по объемам добычи нефти в нашей стране. Согласно данным последней официальной количественной оценки, начальные суммарные извлекаемые ресурсы (НСР) региона составляют 16,3 млрд т нефти и 4,6 трлн м^3 свободного газа и газа газовых шапок. По состоянию на 01.01.2018 в структуре НСР нефти резко доминирует накопленная добыча (более 52%). Неразведанная часть НСР (ресурсы категорий D_0 + D) составляет около 20%. В структуре НСР свободного газа и газа газовых шапок на накопленную добычу приходится 35%, неразведанная часть составляет 43%. Согласно этим данным, провинция находится на завершающем этапе освоения.

За последние 10 лет в регионе отмечается тенденция восполнения добычи нефти приростом запасов [8]. Компенсация добычи подготовленными запасами за этот период составила 162%, что более чем на 60% превышает показатель, заложенный в стратегию развития отрасли до 2035 г. Отмеченная тенденция фиксируется на фоне возрастающей добычи нефти.

За этот же период по свободному газу и газу газовых шапок отмечается снижение добычи и ее невосполнение приростами запасов (42% компенсации), что обусловлено довыработкой Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения и отсутствием открытий значимых по запасам залежей. В целом по провинции отмечается закономерное снижение уровня добычи газа с 20,4 млрд м^3 в 2008 г. до 17,4 млрд м^3 в 2017 г.

Прикаспийская НГП остается малоизученным регионом с высокими перспективами нефтегазоносности. Согласно последней официальной количественной оценке извлекаемые НСР нефти российской части НГП составляют 0,6 млрд т, свободного газа и газа газовых шапок – 10,6 трлн м^3. По состоянию на 01.01 2018 в структуре НСР нефти доминируют запасы категорий А + B_1 + C_1 и B_2 + C_2 (59%), что обусловлено, преимущественно, запасами Великого месторождения Астраханской области. Вместе с тем накопленная добыча нефти по региону составляет примерно 1,6 млн т (менее 1% извлекаемых НСР).

В структуре НСР свободного газа и газа газовых шапок по состоянию на 01.01.2018 добыча составляет около 3% и обусловлена, преимущественно, разработкой Левобережной части Астраханского газоконденсатного месторождения (АГКМ). Доля запасов категорий А + B_1 + C_1 и B_2 + C_2 достигает 50% НСР газа. Основные запасы свободного газа сосредоточены в залежах башкирского яруса на территории Астраханского свода (Левобережная и Правобережная части АГКМ, Центрально-Астраханское, Западно-Астраханское месторождения). Неразведанная часть НСР свободного газа и газа газовых шапок составляет 47%.

Причерноморско-Северо-Кавказская НГП – старейший нефтегазодобывающий регион России. В соответствии с последней официальной количественной оценкой извлекаемые НСР нефти Северо-Кавказской части провинции составляют 1,6 млрд т, свободного газа и газа газовых шапок – 1,7 трлн м^3. По состоянию на 01.01.2018 в структуре НСР нефти доминирует накопленная добыча (59%). За последние 10 лет в Северо-Кавказской части провинции компенсация добычи приростами запасов нефти не превышала 63%.

В структуре НСР свободного газа и газа газовых шапок по состоянию на 01.01.2018 добыча составляет около 44%. Доля запасов категорий А + B_1 + C_1 и B_2 + C_2 составляет всего 14% НСР газа. Неразведанная часть НСР составляет 42%. По свободному газу и газу газовых шапок отмечается тенденция списания. За последние 10 лет списание запасов газа категорий А + B_1 + C_1 составило более 15 млрд м^3.

Традиционные направления поисков месторождений УВ в регионе практически себя исчерпали. Степень выработанности верхних мел-

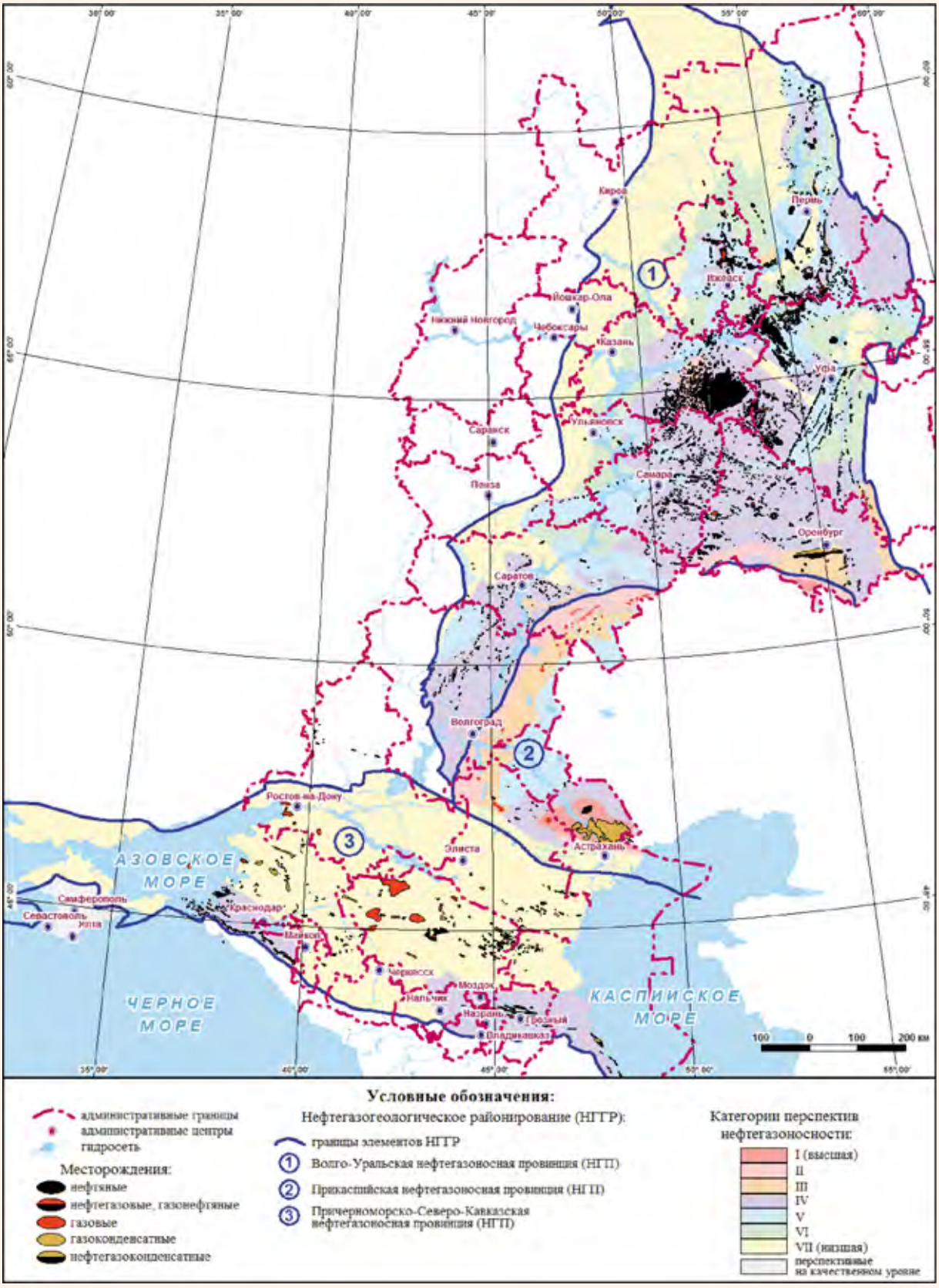

Рис. 1.
Обзорная схема Волго-Уральской, Прикаспийской и Причерноморско-Северо-Кавказской нефтегазоносных провинций

Рис. 2.
Динамика доли добычи и запасов нефти категорий А + B_1 + C_1 из коллекторов с низкими ФЕС Волго-Уральской НГП

неогеновых залежей на месторождениях Терско-Каспийского прогиба превышает 90%, крупные газовые залежи в палеогеновых отложениях Ставропольского свода выработаны полностью. На завершающем этапе разработки находятся месторождения палеогена и неогена южного борта и центральной части Индоло-Кубанского прогиба. Прирост запасов УВ в последние 10–15 лет в пределах провинции связан с открытием мелких месторождений.

Территория Крымского полуострова расположена в самой западной части региона. Согласно количественной оценке по состоянию на 01.01.1988, ресурсы УВ этой территории оцениваются в 5,5 млн т нефти и 160,6 млрд $м^3$ свободного газа и газа газовых шапок. Территория Крымского полуострова практически не изучена современными геофизическими методами.

В условиях резкой дифференциации регионов по строению и геолого-геофизической изученности наращивание ресурсной базы УВ, предусмотренное Стратегией развития до 2035 г., предъявляет различные требования к порядку проведения работ, методам и масштабам изучения. Ниже приведены наиболее значимые направления региональных, зонально-региональных и поисковых работ, которые могут оказать весомое влияние на ресурсный потенциал регионов, а также возможность прироста запасов и добычи УВ.

Перспективные направления работ

Волго-Уральская НГП

В последние 15 лет в регионе четко фиксируется тенденция увеличения доли приростов запасов нефти и добычи из **коллекторов с низкими фильтрационно-емкостными свойствами**. В период 2002–2017 г. объем ежегодной добычи нефти из малопроницаемых (менее 50 мД) коллекторов вырос в 2,3 раза и достиг 27,6 млн т. Объем извлекаемых запасов категорий А + B_1 + C_1 нефти, содержащейся в малопроницаемых коллекторах, вырос в 1,5 раза – с 720 млн т до 1107 млн т (***рис. 2***).

Предварительно оцененный ресурсный потенциал УВ восточной и юго-восточной частей Волго-Уральской НГП оценивается в 878 млн т.у.т. Ресурсы приурочены преимущественно к карбонатным среднефранско-турнейскому, верхневизейско-башкирскому и среднекаменноугольно-нижнепермскому нефтегазоносным комплексам (НГК) на территориях их погруженного залегания.

Как известно, с возрастанием глубины продуктивных комплексов увеличивается доля пород с низкими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС). Низкопоровые породы при современных технологиях извлечения УВ из пластов все чаще выступают в качестве продуктивных коллекторов. Поэтому, зачастую, в разработку вводятся нефте- и газонасыщенные интервалы разреза с пористостью 5–6% и проницаемостью единицы, десятые и сотые доли миллидарси.

Продуктивность таких пород во многом обусловлена трещиноватостью. В том случае, когда рассматриваются низкопоровые отложения, в которых доминирующую роль играют трещины, справедлива точка зрения, что принципиальной при выделении «коллектор – неколлектор» является не пористость, а проницаемость, обеспечиваемая трещиноватостью. Для такой породы граничное значение пористости для выделения коллекторов стремится к нулю [4].

Наряду с вышеуказанной разновидностью низкопоровых карбонатных пород, в практике промысловых работ часто встречаются продуктивные отложения, матрица которых и выявляемые в них каверны обладают незначительной (менее 4–5%) пористостью, но благодаря развитой системе микротрещин характеризуются удовлетворительными фильтрационными свойствами.

Кроме того, возможно развитие низкопоровых пород, которые по данным ГИС являются порово-трещинными с матрицей низкой пористости, кавернозно-трещинными с плотной матрицей, порово-каверново-трещинными с низкопоровой матрицей. Коллекторские свойства названных типов пород могут быть достаточными для получения из них промышленных притоков УВ.

Отмеченные разновидности низкопоровых пород требуют разного подхода при рассмотрении проблемы их выделения, а также решения задачи разработки критериев их воз-

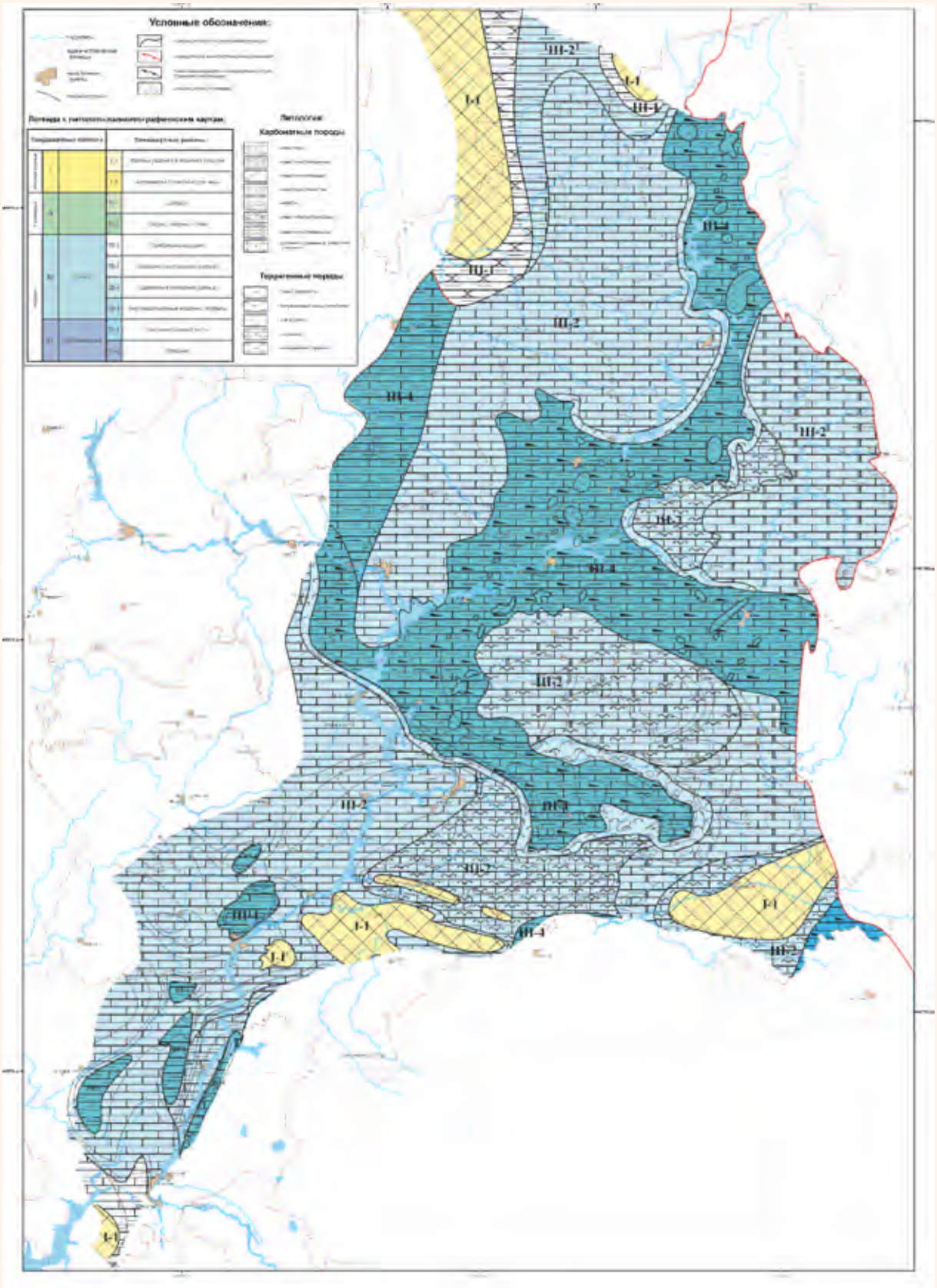

Рис. 3.
Волго-Уральская НГП. Литолого-фациальная карта среднефранского этапа осадконакопления

можной продуктивности. При сложившихся тенденциях выявления залежей УВ детальное изучение этого вопроса позволит существенно прирастить объем ресурсов и запасов УВ в регионе.

Доманикоидные породы, развитые в широком стратиграфическом интервале палеозойского разреза, в связи с активным развитием технологии добычи УВ приобретают роль одного из первоочередных направлений ГРР в регионе. Согласно данным бурения доманикоидные породы в пределах Волго-Уральской НГП выявлены в девонских, каменноугольных и нижнепермских отложениях. Зоны распространения этих отложений контролируются депрессионными участками некомпенсированных впадин (***рис. 3***). В первую очередь это касается ветвей Камско-Кинельской системы прогибов [9].

Согласно существующим (авторским) оценкам ресурсный потенциал УВ этой толщи оценивается примерно в 12 млрд т.у.т (Фортунатова Н.К и др., 2014).

Одним из известных направлений ГРР в регионе, которому уделяется недостаточно внимания, являются **додевонские отложения**: рифей-вендские и кембрийско-ордовикско-силурийские. Первые имеют широкое распространение на территории провинции (***рис. 4***). Согласно выполненной оценке ресурсный потенциал УВ венда оценивается в 252,4 млн т.у.т извлекаемых.

Отложения нижнего палеозоя развиты на ограниченной территории преимущественно в юго-восточной и, возможно, южной частях региона. Геолого-геофизическая изученность этого интервала разреза в пределах Волго-Уральской НГП недостаточна для проведения адекватной количественной оценки ресурсного потенциала УВ. В связи с этим, основные перспективы по додевону на территории провинции на ближайшее будущее связаны с рифей-вендскими отложениями.

Согласно выполненным исследованиям отмечается дифференциация земель ВУ НГП по перспективам нефтегазоносности рифей-вендской толщи [5]. Отличительной особенностью северной части провинции (северо-западная часть Камско-Бельского авлакогена) являются многочисленные нефтегазопроявления и промышленная нефтеносность отложений верхнего венда. Главными причинами этого являются обширные территории выклинивания отложений нижнего рифея под отложения верхнего венда и, как следствие, благоприятные условия для генерации и восходящей латерально-вертикальной миграции УВ по относительно проницаемым зонам нижнего рифея в перекрывающие вендские отложения [1].

Южнее в связи со значительным погружением нижнерифейских нефтегазоматеринских толщ в результате накопления мощных среднерифейской и верхнерифейской толщ перспективы нефтегазоносности снижаются [5].

На основе имеющихся данных по додевонским отложениям можно выделить несколько перспективных в нефтегазоносном отношении зон, в пределах которых максимально эффективна постановка зонально-региональных и поисково-оценочных работ. Во-первых, это центральная и южная части Гондыревско-Маркетовской приподнятой зоны, где на уровне нижнего рифея и венда могли формироваться структурные и структурные литологически экранированные залежи.

К северной бортовой и северо-западной прибортовой частям Камско-Бельского авлакогена, занимающих гипсометрически повышенное положение, приурочено большинство установленных нефте- и битумопроявлений. Здесь рифейский комплекс наиболее освещен глубоким бурением. Вполне вероятно получение аналогичных результатов при разбуривании территорий с близкими тектоно-седиментационными характеристиками рифейского комплекса. Такие территории могут быть выделены в пределах Пермского свода и Сарапульской впадины [5].

Во-вторых, не исключается выявление нефтяных и газовых залежей в протерозойских отложениях в восточной части Южно-Татарского свода в зоне выклинивания нижнерифейских отложений под отложения верхнего венда.

Для регионов традиционной нефтегазодобычи актуален поиск залежей в **неантиклинальных ловушках**. Направления работ, связанные с антиклинальными поднятиями по основным нефтегазоносным комплексам, практически полностью себя исчерпали.

За последние 10 лет в доминантном (с наибольшими прогнозными и перспективными ресурсами нефти) эмсско-нижнефранском нефтегазоносном комплексе открывались залежи преимущественно с запасами до 0,1 млн т (***рис. 5***). Согласно последней официальной количественной оценке прогнозные и перспективные ресурсы НГК оцениваются в 2078 млн т.у.т извлекаемых, что составляет 27% ресурсов УВ провинции.

Таким образом, традиционные подходы к проведению поисковых работ на отложения «терригенного девона» не приносят значимых результатов – приростов запасов УВ. С целью дальнейшего освоения высокоперспективного эмсско-нижнефранского НГК требуется обоснование новых направлений ГРР.

Анализ и обобщение геолого-геофизических материалов прошлых лет свидетельствуют о:

Рис. 4.
Волго-Уральская НГП. Схема распространения додевонских отложений

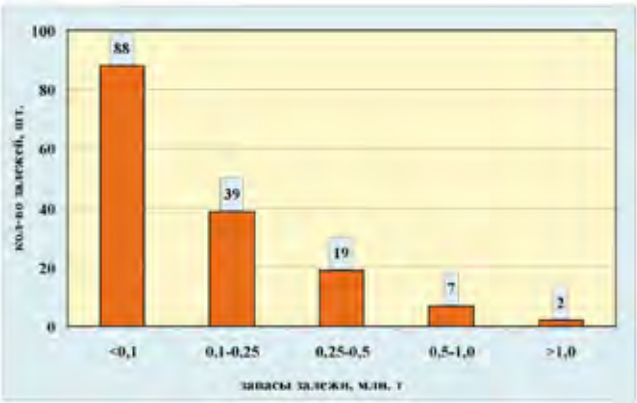

Рис. 5.
Распределение залежей нефти выявленных в отложениях «терригенного девона» за период 2008–2017 гг. по величине извлекаемых запасов

– высокой степени реализации ресурсного потенциала традиционных направлений ГРР на отложения «терригенного девона»;

– сложных соотношениях в плане и разрезе осадочной толщи на уровне «терригенного девона» и вышезалегающих толщ;

– наличии многочисленных неструктурных ловушек и, как следствие, необходимости смены парадигмы поисковых работ, а также переориентации ГРР на новые типы объектов в «терригенном девоне».

В последние годы увеличились объемы ГРР в провинции на среднефранско-турнейский преимущественно карбонатный нефтегазоносный комплекс. В результате были открыты средние и мелкие по запасам месторождения в южной части Оренбургской области: месторождения Ташлинского прогиба (Сладковско-Заречное, Кошинское, Яснополянское), месторождения бортовой зоны Муханово-Ероховского прогиба (Моргуновское, Моховое, Александровское и др.), внутрибассейновое карбонатные средне-позднефранские постройки на территории юго-востока Бузулукской впадины (Западно-Жоховское, Киндельское, Южно-Волостновское и др.). Если бортовые карбонатные массивы Камско-Кинельской системы прогибов изучаются на протяжении многих десятков лет, то активное освоение внутрибассейновых рифогенных построек начато сравнительно недавно. Глубокий литолого-стратиграфический анализ, интерпретация ГИС на уровне средне-позднефранского интервала разреза совместно с детальными сейсморазведочными работами МОГТ-3D позволили достаточно уверенно картировать подобные объекты (***рис. 6***).

Открытые рифогенные объекты имеют площадь 1,3–1,6 км^2, амплитуду до 200 м. Несмотря на небольшие размеры выявленные залежи характеризуются высокой дебитностью. Начальные дебиты скважин составляли 100–150 т/сут, максимальные достигали 500 м^3/сут. Плотность НИЗ в пределах залежей находится в пределах 0,91–1,16 млн т/км^2 [6].

Анализ палеогеографической ситуации свидетельствует о возможности выявления участков развития средне-позднефранских рифогенных объектов на территории Волго-Уральской НГП. Дальнейшее изучение этого направления работ может привести к новым открытиям высокоэффективных залежей УВ [6].

Отдельного рассмотрения заслуживает новое направление поисковых работ, активно развиваемое Н.К. Фортунатовой (ФГБУ «ВНИГНИ») с коллегами, связанное с верхнедевонско-нижнекаменноугольными **клиноформами бортовых частей некомпенсированных впадин**. Как известно, на уровне среднефранско-верхнетурнейских отложений на территории региона выделяется целая серия таких региональных структур – Актаныш-Чишминский, Муханово-Ероховский, Ташлинский прогибы и др.

В пределах склоновых частей некомпенсированных впадин на уровне позднедевонско-раннекаменноугольных отложений сформировались мощные карбонатные тела бокового наращивания (***рис. 7***). Накопление мощной толщи карбонатов в пределах относительно глубоководных участков склона прогиба могло быть связано с колебаниями уровня моря, что способствовало активизации сноса карбонатного и глинистого материала с окружающих мелководных участков шельфа, как в процессе осадконакопления, так и в результате частичного размыва осадков в периоды кратковременных перерывов [12].

С другой стороны, падения уровня моря могли приводить к периодическому возникновению в пределах склона относительно мелководных обстановок с активным карбонатонакоплением, что не исключает проградационный характер перемещения склоновых осадков в сторону центральных участков впадины по мере его компенсации карбонатными осадками.

Завершающий этап компенсации впадин ознаменовался формированием достаточно мощной толщи позднетурнейско-ранневизейских преимущественно терригенных пород. Развитие на этом уровне клиноформных комплексов обусловило формирование литологических и структурно-литологических ловушек, к которым приурочены залежи нефти в центральной части Камско-Кинельской системы прогибов.

До настоящего времени мало изученным геолого-геофизическими методами и неосвоенным регионом остается **восточная часть про-**

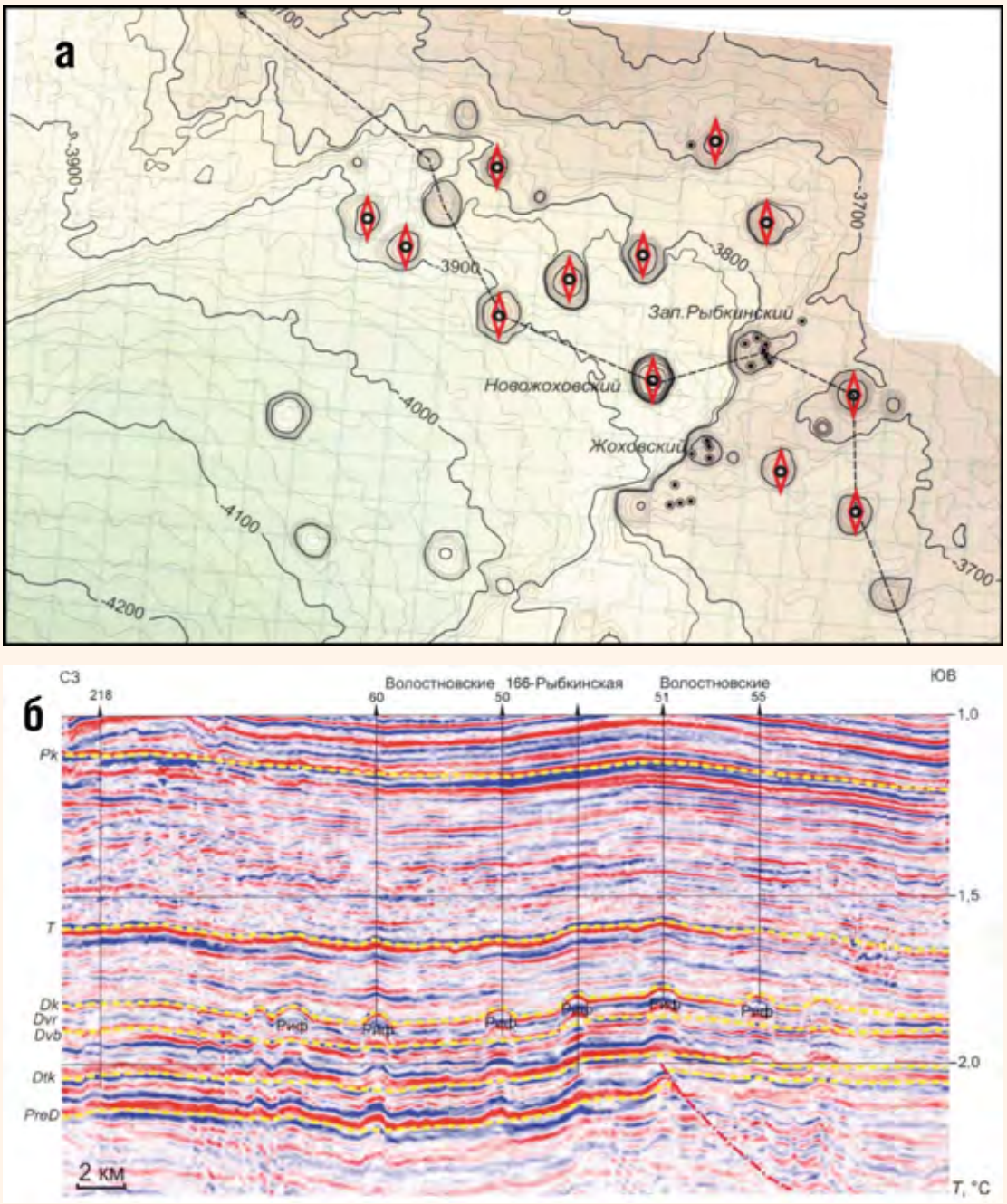

Рис. 6.
Отображение средне-позднефранских внутришельфовых карбонатных построек на структурном плане по кровле воронежского горизонта (а) и волновом поле (б) (Ю.И. Никитин и др., 2018)

винции. Восточная граница Волго-Уральской НГП до настоящего времени недостаточно обоснована. Это четко проявляется в последовательном от одной официальной количественной оценки ресурсов к другой (по мере роста изученности территории) смещении этой границы в восточном направлении. Все более обширные территории передовых складок Урала оказываются перспективными в нефтегазовом отношении.

На протяжении десятилетий складчато-надвиговые зоны по периферии нефтегазоносных бассейнов оставались без должного внимания геологов-нефтяников. В первую очередь, это было обусловлено наличием крупных нефтегазоносных провинций с гигантскими ресурсами/запасами в пределах платформ, а также со сложностью геологического строения шарьяжно-надвиговых зон и отсутствием геолого-геофизических методов изучения таких территорий.

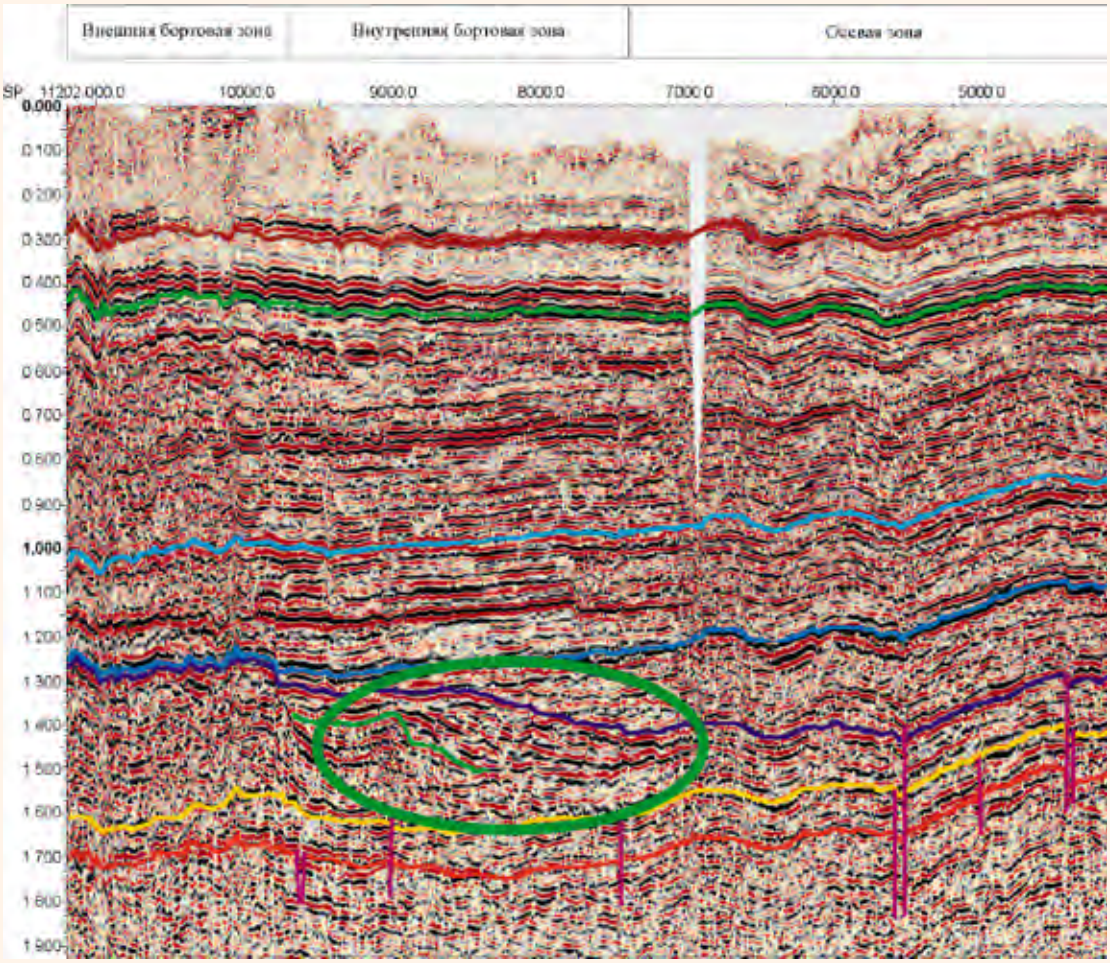

Рис. 7.
Отображение турнейских клиноформ в волновой картине по фрагменту профиля RU-210003 (Муханово-Ероховский прогиб) (по материалам ОАО «Удмуртгеофизика», 2013)

В связи с истощением ресурсного потенциала традиционных регионов нефтедобычи все более возрастает интерес к ранее пропущенным и недоизученным территориям и направлениям работ, среди которых высокоперспективными являются зоны развития шарьяжно-надвиговых дислокаций (передовых складок) по периферии платформ [10]. Изучение этих сложно построенных территорий стало возможным в связи с развитием в последние годы высокоразрешающих геофизических методов, а также мощного аппарата геологического анализа на основе бассейнового моделирования 2D. Развитие технологий геологического моделирования позволяет по-новому подойти к изучению формирования потенциальных ловушек УВ различного типа (***рис. 8***).

Зона передовых складок Урала протягивается с севера на юг на расстояние более 2000 км при ширине в первые десятки километров. Эта территория характеризуется всеми необходимыми для обоснования промышленной нефтеносности критериями: наличием ловушек, коллекторов и флюидоупоров, богатых органическим веществом нефтегазоматеринских толщ, промышленных нефтегазопроявлений и т.д. Кроме того, формирование Уральской складчатой системы в северной части региона могло оказать положительное влияние на реализацию нефтегазоматеринского потенциала верхнепалеозойскими толщами.

Неразведанные ресурсы нефти и газа, связанные с надвиговыми дислокациями Урала, могут в ближайшем будущем послужить базой для увеличения нефтегазового потенциала Волго-Уральской НГП [10].

Кроме того, в восточной части провинции до сих пор остаются недоизученные территории и части палеозойского разреза. В первую очередь это касается Юрюзано-Сылвенской впадины. В силу особенностей своего административного положения на стыке Приволжского и Уральского федеральных округов, а также сложности поверхностных условий этот, без-

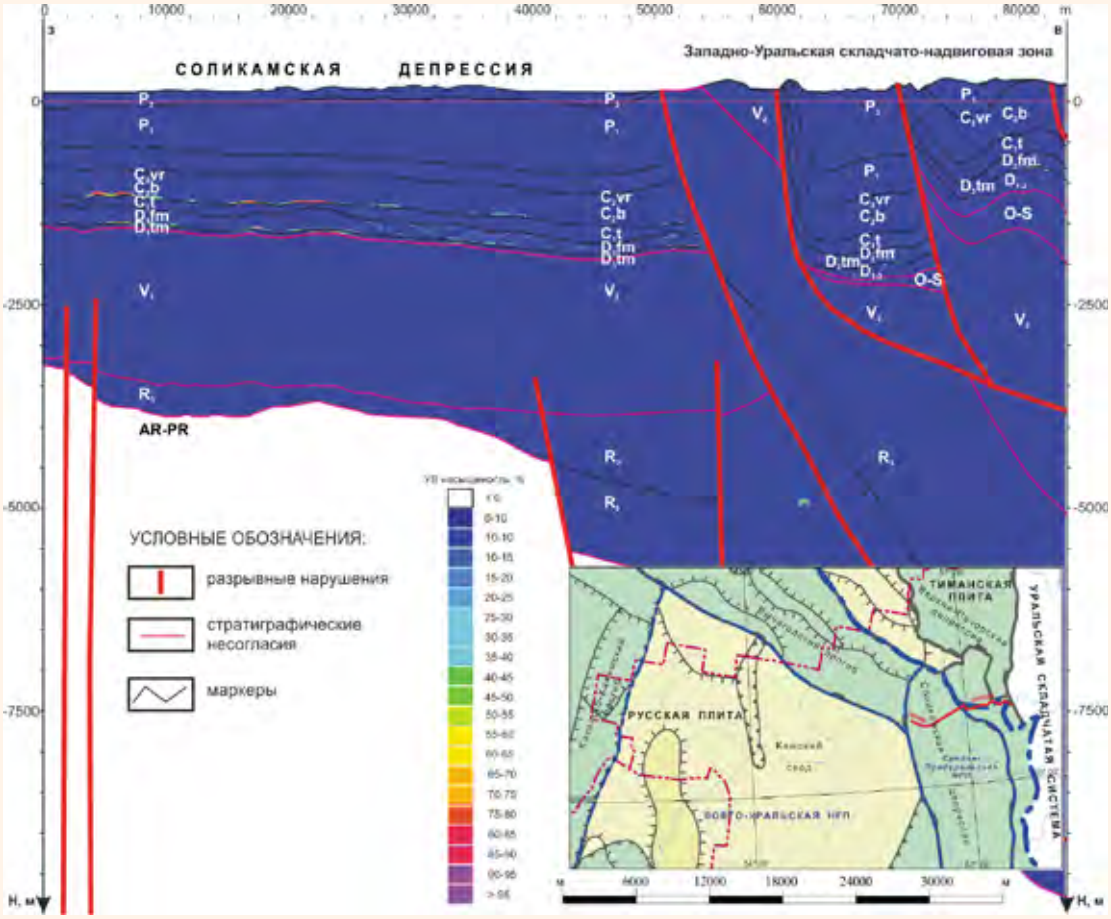

Рис. 8.
Прогноз УВ насыщенности по композитному профилю 120006, 1206v04 на основе реализации бассейнового моделирования 2D

условно, перспективный регион остается неосвоенным. Отдельного изучения заслуживают потенциально перспективные в нефтегазовом отношении молассоидные толщи восточного борта Предуральского прогиба и сопредельных территорий складчатого Урала.

Прикаспийская НГП

В силу низкой степени изученности и освоенности ресурсов первоочередной задачей ГРР на территории провинции является проведение региональных и зонально-региональных работ: параметрического бурения, сейсморазведки 2D, электроразведки в модификациях ЗСБ и МТЗ.

Ввиду больших глубин залегания потенциально продуктивных отложений на ближайшую перспективу рекомендуется сконцентрировать ГРР на визейско-башкирских, надверейских и надсолевых отложениях.

Высокими перспективами выявления значительных по запасам залежей УВ является территория Астраханского свода и его склонов [3]. Результаты сейсморазведочных работ свидетельствуют о развитии по **кровле башкирских карбонатов крупных зон поднятий** по периферии Астраханского свода: Юстинское, Буратинское и т.д. Эта территория является перспективной на выявление газовых и газоконденсатных залежей (***рис. 9***). Формирование крупных скоплений УВ на этой территории подтверждается выявленными крупными и гигантскими месторождениями УВ: Западно- и Центрально-Астраханским, Левобережной и Правобережной частями Астраханского газоконденсатного месторождения. Главными проблемами при освоении вновь открываемых залежей, возможно, будет достаточно высокая концентрация кислых компонентов (сероводорода и углекислого газа). Однако в северном направлении прогнозируется уменьшение их концентраций и, соответственно, улучшение качества УВ сырья.

Сейсморазведочными работами последних лет на территории российской части Прикаспийской НГП были выявлены многочисленные

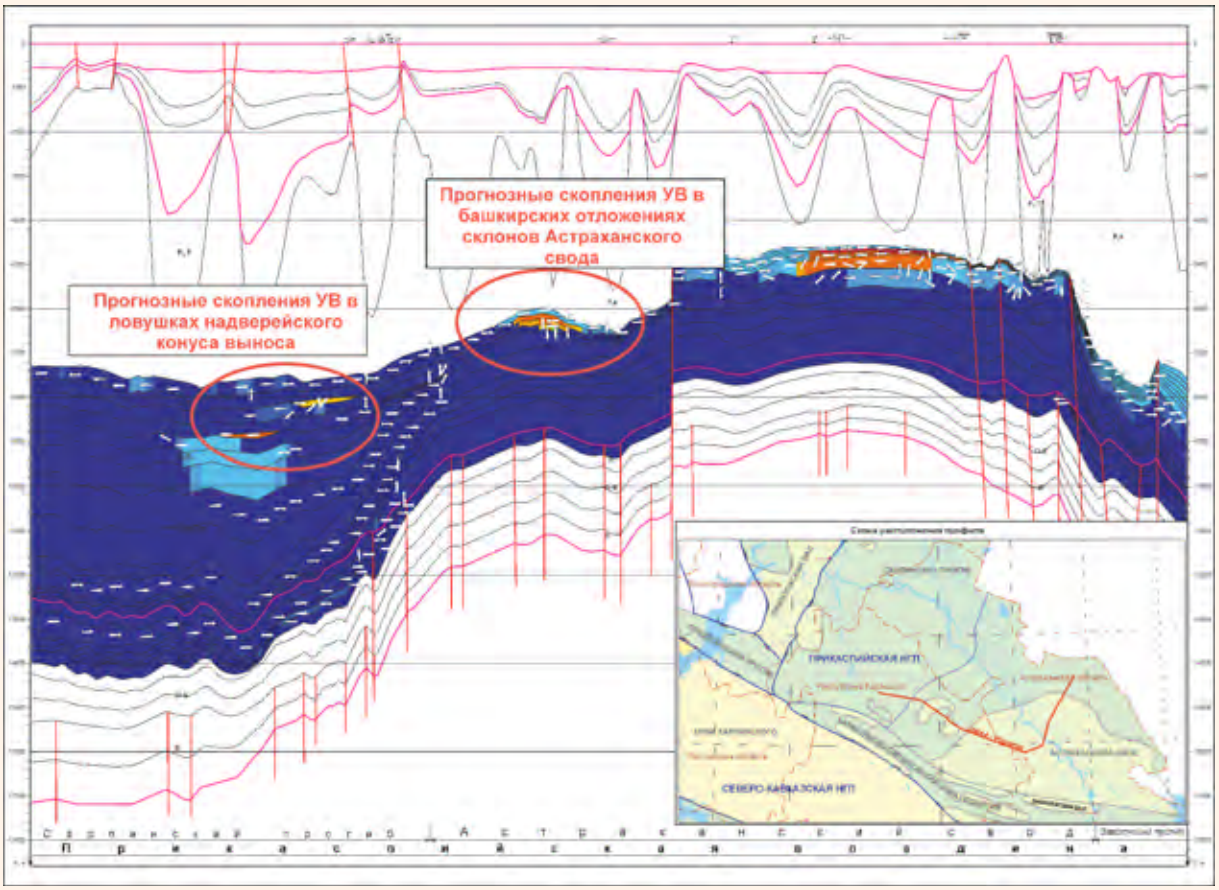

Рис. 9.
Модель миграции и аккумуляции УВ по фрагменту композитного профиля LINE4-4 - PR0030105

и достаточно крупные объекты по кровле башкирского яруса (отражающий горизонт $П_2$) и подошве соленосной толщи (отражающий горизонт $П_1$). Первые, как правило, осложняют зоны поднятий, имеющих тектоническую природу: Озинскую, Алтатинско-Никольскую и Ерусланско-Упрямовскую.

На протяжении примерно 20 лет с даты открытия в Уральской области Казахстана месторождения Карачаганак геологоразведочные работы на подсолевые отложения в северной и северо-западной части Прикаспийской НГП были ориентированы на выявление и подготовку крупных высокоамплитудных рифогенных массивов по кровле башкирских карбонатов. Эта парадигма привела к неудачам поисково-оценочных работ (скв. Черная Падина № 1, Каинсайские № 1 и 2, Буранная № 1 и др.).

Дальнейшие зонально-региональные и поисковые работы показали, что объекты Карачаганакского типа если и получили развитие в российской части провинции, то достаточно редки, и их выявление является уникальным событием. Вероятно, основными поисковыми объектами на рассматриваемой территории являются крупные поднятия преимущественно тектонической природы, резервуаром в которых являются карбонатные визейско-башкирские отложения, а флюидоупором глинисто-аргиллитовые разности мелекесско-верейской толщи или сульфатно-соленосные отложения нижней перми [7].

С целью оценки нефтегазоносности таких объектов, обоснования скоростных характеристик разреза требуется проведение параметрического бурения. В качестве первоочередных скважин могут быть рекомендованы Никольская № 1 (Саратовская область), а также скважины в пределах крупных поднятий Ерусланско-Упрямовской зоны (Саратовская и Волгоградская области).

В **надверейских отложениях** российской части Прикаспийской НГП прогнозируется развитие массивных резервуаров, приуроченных к крупным объектам седиментационной природы – подводным конусам выноса центральной части Прикаспийской депрессии (***рис. 10***). Наличие таких объектов предполагается в раструбе Рязано-Саратовского прогиба (северо-западная часть НГП), а также по периферии Астраханского свода в Заволжском и Сарпинском прогибах

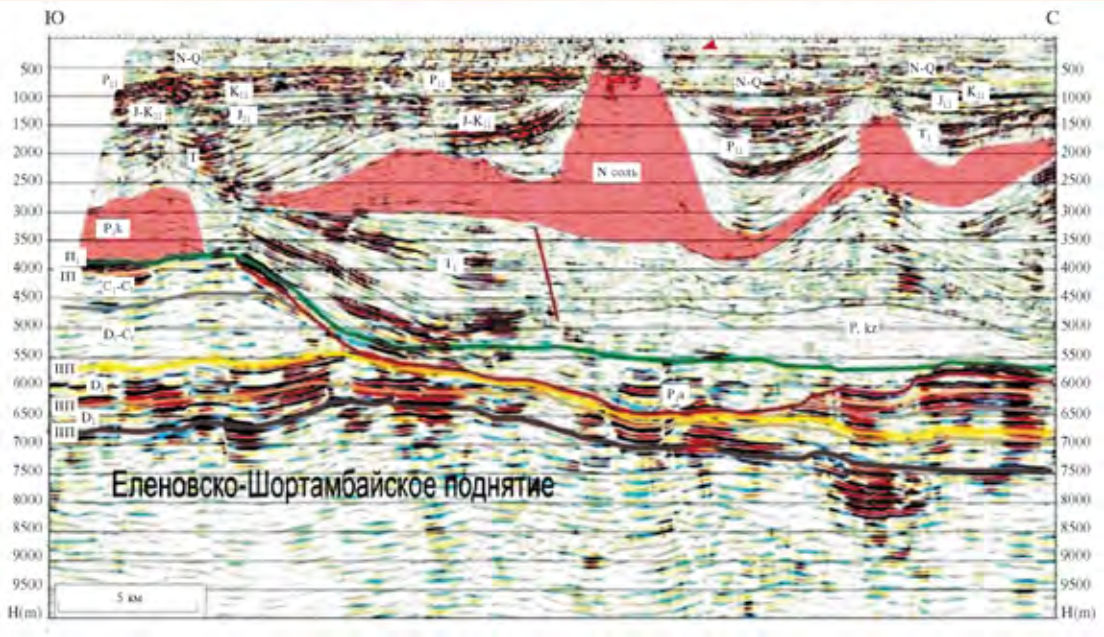

Рис. 10.
Глубинный динамический разрез по сейсмическому профилю через Еленовско-Шортамбайский вал (Ю.А. Волож и др., 2019)

[2]. В современном структурном плане конусам выноса могут соответствовать перекрытые соленосной толщей крупные валообразные поднятия протяженностью до десятков километров и амплитудой до 1000 м.

По мнению Ю.А. Воложа, механизм формирования таких мощных седиментационных тел может быть представлен следующим образом [2]: в период осадконакопления в раннепермском бассейне Прикаспия уровень моря испытывал резкие колебания, временами падая до отметок минус 1500 м. В указанные моменты времени на континентальном склоне и прилегающих шельфах вырабатывалась система каньонов. Одновременно с этим, в котловине, на их продолжении происходило формирование мощных конусов выноса, сложенных терригенными отложениями, среди которых существенную роль играли грубые (песчаные) осадки. По аналогии с хорошо изученными подводными конусами глубоководных котловин внутренних морей, таких, например, как плиоценовые конусы пра-Волги и пра-Аму-Дарьи в Южно-Каспийской котловине, доля песков может достигать 10% и более от общего объема пород конуса.

Мировой опыт нефтегазопоисковых работ свидетельствует, что с конусами выноса, аналогичными прогнозируемому Ю.А. Воложем в Заволжском прогибе, могут быть связаны крупные по запасам месторождения углеводородов.

Не исключена возможность формирования песчаных резервуаров на уровне мелекесско-верейских отложений. С этой толщей может быть связано выявление крупных и гигантских газовых залежей [7]. При этом в составе газа прогнозируется отсутствие кислых компонентов.

Активное изучение геолого-геофизическими методами **надсолевых отложений** продолжалось до первой половины семидесятых годов. В шестидесятых был достигнут пик интенсивности прироста запасов нефти и газа по надсолевым отложениям в Прикаспийской НГП. Причиной послужило открытие трех средних по запасам месторождений Кенкияк, Прорва и Мартыши (Республика Казахстан). В дальнейшем эффективность работ начала падать.

Снижение эффективности поисково-разведочных работ и преобладание в надсолевых отложениях мелких по запасам месторождений стали причинами постепенного наращивания с конца 1960-х годов объемов ГРР на подсолевые отложения. Открытие в подсолевых отложениях ближайшего обрамления Прикаспийской НГП Оренбургского газоконденсатного месторождения послужило толчком к активизации работ по подсолевому направлению. В 1970–1980 гг. это привело к открытию гигантских месторождений Астраханского, Тенгизского, Карачаганакского, крупных Жанажольского, Королевского, Имашевского. В результате с 1980-х годов работы по изучению надсолевых отложений стали проводиться в ограниченных объемах или попутно с изучением подсолевых.

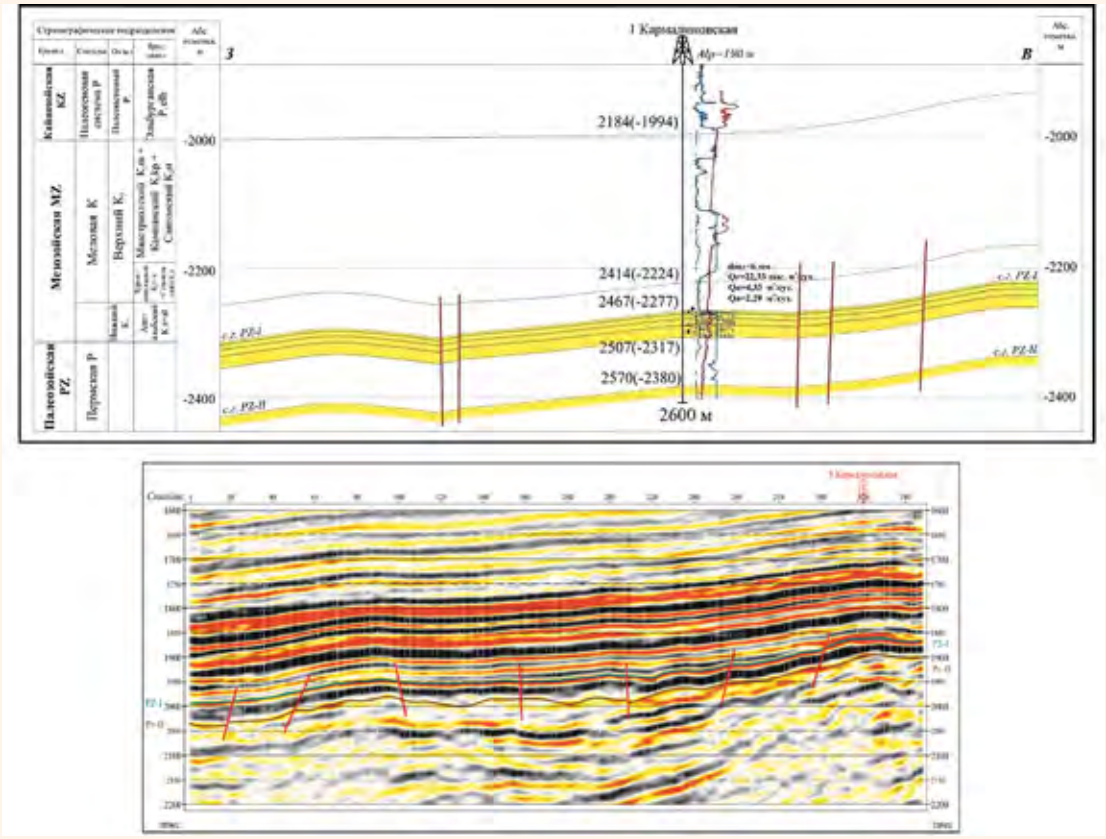

Рис. 11.
Сейсмогеологический и временной разрезы Карамалиновской площади (по данным ООО «Газпром добыча Краснодар», 2014)

Вместе с тем, надсолевые отложения остаются перспективным направлением работ в регионе. Об этом свидетельствует открытие и разработка новых месторождений УВ (Узеньского, Моктинского), наличие значительных по запасам месторождений нефти (Верблюжье).

Причерноморско-Северо-Кавказская НГП

В качестве наиболее перспективных направлений ГРР в регионе являются недоизученные или малоизученные глубокопогруженные отложения межсолевой и подсолевой юры Терско-Каспийского прогиба, коры выветривания домезозойского основания, неструктурные ловушки на склонах крупных положительных структур (в том числе кайнозойского возраста), глубокопогруженные отложения палеогена и неогена центральной части Индоло-Кубанского прогиба и битуминозные толщи палеогена Восточного Предкавказья.

На протяжении нескольких десятилетий обсуждается вопрос о перспективах нефтегазоносности домезозойского основания Предкавказья. Известные в настоящее время месторождения нефти и газа региона в основном приурочены к верхнему (мезо-кайнозойскому) структурному этажу платформ, сложенному осадочными породами. Вместе с тем, на территории Предкавказья известны промышленные залежи и скопления УВ в кровле нижнего структурного этажа – в выветрелых породах фундамента (Юбилейное, Расшеватское, Кармалиновское и др.). Последний представляет собой самостоятельную геологическую формацию, нижняя возрастная граница которой не всегда может быть установлена, а верхняя обычно близка возрасту покрывающих осадочных пород.

Домезозойские отложения Предкавказья были вовлечены в сложный, многократно повторяющийся процесс тектонических перестроек позднепалеозойского времени, что способствовало формированию в коре выветривания коллекторов со сложным пустотным пространством. Примерами могут служить Юбилейная (Дагестан) и Карамалинская (Ставропольский край) площади (***рис. 11***). Коллектором в первом случае является трещиноватая толща роговиков, во втором – трещиноватые сланцы со смешанным типом пустотного пространства.

Комплексное изучение домезозойских пород позволит осуществить адекватную оценку

ресурсного потенциала УВ этого перспективного комплекса отложений.

Отдельного рассмотрения заслуживает территория Крымского полуострова. Существующая модель строения этого региона основана на региональных исследованиях 60-80-х годов прошлого века. В связи этим модель строения региона нуждается в уточнении. Проведение здесь региональных комплексных геолого-геофизических работ позволит получить единую модель строения Индоло-Кубанского прогиба и сопредельных территорий. Существующие методические подходы к выявлению залежей на Таманском полуострове и сопредельной территории, возможно, будут применимы для поиска скоплений УВ в отложениях мезо-кайнозоя Крыма.

Выводы

1. В Европейской части России расположено несколько крупных центров нефте- и газодобычи, приуроченных в первую очередь к Волго-Уральской и Прикаспийской провинциям. Несомненный интерес представляет выявление, подготовка и дальнейшее освоение ресурсного потенциала Причерноморско-Северо-Кавказской НГП. Утверждение Стратегии развития минерально-сырьевой базы РФ до 2035 г. определяет для научных и производственных организаций в сфере геологоразведки количественные уровни, достижение которых обеспечит воспроизводство минерально-сырьевой базы на перспективу. Реализация Стратегии достигается обоснованием и введением в освоение наиболее перспективных направлений работ по каждой из нефтегазоносных провинций.

2. В Волго-Уральской НГП среди приоритетных направлений работ можно выделить: изучение коллекторов с низкими ФЕС и обоснование новых, в том числе ранее пропущенных залежей УВ; доманиковые и доманикоидные отложения некомпенсированных впадин; додевонские отложения центральной и северной частей провинции; залежи в неантиклинальных ловушках; передовые складки Урала.

3. На ближайшую перспективу приоритетными направлениями ГРР в Прикаспийской НГП будут зоны крупных поднятий по кровле башкирских и надверейских отложений в центральной части депрессии; крупные поднятия в подсолевых отложениях по периферии Астраханского свода; параметрическое бурение, в т.ч. Никольской скважины на Алтатинско-Никольской зоне поднятий; надверейские конуса выноса и приуроченные к ним локальные объекты; надсолевые отложения центральной части депрессии.

4. В Причерноморско-Северо-Кавказской НГП представляет интерес изучение региональными и зонально-региональными методами территории Крыма; изучение домезозойской коры выветривания; изучение неструктурных ловушек в мезозойской и кайнозойской частях разреза; оценка перспектив нефтегазоносности глубокопогруженных частей мезо-кайнозойского осадочного чехла.

Литература

1. Белоконь Т.В., Горбачев В.И., Балашова М.М. Строение и нефтегазоносность рифейско-вендских отложений востока Русской платформы. Пермь: Звезда. 2001. 108 с.
2. Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А. и др. Оренбургский тектонический узел: геологическое строение и нефтегазоносность / Под ред. Ю.А. Воложа и В.С. Парасыны. М.: Научный мир. 2013. 261 с.
3. Волож Ю.А., Гогоненков Г.Н., Делия С.В. и др. Углеводородный потенциал глубоких горизонтов Астраханской зоны нефтегазонакопления: проблемы и решения. //Геотектоника. 2019. № 3. С. 3–21.
4. Князев А.Р. Оценка трещиноватости низкопористых карбонатных нефтенасыщенных пород по результатам геофизических исследований скважин. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Пермь. 2009.
5. Меркулов О.И., Сизинцев С.В., Зинченко И.А., Богачкин А.Б. Додевонские отложения Волго-Уральской провинции: перспективы нефтегазоносности, основные направления геологоразведочных работ //Минеральные ресурсы России. 2019. № 1. С. 16–23.
6. Никитин Ю.И., Вилесов А.П., Корягин Н.Н. Нефтеносные верхнефранские рифы – новой направление геологоразведочных работ в Оренбургской области //Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2018. № 5. С. 4–11.
7. Никитин Ю.И., Яцкевич С.В. Среднекаменноугольные глубоководные конуса выноса – перспективное направление геологоразведочных работ на нефть и газ в пределах северо-западной части Прикаспийской впадины //Недра Поволжья и Прикаспия. 2013. Вып. 76. С. 3–7.
8. Постнова Е.В., Меркулов О.И., Сизинцев С.В. Состояние сырьевой базы углеводородов юго-востока европейской части России и первоочередные направления геологоразведочных работ //Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2017. № 5. С. 4–12.
9. Прищепа О.М., Аверьянов О.Ю., Ильинский А.А., Морариу Д. Нефть и газ низкопроницаемых сланцевых толщ – резерв сырьевой базы углеводородов России. Санкт-Петербург: ВНИГРИ. 2014. 323 с.
10. Соборнов К.О. Возможности наращивания ресурсной базы газодобычи в складчатых поясах России //Вести газовой науки. 2014. № 3. С. 56–61.
11. Стратегия развития минерально-сырьевой базы РФ до 2035 г. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 22.12.2018 № 2914-р. Доступно на: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72038606/ (обращение 07.06.2019).

12. Фортунатова Н.К., Швец-Тэнэта-Гурий А.Г., Гумаров Р.К. и др. Клиноформные тела в палеозойских карбонатных толщах Камско-Кинельской системы прогибов – новый тип поисковых нефтяных объектов в западном Татарстане //Геология нефти и газа. 2006. № 1. С. 24–31.

UDC 550.81:549.88 (47-12)

O.I. Merkulov, PhD, Deputy Managing Director for Geology, NVNIIGG[1], merkulov@nvniigg.san.ru
S.V. Sizintsev, Head of the Sector of Monitoring of Exploration and Quantification of Hydrocarbon Resources, NVNIIGG[1], sizincev@nvniigg.san.ru
I.A. Zinchenko, Head of Geological Modeling Sector, NVNIIGG[1], zinchenkoia91@gmail.com
A.B. Bogachkin, PhD, Leading Researcher of the Sector of Monitoring of Exploration and Quantification of Hydrocarbon Resources, NVNIIGG[1], bogachkin@yandex.ru

[1]Nizhne–Volzhsky Research Institute of Geology and Geophysics. 70 Moskovskaya str., Saratov, 410012, Russia.

Promising areas of hydrocarbons exploration in Volga-Urals, Caspian, and Black Sea-North Caucasus petroleum provinces as a part of the strategy for the development of mineral resource base of the Russian Federation until 2035.

Abstract. The state of hydrocarbon resource base in Volga–Urals, Caspian, and Black Sea–North Caucasus petroleum provinces is presented as on January 1, 2018.The most promising trends of exploration are identified, which may have a great impact on the resource potential of the regions and the possibility of hydrocarbon reserves growth and production.

Keywords: Volga–Urals Petroleum Province, Caspian Petroleum Province, Black Sea–North Caucasus Petroleum Province, hydrocarbons, total initial resources, production, reserves, field, petroleum potential, exploration trends.

References

1. Belokon' T.V., Gorbachev V.I., Balashova M.M. ***Stroenie i neftegazonosnost' rifejsko-vendskih otlozhenij vostoka Russkoj platform*** [Structure and petroleum potential of the Riphean-Vendian sediments in the east of the Russian platform]. Perm, Zvezda Publ., 2001, 108 p.
2. Volozh Ju.A., Antipov M.P., Bykadorov V.A. i dr. ***Orenburgskij tektonicheskij uzel: geologicheskoe stroenie i neftegazonosnost'*** [Orenburg tectonic node: geological structure and oil and gas potential]. By edited. Ju.A. Volozha and V.S. Parasyny. Moscow, Nauchnyj mir Publ., 2013, 261 p.
3. Volozh Ju.A., Gogonenkov G.N., Delija S.V. i dr. ***Uglevodorodnyj potencial glubokih gorizontov Astrahanskoj zony neftegazonakoplenija: problemy i reshenija*** [Hydrocarbon potential of deep horizons of the Astrakhan zone of oil and gas accumulation: problems and solutions]. ***Geotektonika*** [Geotectonics], 2019, no. 3, pp. 3–21.
4. Knjazev A.R. ***Ocenka treshhinovatosti nizkoporistyh karbonatnyh neftenasyshhennyh porod po rezul'tatam geofizicheskih issledovanij skvazhin*** [Evaluation of low porosity carbonate oil-saturated rocks from the results of well logging]. Abstract of PhD thesis. Perm, 2009.
5. Merkulov O.I., Sizincev S.V., Zinchenko I.A., Bogachkin A.B. ***Dodevonskie otlozhenija Volgo-Ural'skoj provincii: perspektivy neftegazonosnosti, osnovnye napravlenija geologorazvedochnyh rabot*** [Pre-Devonian deposits of the Volga-Ural province: oil and gas potential, the main directions of exploration]. ***Mineral'nye resursy Rossii*** [Mineral Resources of Russia], 2019, no. 1, pp. 16–23.
6. Nikitin Ju.I., Vilesov A.P., Korjagin N.N. ***Neftenosnye verhnefranskie rify – novoj napravlenie geologorazvedochnyh rabot v Orenburgskoj oblasti*** [Oil-bearing Verkhnefranskie reefs- a new direction of exploration in the Orenburg region]. ***Geologija, geofizika i razrabotka neftjanyh i gazovyh mestorozhdenij*** [Geology, geophysics and development of oil and gas fields], 2018, no. 5, pp. 4–11.
7. Nikitin Ju.I., Jackevich S.V. ***Srednekamennougol'nye glubokovodnye konusa vynosa – perspektivnoe napravlenie geologorazvedochnyh rabot na neft' i gaz v predelah severo-zapadnoj chasti Prikaspijskoj vpadiny*** [Middle Carboniferous deepwater debris cones- a promising direction of exploration for oil and gas in the north-western part of the Caspian Basin]. ***Nedra Povolzh'ja i Prikaspija*** [Nedra Volga and Caspian], 2013, issue 76, pp. 3–7.
8. Postnova E.V., Merkulov O.I., Sizincev S.V. ***Sostojanie syr'evoj bazy uglevodorodov jugo-vostoka evropejskoj chasti Rossii i pervoocherednye napravlenija geologorazvedochnyh rabot*** [The state of the raw material base of hydrocarbons in the southeast of the European part of Russia and the priority areas of geological exploration]. ***Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie*** [Mineral resources of Russia. Economics and Management.], 2017, no. 5, pp. 4–12.
9. Prishhepa O.M., Aver'janov O.Ju., Il'inskij A.A., Morariu D. ***Neft' i gaz nizkopronicaemyh slancevyh tolshh – rezerv syr'evoj bazy uglevodorodov Rossii*** [Oil and gas of low permeable shale strata- reserve of the hydrocarbon resource base of Russia]. St. Petersburg, VNIGRI Publ., 2014, 323 p.
10. Sobornov K.O. ***Vozmozhnosti narashhivanija resursnoj bazy gazodobychi v skladchatyh pojasah Rossii*** [Possibilities for increasing the gas production resource base in Russia's folding belts]. ***Vesti gazovoj nauki*** [Lead gas science], 2014, no. 3, pp. 56–61.
11. ***Strategija razvitija mineral'no-syr'evoj bazy RF do 2035 g. Utverzhdena rasporjazheniem Pravitel'stva RF ot 22.12.2018 № 2914-r.*** [The development strategy of the mineral resource base of the Russian Federation until 2035. Approved by the order of the Government of the Russian Federation of 22.12.2018 No. 2914-p]. Avialable at: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72038606/ (accessed 7 June 2019).
12. Fortunatova N.K., Shvec-Tjenjeta-Gurij A.G., Gumarov R.K. i dr. ***Klinoformnye tela v paleozojskih karbonatnyh tolshhah Kamsko-Kinel'skoj sistemy progibov – novyj tip poiskovyh neftjanyh ob#ektov v zapadnom Tatarstane*** [Klinoform bodies in the Paleozoic carbonate strata of the Kama-Kinel deflection system- a new type of exploratory oil facilities in western Tatarstan]. ***Geologija nefti i gaza*** [Geology of oil and gas], 2006, no. 1, pp. 24–31.