

УДК 553.98

М.А. Лобусев¹, e-mail: vipermic@gmail.com; Ю.А. Антипова¹; А.А. Вересович¹¹ ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (Национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» (Москва, Россия).

Анализ динамики добычи нефти и воды из хадумских отложений Северо-Кавказской нефтегазоносной платформы путем исследования волнового хода динамики флюидного режима

В статье рассмотрена возможная взаимосвязь между расширением и последующим сжатием Земли (пульсациями) и динамикой отбора жидкости из зон, подверженных тектоническому напряжению.

В 1933 г. В. Бухер назвал явления расширения и сжатия Земли пульсациями и предположил, что в фазы расширения Земли происходило растяжение земной коры и формирование геосинклиналей, а в фазы сжатия в их пределах возникали складки. Эту гипотезу развивали в своих работах М.А. Усов и В.А. Обручев.

Отсутствие надежных доказательств фаз общего глобального расширения (или сжатия) является наиболее существенным недостатком гипотезы. Отдельные фазы не везде на Земле протекают одновременно и одинаково.

Растяжение наиболее ярко проявляется в срединно-океаническом хребте. Сжатие проявляется в складчатых поясах Земли, где происходит горизонтальное смятие горных пород и выжимание их кверху и в стороны, а за счет повышения температуры (от трения сжатия) развиваются процессы метаморфизма, магматизма (гранитизации), раздавливание. В работе даны краткие сведения о геолого-геофизической, литологической и сейсмической информации в районе исследований. Построены гистограммы темпов отбора жидкости по некоторым существующим месторождениям региона, ведущим добычу с 1970-х гг. Установлены связи между волновым ходом динамики флюидного режима и темпами отбора жидкости.

Выделены чередующиеся стадии работы месторождений, прослежен волновой ход динамики флюидного режима нефтегазовых залежей, в связи с чем возможно применение относительно новой пульсационной научной теории сжатия и растяжения недр Земли.

Ключевые слова: хадумская свита, углеводороды, оценка ресурсов, прогноз добычи, тектоника, трещиноватость, миграционные процессы, скопления углеводородов, динамика отбора углеводородов.

.....

М.А. Lobusev¹, e-mail: vipermic@gmail.com; Yu.A. Antipova¹; A.A. Veresovich¹

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) (Moscow, Russia).

Analysis of Dynamics of Oil and Water Production from Khadum Deposits of The North-Caucasian Oil and Gas Province by Wave Dynamics of Fluid Mode

The paper considers the possible interrelation between the expansion and subsequent compression of the Earth (pulsations) and the dynamics of fluid extraction from zones subject to tectonic stress is considered in the article.

In 1933, V. Bucher named the phenomenon of expansion and contraction of the Earth by pulsations and suggested that in the phase of Earth's expansion, the Earth's crust was stretched and geosynclines formed, and the compression phases within their boundaries there were folds. This hypothesis was developed in his studies by M.A. Usov and V.A. Obruchev. The absence of reliable proofs of the phases of a general global expansion (or contraction) is the most significant flaw in the hypothesis. Separate phases do not always occur simultaneously on the Earth at the same time.

Stretching is most clearly manifested in the mid-oceanic ridge. Compression - manifests itself in the folded belts of the Earth, where the horizontal crushing of rocks and squeezing them up and in the sides, and due to the increase in temperature (from the friction of compression), there are processes of metamorphism, magmatism (granitization), crushing.

The paper gives brief information about geological, geophysical, lithological and seismic information in the area of research. The histograms of liquid extraction rates have been constructed for some of the existing deposits in the region

that have been producing since the 1970s. The connections between the wave course of the dynamics of the fluid regime and the rates of fluid extraction are established.

The alternating stages of the oilfield work are distinguished, the wave course of fluid regime dynamics of oil and gas deposits is traced, and therefore, a relatively new pulsational scientific theory of compression and expansion of the Earth's interior is possible.

Keywords: Khaduma Formation, hydrocarbons appraisal of resources, production forecast, structural geology, fracture analysis, dispersal movements, accumulation of hydrocarbons, dynamics of hydrocarbons selection.

В связи с естественным сокращением фонда ловушек углеводородов в караган-чокракском и юрско-меловом комплексах отложений, являющихся основными продуктивными горизонтами на территории Северо-Кавказской нефтегазоносной платформы (НГП), актуальной является разведка нефтегазоперспективных объектов в отложениях нижнемайкопской серии, включающей хадумскую и баталпашинскую свиты, нефтегазоносность которых уже доказана на целом ряде площадей.

Целью исследований являются оценка и прогноз динамики темпов отбора углеводородов и воды в нефтегазоперспективных объектах из хадумских отложений Предкавказья (рис. 1).

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В тектоническом отношении территория объекта исследования приурочена к южной окраине Скифской платформы (рис. 2), относящейся к молодым эпигерцинским платформам. По палеозойскому фундаменту она осложнена такими крупными положительными тектоническими элементами, как Ставропольский свод, Прикумский свод и Донецко-Каспийская погребенная складчатая зона. К отрицательным элементам относятся Восточно-Кубанская впадина и Терско-Каспийский прогибы. Одним из наиболее крупных элементов, осложняющих Терско-Каспийскую впадину, является Прикумско-Тюленевский вал, состоящий из двух зон поднятий – Озексуатской и Сухокумской. Изучение тектонических особенностей строения объекта исследования

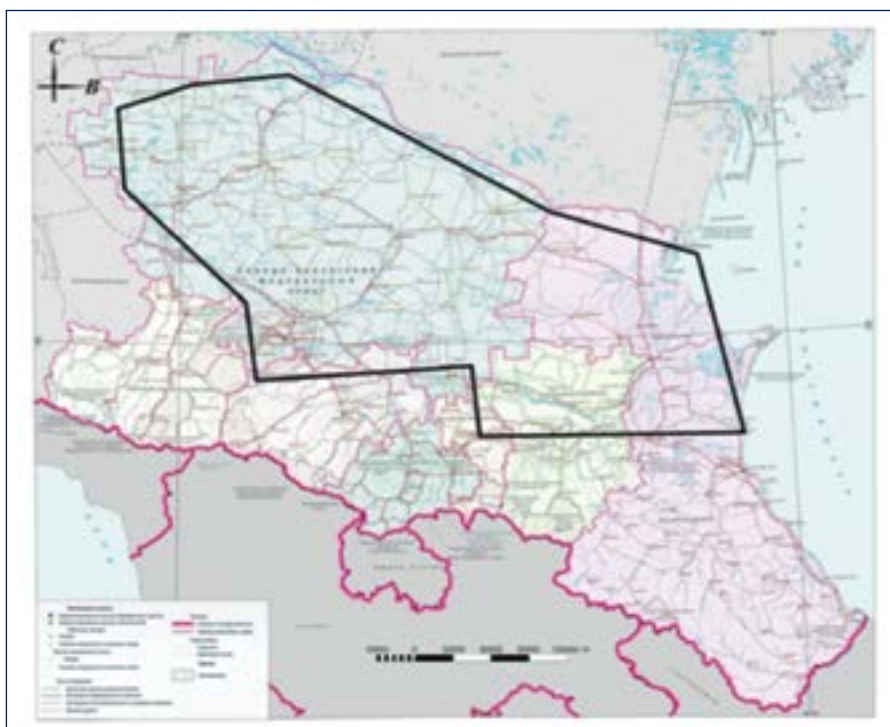


Рис. 1. Обзорная карта района работ с нанесенным полигоном исследований

Fig. 1. Work location map with the study area

осложнено тем, что он находится на сочленении двух совершенно разных тектоно-структурных элементов: эпигерцинской платформы и передового прогиба. Тектоническое строение Скифской эпигерцинской платформы также весьма сложно и обусловлено движениями блоков фундамента по разлому. Хадумский горизонт в значительной мере представлен тонким переслаиванием алевритового и глинистого материала (толщина прослоев – порядка долей миллиметра). Кровля хадумского горизонта отчетливо фиксируется на кривой КС небольшим повышением со-

противлений и слабой отрицательной аномалией ПС по сравнению с вышележащими майкопскими отложениями. Для глин в верхней части хадума характерны пористость ~25 %, плотность 2010 кг/м³.

Общая толщина хадумского горизонта колеблется от 68 до 115 м и зависит в основном от степени размыва пород белоглинского горизонта, подстилающего хадум. Толщина нижней майкопской подсерии изменяется от 150 до 400 м. По данным электронной микроскопии (В.И. Тараненко, М.Ю. Хакимов, В.Н. Диваков, 1989 г.), нефть в глинах залегает

Ссылка для цитирования (for citation):

Лобусев М.А., Антипова Ю.А., Вересович А.А. Анализ динамики добычи нефти и воды из хадумских отложений Северо-Кавказской нефтегазоносной платформы путем исследования волнового хода динамики флюидного режима // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2017. № 6. С. 22–26.

Lobusev M.A., Antipova Yu.A., Veresovich A.A. Analysis of Dynamics of Oil and Water Production from Khadum Deposits of The North-Caucasian Oil and Gas Province by Wave Dynamics of Fluid Mode. Territorija «NEFTEGAZ» = Oil and Gas Territory, 2017, No. 6, P. 22–26. (In Russian)

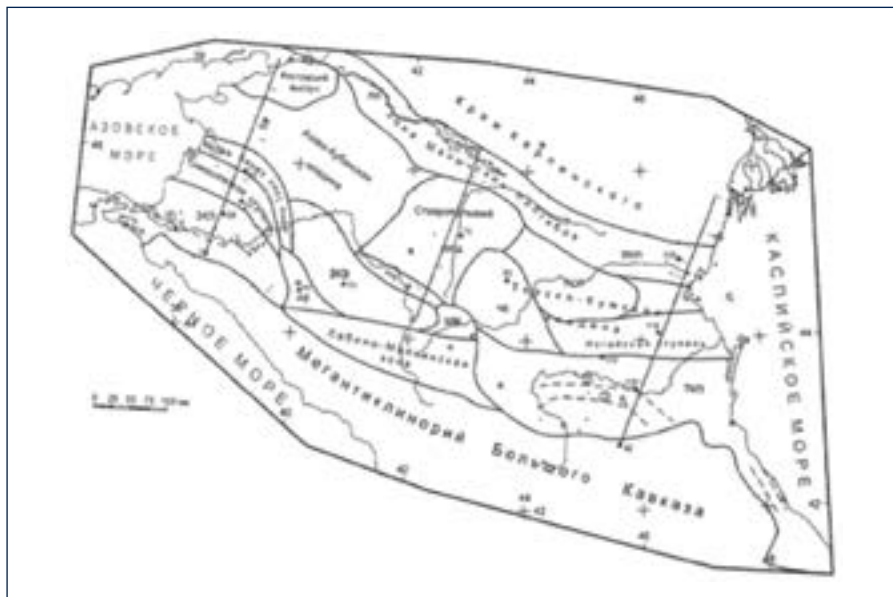


Рис. 2. Фрагмент схемы тектонического районирования Предкавказья (по Н.В. Клавдиевой, 2007 г.)
 Fig. 2. The fragment of the tectonic scheme of the Pre-Caucasian region (in accordance with N.V. Klavdieva's work, 2007)

в виде пленок и линз вдоль литогенетических трещин, которые развиваются по плоскостям напластования глин различного состава. Подвижность нефти обеспечивается трещинами с повышенной раскрытостью.

Тонкие поры матрицы и тонкие межплатчатые и межлистоватые пустоты вмещают пленочную, капиллярную и свободную воду. Свободная вода занимает отдельные пустоты и является разобщенной и неподвижной. Подвижность свободной воды обеспечивается межлистоватыми пустотами и сквозьагрегатными трубчатыми каналами (рис. 3). В региональном плане район работ изучен целым комплексом геофизических методов, включая сейсморазведку 2D, грави- и магниторазведку, поисковое и разведочное бурение. Основным методом выделения перспективных объектов является сейсморазведка. Территория покрыта региональной сейсмической съемкой масштаба 1 : 1 000 000. Пример сейсмического разреза по региональному профилю приведен на рис. 4.

В результате поисково-разведочных работ с 50-х гг. XX в. в пределах исследуемой территории по данному направлению открыто около 20 нефтяных залежей, которые могут быть объединены в несколько зон нефтенакопления: Жу-

равскую, Прасковейско-Ачикулакскую, Озек-Суатскую, Советско-Курскую.

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ ПУСТОТНОГО ПРОСТРАНСТВА НА РАЗРАБОТКУ ЗАЛЕЖЕЙ В ХАДУМСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ

Характеристика добычи в данных отложениях очень тесно связана с моделью коллектора и отражает включение в работу того или иного типа пустот. В рассматриваемых отложениях встречаются пять типов пустотного пространства: трещинные пустоты, щелевидные пустоты матрицы, изометричные и межслоевые поры глинистой массы и микропоры в карбонатной массе. Включение в работу различных типов пустот, а также различных размеров пустот будет отражаться на

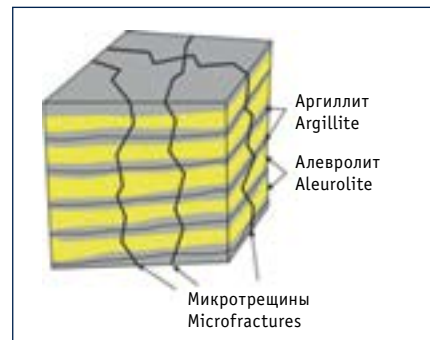


Рис. 3. Модель породы-коллектора хадумской свиты Предкавказья
 Fig. 3. The model of container rock at the Khadam formation of the Pre-Caucasian region

кривых изменения пластового давления и дебита жидкостей.

Для анализа режимов работы залежей, приуроченных к хадумским отложениям, с точки зрения работы коллектора на тот или иной период эксплуатации, были построены гистограммы темпов отбора жидкости за весь известный период работы скважин месторождений исследуемого.

Характер изменения параметров отбора жидкости обусловлен трещинно-блоковым строением области (месторождений) и, вероятно, имеет миграционно-геодинамическую природу. Локализованные и градиентные изменения напряженного состояния земных недр, которые, как правило, происходят в тектонически нарушенных зонах, способны создавать каналы (разрывы, зоны повышенной трещиноватости) для миграции (в большинстве случаев – снизу вверх) различного рода флюидов (глубинного тепла, жидких и газообразных флюидов) и инициировать активизацию миграционных процессов. При анализе темпов отбора жидкости из скважин на

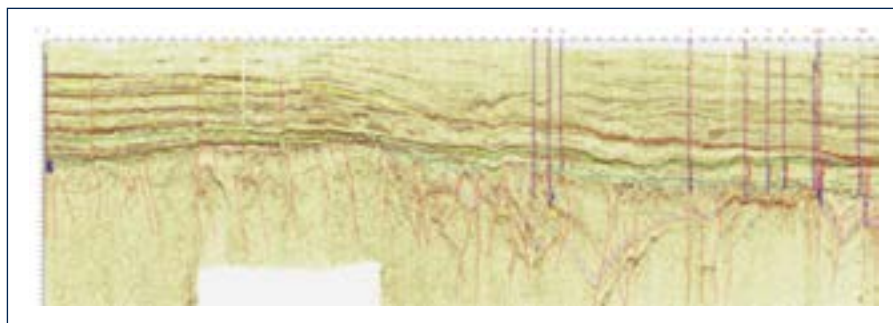


Рис. 4. Пример временного разреза по одному из региональных профилей площади исследований
 Fig. 4. A regional profile of the study area: an example of temporal cross-section

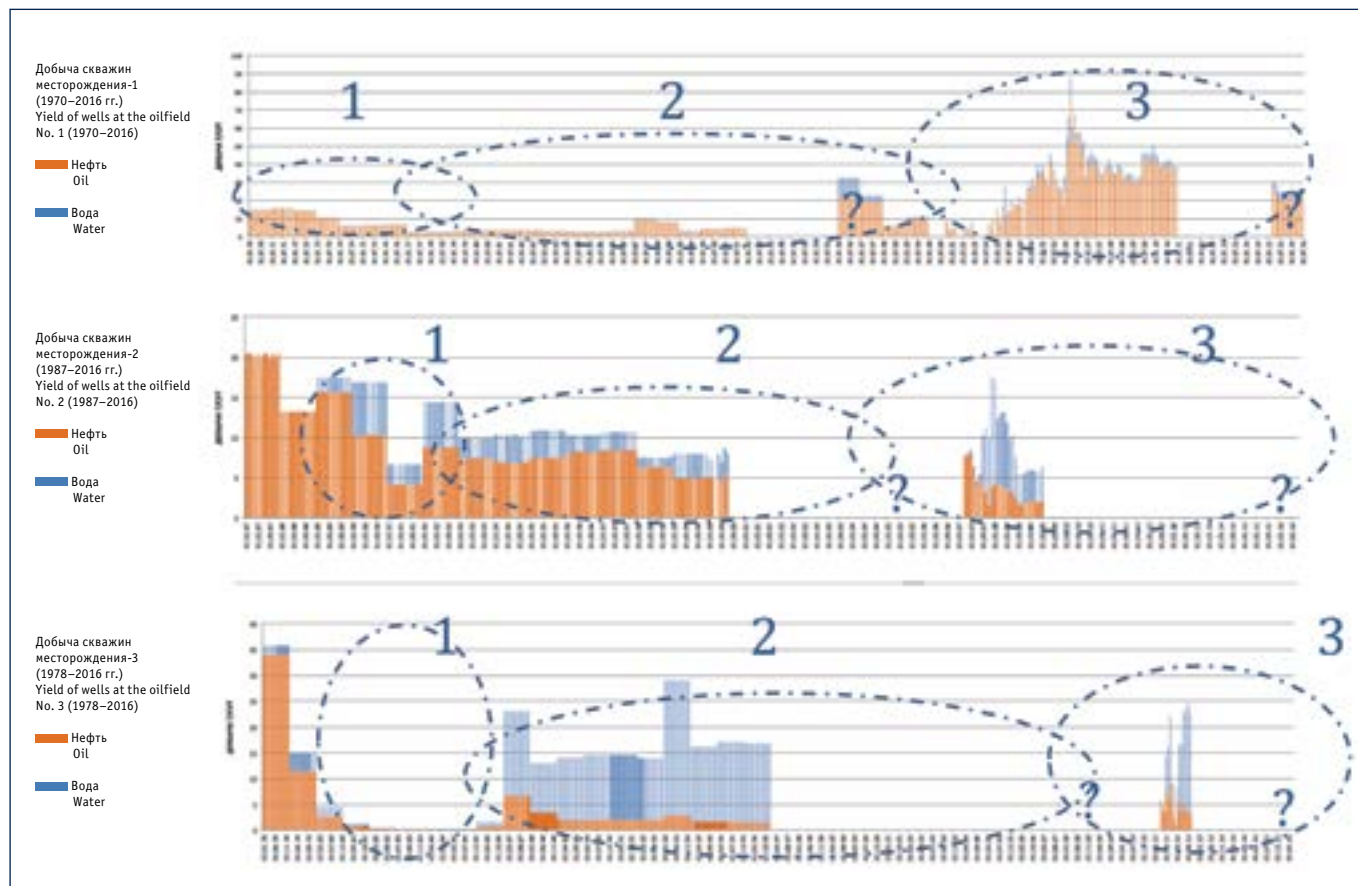


Рис. 5. Динамика добычи нефти и воды из хадумских отложений по скважинам некоторых площадей:

1 – первая стадия работы залежи; 2 – вторая стадия работы залежи; 3 – третья стадия работы залежи; «?» – данные отсутствуют. Коричневым цветом обозначен дебит нефти, голубым – дебиты воды, т/сут

Fig. 5. Dynamics of oil and water extraction from specified wells in Khadam reservoirs:

1 – the first stage of oil reservoir development; 2 – the second stage of oil reservoir development; 3 – the third stage of oil reservoir development; «?» – no data available. Oil yield is highlighted in brown, water yield is highlighted in blue, tons per day

соседних территориях можно наблюдать определенную цикличность, описать которую можно следующими примерами месторождений Предкавказья.

Примеры динамики добычи нефти и воды из хадумских отложений по скважинам некоторых площадей, демонстрирующие границы выделенных стадий и схожие параметры работы залежей, представлены на рис. 5.

Анализ изменения среднегодовых значений добычи жидкости из залежей с начала их разработки (за 40–70 лет) по различным месторождениям Терско-Сунженской нефтегазоносной зоны – Терско-Каспийского прогиба позволил выявить периоды, характеризующиеся интенсивной, умеренной и низкой добычей жидкости. Максимальная добыча жидкости пришлось на период, когда весь кавказский регион испытывал

усилия тангенциального сжатия (до 1972–1978 гг.), а резкий спад добычи – на период дальнейшего «снятия» тектонического напряжения с данного региона. Характерно, что начиная с 1972–1978 гг. произошел резкий спад добычи нефти по всем нефтегазовым объединениям региона (рис. 5, месторождение 1). При этом наблюдалась миграция этого процесса в северном направлении. Например, сначала спад добычи нефти произошел на месторождениях Азербайджана и с незначительным запаздыванием в Туркмении, позже – в Дагестане и Казахстане. Обращает на себя внимание синхронное поведение уровня подземных вод Восточного Кавказа и Предкавказья, где резкое снижение уровня подземных вод также пришлось на конец 70-х гг. XX в., что отражает общую реакцию подзем-

ной флюидной системы на изменение напряженного состояния земной коры. Заслуживает внимания тот факт, что все залежи в пределах одного месторождения имеют идентичный волновой ход флюидодинамического режима. Волновой ход динамики флюидного режима нефтегазовых залежей более уверенно прослеживается по результатам анализа пространственно-временного распределения относительных изменений годовых значений добычи жидкости на зональном уровне. Подобный анализ за 1970–1990 гг. по шести наиболее крупным месторождениям Терско-Сунженской нефтегазоносной зоны выявил через каждые 5–6 лет полное (или близкое к этому) повторение особенностей флюидного режима (периодичность в динамике дебитов скважин) в пределах этой зоны.

Таким образом, можно предположить, что установленная синхронная ритмичность во флюидном режиме нефтегазовых залежей (на зональном, локальном и скважинном уровнях), одинаковая или очень близкая как в пределах одного месторождения, так и нефтегазоносной зоны в целом, является отражением регионального нестабильного природного напряженного состояния земной коры, имеющего волновую природу. Необходимо обращать внимание на пространственно-временную связь аномальных изменений флюидного режима нефтегазовых залежей с аномальной геодинамикой земных недр.

Данные на гистограммах рис. 5 показывают, что в динамике флюидного режима месторождений рассматриваемого участка отмечается повторение трех стадий:

1) период геодинамического влияния с высокими темпами отбора жидкости, низкой обводненностью или ее отсутствием;

2) период, когда залежь находится в процессе спада тектонического напряжения, дебиты по сравнению с 1-й стадией уменьшаются, обводненность возрастает;

3) период, как и первый, связан с геодинамическим влиянием на режим работы залежи, дебиты по сравнению с 1-й стадией меньше и присутствует большой процент обводненности, длительность 3-й стадии во всех трех месторождениях приходится на 2004–2011 гг., что также соответствует 5–6-летним повторениям особенностей флюидного режима. Также имеют место периоды, когда, несмотря на увеличение общего объема добываемой жидкости, доля нефти в этом объеме уменьшается, в то время как доля воды, наоборот, увеличивается. Этот факт необходимо учитывать при проведении разработки залежей и решении таких вопросов, как закачка воды в глубинные горизонты.

В связи с изложенным можно сказать, что подтверждается научная теория

развития Земли – пульсационная (чередующегося во времени сжатия и растяжения), по В.А. Обручеву.

В связи с получением такой статистической информации о пространственно-временной нестабильности современного геодинамического состояния земной коры и ее влиянии на флюидальный режим нефтегазовых залежей возможно пересмотреть подходы к методам, направленным на увеличение нефтегазоносности территорий, на прогноз нефтеотдачи недр и, соответственно, повышение экономической эффективности нефтегазодобывающих работ.

Таким образом, для адекватной оценки ресурсов и подсчета запасов работы залежей необходимо понимание соотношения объемов воды и углеводородов в различных типах пустотного пространства. Достичь этого можно только при большом объеме статистических данных, накопленном при проведении экспериментов и исследований.

Литература:

1. Информационный геолого-геофизический отчет о выполнении работ (Северо-Кавказская НГП) РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина.
2. Лобусев А.В., Лобусев М.А., Чоловский И.П., Вертиевец Ю.А. Использование попутного газа для разработки залежей УВ баженовской свиты Западной Сибири // Газовая промышленность. 2010. № 644. С. 58–61.
3. Лобусев А.В., Лобусев М.А., Чоловский И.П., Вертиевец Ю.А. Геолого-промысловое обоснование промышленного освоения залежей углеводородов баженовской свиты Западной Сибири // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2010. № 3. С. 22–25.
4. Лобусев А.В. Залежи с трудноизвлекаемыми запасами нефти – одно из важнейших направлений геологоразведки в России // XIX Губкинские чтения «Инновационные технологии прогноза, поисков, разведки и разработки скоплений УВ и приоритетные направления развития ресурсной базы ТЭК России». М., 2011. С. 49–51.
5. Брагин Ю.И., Лобусев М.А., Вертиевец Ю.А. Методическое руководство к лабораторным работам по курсу «Промыслово-геологический контроль разработки залежей углеводородов». М.: Изд. центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2010. 56 с.
6. Лобусев М.А., Антипова Ю.А. Основы геолого-промыслового управления разработкой месторождений нефти и газа: Учеб.-методич. пособие. М.: Изд. центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2016. 70 с.
7. Алекперов Ю.В., Лобусев А.В., Лобусев М.А., Страхов П.Н. Уточнение геологических моделей с целью повышения эффективности разработки залежей нефти и газа на примере использования карт временных толщин при интерпретации материалов сейсморазведки // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2011. № 11. С. 18–25.
8. Лобусев М.А., Антипова Ю.А. Основы геолого-промыслового управления разработкой месторождений нефти и газа: Учеб.-методич. пособие. М.: Изд. центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2016.

References:

1. Geological and Geophysical Information Report on Work Execution (North-Caucasian Oil and Gas Province) of Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University). (In Russian)
2. Lobusev A.V., Lobusev M.A., Cholovski I.P., Vertievets Yu.A. Application of Associated Gas in Oil Reservoir Development at Bazhenov Shale in West Siberia. Gazovaja Promyshlennost' = Gas Industry, 2010, No. 644, P. 58–61. (In Russian)
3. Lobusev A.V., Lobusev M.A., Cholovski I.P., Vertievets Yu.A. Geological and Field Foundation of Industrial Development of Oil and Gas at Bazhenov Shale in West Siberia. Territorija «NEFTEGAZ» = Oil and Gas Territory, 2010, No. 3, P. 22–25. (In Russian)
4. Lobusev A.V. Hard-to-Recover Oil Reservoirs as a Key Priority of Geological Exploration. In: XIX 'Innovative Methods of Forecasting, Searching, Prospecting and Developing Oil Reservoirs and Development Priorities in Russian Fuel and Energy Complex. Moscow, 2011. P. 49–51. (In Russian)
5. Bragin Yu.I., Lobusev M.A., Vertievets Yu.A. Laboratory Work Guide for Geological and Field Control of Oil and Gas Development Course. Moscow, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2010, 56 pp. (In Russian)
6. Lobusev M.A., Antipova Yu.A. Fundamentals of Geological and Field Control of Oil and Gas Development. Moscow, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), 2016, 70 pp. (In Russian)
7. Alekperov Yu.V., Lobusev A.V., Lobusev M.A., Strakhov P.N. Refining Geological Models to Improve Efficiency of Oil and Gas Development Exemplified by Using Time Thickness Maps within Seismic Information Analysis. Territorija «NEFTEGAZ» = Oil and Gas Territory, 2011, No. 11, P. 18–25. (In Russian)
8. Lobusev M.A., Antipova Yu.A. Fundamentals of Geological and Field Control of Oil and Gas Development. Moscow, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), 2016, 70 pp. (In Russian)