

Выявление неструктурных ловушек на поисково-разведочном этапе (Западно-Сибирский регион, юра — нижний мел)

Юрова М.П., Добрынина С.А.
ИПНГ РАН, Москва, Россия
mpyurova@mail.ru

Аннотация

В основе классификаций неструктурных ловушек лежат генетический и морфологический признаки, на базе которых выделяются литологический, стратиграфический или тектонический типы. При выявлении типов неструктурных ловушек на первом этапе поисково-разведочных работ всё большую роль играют менее затратные геолого-геофизические методы (магнито-, гравиметрические), по сравнению с традиционными сейсморазведочными работами, а также палеореконструкции. В Западной Сибири отмечается большое разнообразие неструктурных ловушек, но преобладают литологически ограниченные. Кроме того, в Западной Сибири обнаружены месторождения аллювиальной природы в глубоководных турбидитовых отложениях не на структурах, а между ними. Дана оценка ресурсов юры и нижнего мела по категории D₀–D₁.

Материалы и методы

Обобщение опубликованных геолого-геофизических материалов на различных стадиях поиска и разведки северо-западной территории Западной Сибири. Использование данных сейсморазведки 2D, 3D, гравиразведки, электроразведки, промыслово-геофизических исследований.

Ключевые слова

неструктурные ловушки, палеореконструкции, Западно-Сибирская нефтегазовая провинция, методы прогноза, перспективы нефтегазоносности

Работа написана в рамках выполнения государственного задания (тема «Развитие научно-методических основ поисков крупных скоплений УВ в неструктурных ловушках комбинированного типа в пределах платформенных нефтегазоносных бассейнов», №AAAA-A19-119022890063-9).

Для цитирования

Юрова М.П., Добрынина С.А. Выявление неструктурных ловушек на поисково-разведочном этапе (Западно-Сибирский регион, юра — нижний мел) // Экспозиция Нефть Газ. 2020. № 6. С. **–**. DOI: 10.24411/2076-6785-2020-10108

Поступила в редакцию: 15.09.2020

GEOLGY	UDC 551 Original Paper
--------	--------------------------

Identification of non-structural traps on prospecting and exploration stage (West-Siberian region, Jurassic-Lower Cretaceous)

Yurova M.P., Dobrynina S.A.
Oil and Gas Research Institute RAS, Moscow, Russia
mpyurova@mail.ru

Abstract

The classification of non-structural traps is based on genetic and morphological features, which are used to distinguish lithological, stratigraphic, or tectonic types. When identifying types of non-structural traps at the first stage of exploration, less expensive geological and geophysical methods (magneto-and gravimetric), as compared to traditional seismic surveys, as well as paleoreconstructions, play an increasingly important role. In Western Siberia, there is a large variety of non-structural traps, but lithologically limited ones prevail. In addition, in Western Siberia, alluvial deposits were found in deep-water turbidite deposits, not on structures, but between them. The estimation of Jurassic and lower Cretaceous resources by the D₁ category is given.

Materials and methods

Generalization of published geological and geophysical data at various stages of search and exploration of the North-Western territory of Western Siberia. Use of data from 2D, 3D, gravity, electrical, field and geophysical surveys.

Keywords

non structural traps, paleoreconstructions, West Siberian oil and gas province, forecast methods, oil and gas prospects

For citation

Yurova M.P., Dobrynina S.A. Identification of non-structural traps on prospecting and exploration stage (West-Siberian region, Jurassic-Lower Cretaceous). Exposition Oil Gas, 2020, issue 6, P. **–**. (In Russ). DOI: 10.24411/2076-6785-2020-10108

Received: 15.09.2020

При всем разнообразии неструктурных ловушек в основе их классификации лежат генетический и морфологический признаки, исходя из которых к неструктурным относятся ловушки литологического, стратиграфического или тектонически экранированного типов. На формирование таких ловушек влияет и структурный фактор (тектонический, комбинированный и т.д.) [1].

Сложное строение и литологическая неоднородность неструктурных ловушек требуют использования совместных геолого-геофизических методов. На региональном этапе исследований ведущую роль приобретают также экспресс-методы (менее затратные), такие как магнито- и гравиразведка, а также электроразведка, определяющие необходимость глубинных исследований. Более информативен комплекс геомагнитных методов с 3D-сейсморазведкой и палеореконструкциями [1].

В неструктурных ловушках залежи углеводородов (УВ) приурочены преимущественно к элементам древнего рельефа (долины, дельты, реки, пляжи, бары, морские каналы и т.д.). Ловушки облекания, эпигенетические ловушки приурочены к бассейнам карбонатного осадконакопления и позволяют реконструировать древнюю обстановку осадконакопления.

В Западно-Сибирской нефтегазовой провинции (НГП) отмечается большое разнообразие неструктурных ловушек, но преобладают литологически ограниченные (рис. 1).

В стратиграфических интервалах доюрского основания встречаются ловушки в эродированных выступах и останцах фундамента, а также тектонически экранированные, эпигенетические и, возможно, биогермные. Для юрского нефтегазоносного комплекса (НГК) характерны ловушки, связанные с дельтовыми и прибрежными аккумулятивными телами (бары, острова). Аналогичные типы неструктурных ловушек отмечаются также на западных территориях Енисей-Хатангского регионального прогиба (Енисей-Анабарская НГП) [1].

С помощью палеогеографических реконструкций на основе детальных седиментологических, палеонтологических, геолого-геофизических методов (вместо традиционной методики структурной интерпретации сейсмических данных) в Западно-Сибирской НГП обнаружены месторождения аллювиальной природы и в глубоководных турбидитовых отложениях не на структурах, а между ними или на их склонах (Уватский проект ТНК ВР) [1]. По этому проекту залежи в неструктурных ловушках обеспечили прирост более 300 млн т перспективных ресурсов УВ. Такой подход позволил в 2018 г. завершить государственный контракт по созданию палеогеографических карт основных продуктивных горизонтов Западной Сибири (юры и нижнего мела), на основе которых были выделены перспективные зоны развития неструктурных ловушек [2].

В юрских комплексах литологические ловушки приурочены к погребенным палеоруслам и сопутствующим береговым фациям, а также конусам выноса турбидитовых потоков, дельтовым и аккумулятивным телам

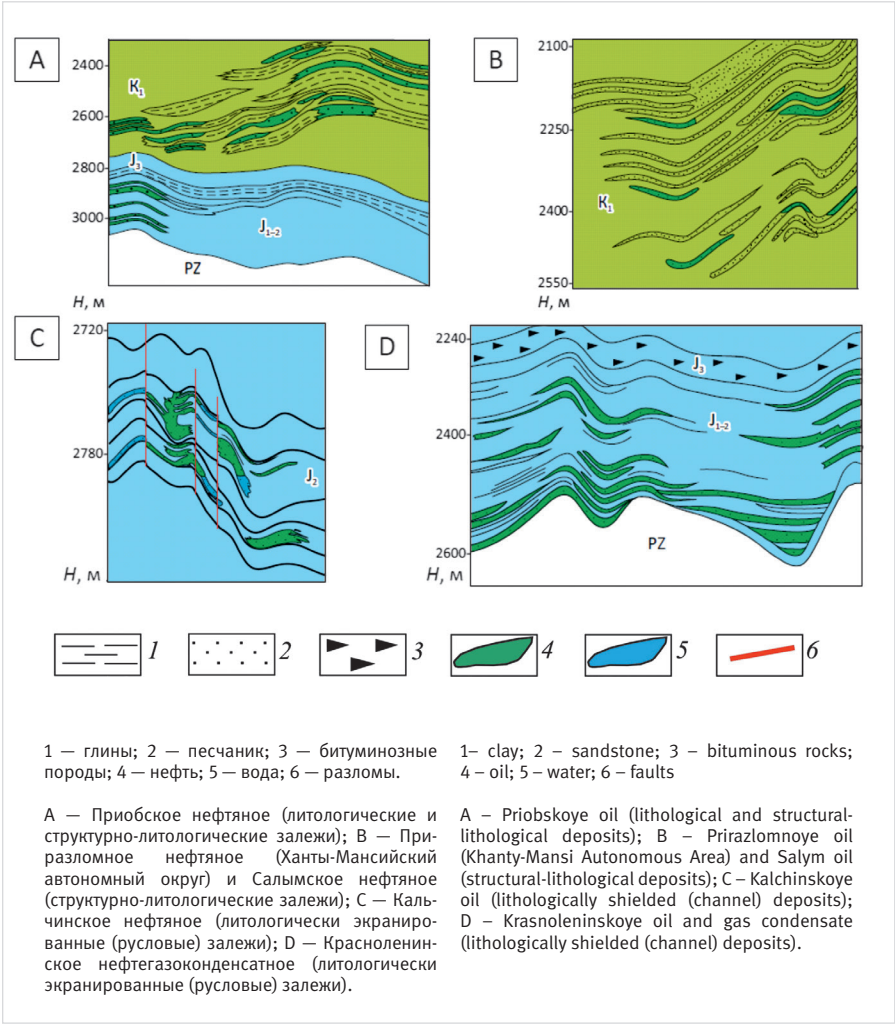


Рис. 1. Примеры залежей в неструктурных ловушках Западно-Сибирской НГП [1]
Fig. 1. Examples of accumatations in non-strutural traps of West Siberian Petroleum Province [1]

шельфовой зоны (барам, конусам выноса дельт и дельтовым каналам) (рис. 2). Построенные прогнозные карты определили ресурсный потенциал нефтегазоносных комплексов юры и нижнего мела. В собранном материале (17 900 скважин) по данным сейсмокаротажа, вертикального сейсмического профилирования, данных геофизические исследования скважин (ГИС), петрофизических определений кернa, данных опробования скважин был сформирован каркас временных сейсмических разрезов (14 000 км) [2].

Юрско-нижнемеловые отложения характеризуются сложным строением и фациальной изменчивостью. В юрском комплексе неструктурные ловушки формировались в основном в континентальных и прибрежно-морских обстановках. В континентальных условиях образовались неструктурные ловушки в обстановке спрямленных меандрирующих рек и временных потоков, а в прибрежно-морских условиях — седиментационные модели, такие как речные приливно-отливные и волновые [3].

Для различных фаций юрских и нижнемеловых отложений Западно-Сибирской НГП получены корреляционные связи между коллекторами и их емкостными свойствами. В наиболее перспективных зонах литологически экранированных ловушек юрских и нижнемеловых комплексов Западной Сибири ресурсы

категории D₀–D₁ составили 2 млрд т [2, 4]. Построены также палеогеографические карты (М 1:2 500 000), а для отдельных наиболее перспективных участков разреза — детальные карты (М 1:500 000) (рис. 2). В наиболее перспективных зонах литологических ловушек юрских и нижнемеловых комплексов Западной Сибири ресурсы категории D₀–D₁ составили 25 млрд т [2]. Прогноз литологических ловушек связан с Урненско-Усановской зоной в направлении Нюрольской впадины, где в среднеюрское время проходили русла рек Палеоиртыш и Палеодемянка [2].

Перспективы юрско-мелового и доюрского комплексов подтверждены открытием залежей нефти и газа на Ярудейском, Южно- и Средне-Хулымском месторождениях восточной части Западно-Полуйской зоны, а также в Березовском нефтегазоносном районе. Главный нефтегазопроисловый интерес представляют юрско-меловой и доюрский комплексы, где в трещиноватых породах фундамента, ниже-среднеюрских отложениях, неомоме и апт-сеномане выявлен ресурсный потенциал в пределах нераспределенного фонда недр Западно-Сибирской НГП [2].

Выделенные прогнозные зоны — основа для планирования разведочных работ по подготовке к поисковому бурению с целью восстановления уровня добычи УВ-сырья в нашей стране [1, 2].

В последнее время вырос значительный интерес к северо-восточным окраинам Западной Сибири (Ямало-Гыданская синеклиза, Усть-Енисейский желоб, Обско-Лаптевская гряда). Речь идет об отложениях юрской системы, которая в этих районах залегает либо на породах тампейской серии триаса в депрессионных зонах, либо с большим несогласием на более древних ранне-триасовых, палеозойских и докембрийских породах в пределах Обско-Лаптевской гряды и мезозойского бассейна [5, 6, 7].

В настоящее время для северо-востока Западной Сибири представляют интерес неантиклинальные ловушки (НАЛ) юрских интервалов разреза. В качестве примера можно привести Хабейское месторождение, приуроченное к ловушке эрозионного среза на контакте с доюрским основанием (рис. 3) [5]. При испытании скважины Хабейская-1 (интервал 1977–1991 м) получен природный газ дебитом 268,4 тыс. м³/сут.

Сейсмическими информационными параметрами, позволяющими в тонкослоистом разрезе выделять нефтегазоперспективные объекты различного типа, являются время до сейсмических границ по временным разрезам псевдоакустических инверсий, скорость прохождения сигнала до сейсмических границ по временным разрезам акустических инверсий, изменений акустической жесткости на разрезах псевдоакустических преобразований [6].

Эффективность наземной сейсморазведки НАЛ связана с высокоразрешающей сейсморазведкой 3D и на этапе обработки сейсмоакустических инверсий. Комплекс методов географической информационной системы (ГИС) позволяет детально расчленить осадочный разрез по вертикали (мощностью до 1–2 м). С другой стороны, по ГИС определить морфологию НАЛ достаточно сложно. В процессе бурения по керну определяются фильтрационно-емкостные свойства, гранулометрический и минеральный состав продуктивных пластов и т.д. Наиболее достоверный способ увязки ГИС и метод общей глубинной точки (МОГТ) в поточечном варианте с разрезом псевдоакустических инверсий — использование продольного вертикального годографа СК конкретной скважины, откорректированной по данным литолого-стратиграфической привязки сейсмических реперов в регионе [5].

Основные перспективы нефтегазоносности келловей-кимериджских отложений связываются с песчано-алевритовой частью верхнеюрского разреза (сиговская свита), приуроченной в основном к правобережью реки Енисей [6].

В келловей-кимериджском комплексе предполагаются НАЛ литологического, стратиграфического и тектонического типов. На северо-востоке Западно-Сибирской провинции в титон-берриасском седиментационном бассейне выделяется свита со специфическим строением в виде крупных седиментационных тел авандельтового комплекса под названием «яновстанская свита» (рис. 4). На северо-востоке Западно-Сибирского НГП по данным комплексной сейсморазведки методом МОГТ, бурения,

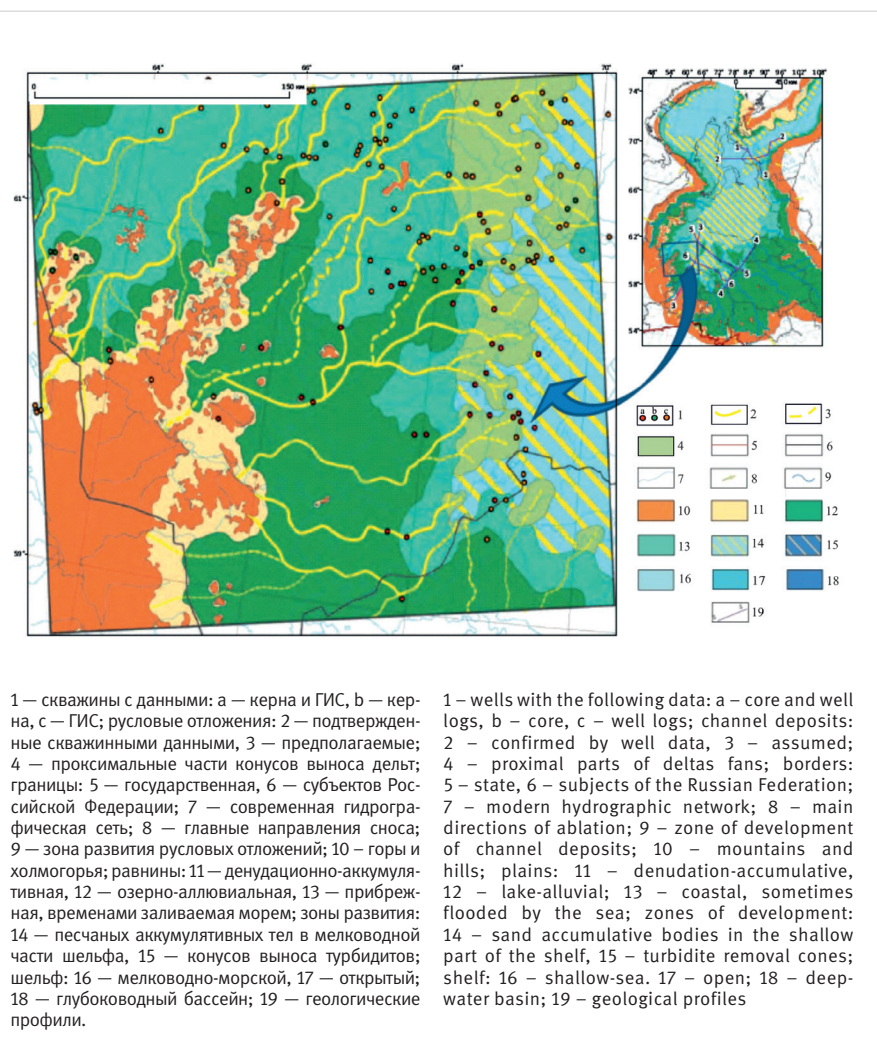


Рис. 2. Зоны развития коллекторов в аллювиальных и мелководно-морских отложениях бата Краснolenинско-Ляминского участка (пласт Ю2) [2]
Fig. 2. Zones of reservoir development in Bathonian alluvial and shallow-marine deposits of Krasnoleninsky-Lyaminsky Area (U2 bed) [2]

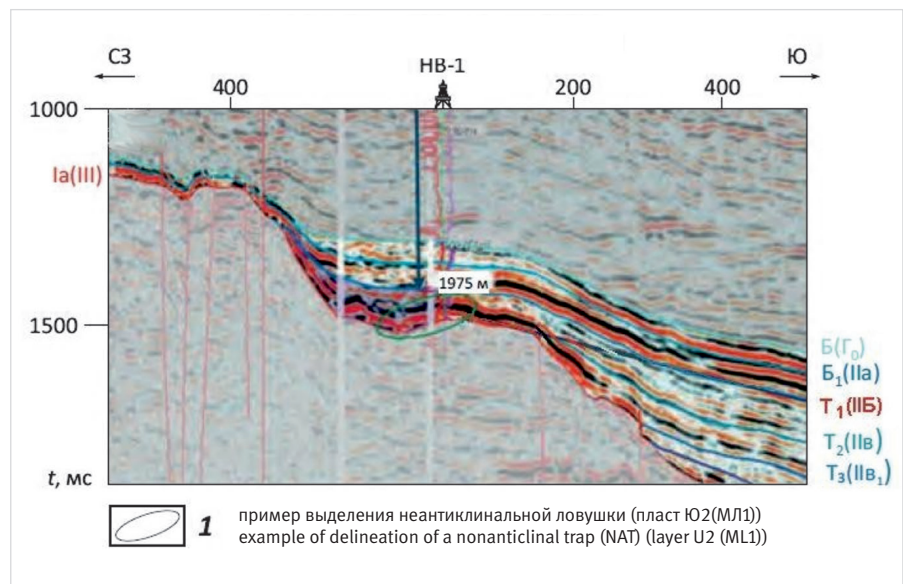


Рис. 3. Подтверждение продуктивности неантиклинальных ловушек в нижне-среднеюрском НГК (Хабейское месторождение, Южно-Таймырская моноклиза) [5].
Фрагмент временного разреза по профилям 0683015 – 0582010 – 0683013
Fig. 3. Confirmation of hydrocarbon charge of non-anticlinal traps in Lower-Middle Jurassic play (Khabeisky field, South Taimyr monocline) [5].
Fragment of time section along 0683015 – 0582010 – 0683013 lines

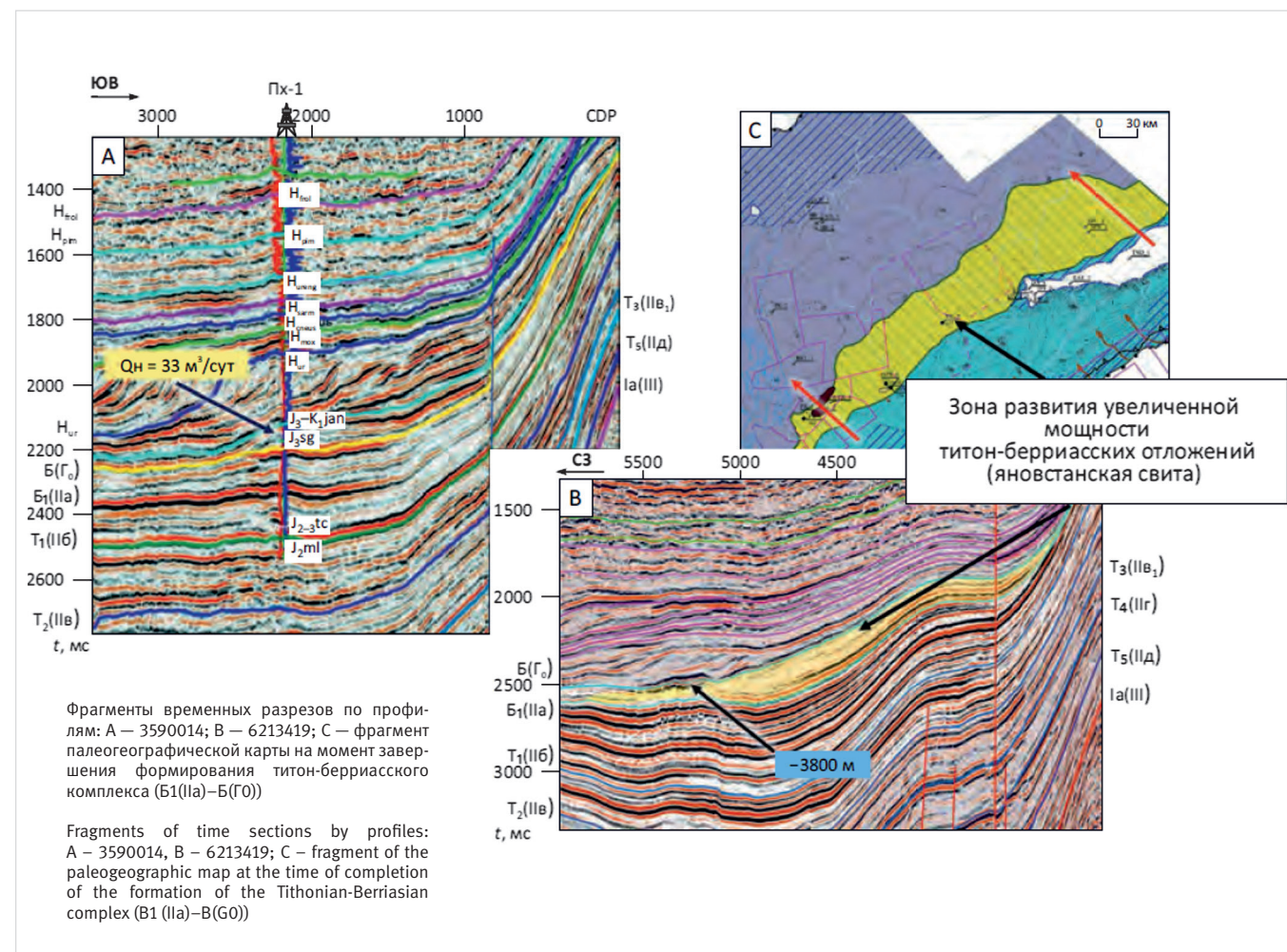


Рис. 4. Прогноз зоны развития неантиклинальных ловушек в титон-берриасском НГК (яновстанская свита, северные подножия Малохетского и Рассохинского мегавалов) [5].
Fig. 4. Prediction of the zone of non-anticlinal traps occurrence in Tithonian-Berriasian play (Yanovstansky Fm, northern foot of Malokhetskyy and Rassokhinsky mega-swells) [5].

данных ГИС по скважинам установлено, что титон-берриасский седиментационный нефтегазоносный комплекс соответствует сейсмо-стратиграфическому комплексу (ССК Б1(IIa) – БГО) [7].

Таким образом, полученные результаты позволили на региональном уровне определить перспективные зоны развития неструктурных ловушек и наметить стратегию дальнейшего геолого-геофизического изучения основной нефтегазовой провинции нашей страны. Применение новейших технологий переинтерпретации накопленных данных и комплексирование геолого-геофизических методов позволят ввести в разработку не только нераскрытый потенциал старых нефтедобывающих регионов, но и вовлечь в разработку новые территории [1].

Итоги

Построенные структурные карты позволили определить ресурсный потенциал региона. Получены корреляционные зависимости между коллекторами и их емкостными свойствами (М 1:2 500 000), а для продуктивных участков — М 1:500 000. Ресурсы перспективных зон составляют по категории Д₀–Д₁ 25 млрд т. Наибольший интерес в северо-восточных территориях вызывают юрские отложения

(ловушки эрозионного среза на контакте с доюрским основанием). В скважине Хабейская-1 (интервал 1977–1991 м) получен приток газа дебитом 268,4 тыс. м³/сут. В титон-берриасском комплексе выделяется «яновстанская свита», представленная крупными седиментационными телами авандельты.

Выводы

Выделенные прогнозные зоны — основа для планирования геолого-разведочных работ по подготовке ловушек к поисковому бурению с целью восстановления уровня добычи УВ-сырья в стране.

Литература

- Варламов А.И., Шиманский В.В., Танинская Н.В., Петрова Ю.Э., Раевская Е.Г. Состояние проблемы поисков и перспектив выявления неструктурных ловушек углеводородов в основных нефтегазоносных провинциях России // Геология нефти и газа. 2019. № 3. С. 9–22.
- Шиманский В.В., Танинская Н.В., Раевская Е.Г. Выявление структурно-литологических ловушек в юрских и нижнемеловых отложениях Западной Сибири на основе палеогеографических реконструкций // Геология нефти и газа. 2019. № 3. С. 39–46.

- Шиманский В.В., Низяева И.С., Танинская Н.В., Колпенская Н.Н., Васильев Н.Я., Мясникова М.А., Зельцер В.Н. Седиментационная модель нефтегазоносных отложений васюганской свиты северо-восточной части Широного Приобья // Геология нефти и газа. 2017. № 5. С. 21–30.
- Шиманский В.В., Шиманский С.В., Низяева И.С., Гомонов А.А. Палеоструктурные реконструкции стратиграфических горизонтов Западно-Сибирского бассейна // Конференция «Инновации в геонауках — время открытий». Санкт-Петербург, 9–12 апреля 2018 г.
- Мунасыпов Н.З., Низамутдинова И.Н., Балдин В.А. Прогноз неантиклинальных ловушек углеводородов различных типов в юрских комплексах северо-востока Западной Сибири // Геология нефти и газа. 2019. № 3. С. 87–97.
- Балдин В.А. Усть-Енисейская нефтегазоносная область — новая территория наращивания запасов углеводородов в Западной Сибири // Геология нефти и газа. 2003. № 2. С. 16–25.
- Балдин В.А., Мунасыпов Н.З., Шарафутдинов Т.Р. Уточнение границ Западно-Сибирского бассейна на Таймырском полуострове // Геология нефти и газа. 2018. № 3. С. 59–74.

Results
The constructed structural maps made it possible to determine the resource potential of the region. Correlations between reservoirs and their properties are obtained. (1:2 500 000), and for productive areas (1:500 000). The resources of the prospective zones are 25 billion tons in the D₀–D₁ category. The greatest interest in the North-Eastern territories is caused by Jurassic deposits (traps of an erosion section on contact with the pre-Jurassic base). Well Khabeyskaya-1 (1988–1991 m interval) tested gas with a flow rate of 268.4 th. m³/day. In the titon-berrias complex, the “Yanovstan suite” is distinguished, represented by large sedimentary bodies of avandelta.

Conclusions
The selected forecast zones are the basis for planning geological prospecting and exploration works to prepare traps for exploratory drilling in order to restore the level of hydrocarbon production in the country.

References

1. Varlamov A.I., Shimanskiy V.V., Taninskaya N.V., Petrova Ju.E., Raevskaya E.G. Search and prospects of discovery of non-structural hydrocarbon traps in major petroleum provinces of Russia. Oil and Gas Geology, 2019, issue 3, P. 9–22. (In Russ).

2. Shimanskiy V.V., Taninskaya N.V., Raevskaya E.G. Identification of combination traps in Jurassic and Lower Cretaceous series of Western Siberia based on paleogeography reconstructions. Oil and Gas Geology, 2019, issue 3, P. 39–46. (In Russ).

3. Shimanskiy V.V., Nizyaeva I.S., Taninskaya N.V., Kolpenskaya N.N., Vasil'ev N.Ya., Myasnikova M.A., Zeltser V.N. Oil and gas deposits sedimentation model of Vasyuganskaya suite of Latitude Priob north-eastern region. Oil and Gas Geology, 2017, issue 5, P. 21–30. (In Russ).

4. Shimanskiy V.V., Shimanskiy S.V., Nizyaeva I.S., Gomonov A.A. Paleostuctural reconstructions of the stratigraphic horizons of the West Siberian Basin. Conference “Innovations in geosciences – Time for Breakthrough”. Saint Petersburg, 2018, april 9–12. (In Russ).

5. Munasypov N.Z., Nizamutdinova I.N., Baldin V.A. Jurassic series in the north-eastern part of Weatern Siberia: prediction of different types of non-anticlinal hydrocarbon traps. Oil and Gas Geology, 2019, issue 3, P. 87–97. (In Russ).

6. Baldin V.A. Ust-Enisei oil and gas area as a new territory of HC reserves increment in West Siberia. Oil and Gas Geology, 2003, issue 2, P. 16–25. (In Russ).

7. Baldin V.A., Munasypov N.Z., Sharafutdinov T.R. More precise definition of West Siberian Basin borders on Taimyr Peninsula. Oil and Gas Geology, 2018, issue 3, P. 59–74. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Юрова Маргарита Павловна, к.г.-м.г.н., вед.науч.сотр.,
Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия
Для контактов: mpyurova@mail.ru

Юрова Margarita Pavlovna, Leading researcher, candidate of geological and mineralogical sciences, Oil and Gas Research Institute RAS, Moscow, Russia
Corresponding author: mpyurova@mail.ru

Добрынина Светлана Александровна, науч.сотр.,
Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия

Dobrynina Svetlana Aleksandrovna, Researcher, Oil and Gas Research Institute RAS, Moscow, Russia