

Методический подход к прогнозу в нефтегазоносных бассейнах зон, благоприятных для формирования неантиклинальных ловушек

В.Л. Шустер

Институт проблем нефти и газа РАН, г. Москва
E-mail: tshuster@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены цели, задачи, методы и виды геолого-геофизических исследований, а также критерии прогноза неантиклинальных ловушек нефти и газа на региональном этапе геологоразведочных работ. Сделаны предложения по усовершенствованию и систематизации существующих методических приемов по прогнозу неантиклинальных ловушек. Используются геолого-геофизические материалы по месторождениям углеводородов и разведочным площадям Западной Сибири. Проведен комплексный анализ материалов сейсморазведки, данных ГИС и керна современными методами исследования.

Ключевые слова: нефть, газ, неантиклинальные ловушки, критерии прогноза, комплекс исследований.

Для цитирования: Шустер В.Л. Методический подход к прогнозу в нефтегазоносных бассейнах зон, благоприятных для формирования неантиклинальных ловушек // Актуальные проблемы нефти и газа. 2020. Вып. 2(29). С. 64–71. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2020-29.art5>

На современном этапе развития нефтегазового комплекса РФ одним из важных направлений восполнения добычи нефти и газа приростом их ресурсов и запасов является прогноз и поиски нефтегазовых скоплений в сложнопостроенных резервуарах, в том числе, в неантиклинальных ловушках (НАЛ) разного типа. Это направление геологоразведочных работ (ГРР) актуально прежде всего из-за того, что фонд антиклинальных ловушек, в которых за все годы развития нефтегазовой отрасли в мире и России (и СССР) открыто подавляющее количество месторождений углеводородов (УВ), близок к исчерпанию.

За последние 10 лет в мире произошел резкий рост добычи УВ (до 10% от

общемирового уровня) преимущественно из неантиклинальных и комбинированных ловушек, особенно на месторождениях–гигантах [1, 2]. В неантиклинальных ловушках открыты, кроме мелких и средних по запасам, крупные и гигантские месторождения в России, США, Мексике, Венесуэле, на Ближнем Востоке, в Арабских Эмиратах [1–5].

Для широкого и целенаправленного проведения ГРР в сложнопостроенных резервуарах и повышения эффективности прогноза и поисков залежей нефти и газа в неантиклинальных ловушках необходимо создать регламентирующее методическое обеспечение, такого же типа, как «Положение об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ» (1983) [6].

Этот документ сыграл важную роль в открытии нефтегазовых месторождений и залежей, приуроченных к антиклинальным ловушкам. Однако используемый комплекс геолого-геофизических работ и сопутствующих исследований, применяемый для антиклинальных ловушек, оказался малоэффективным при прогнозе и поисках залежей нефти и газа в неантиклинальных ловушках.

Для прогноза и поиска залежей нефти и газа в неантиклинальных и комбинированных ловушках требуется специальный подход, новые методы и технологии, современные виды геолого-геофизических исследований и, в конечном итоге, новое методическое обеспечение в виде инструкции для всего комплекса ГРП.

Значительный вклад в разработку этой проблемы внесен учеными и производственниками разных стран, в том числе российскими (советскими) [1–4, 7–10]. Проведены детальные исследования, были созданы методические рекомендации и инструкции [4].

В рамках настоящей статьи излагаются авторские предложения по совершенствованию методики прогноза сложнопостроенных ловушек УВ. С учетом анализа ранее выполненных разработок [1–10], накопленной геолого-геофизической информации, новых и усовершенствованных «старых» методических приемов проведения ГРП на нефть и газ предпринята попытка дополнить и систематизировать подходы к прогнозу и поискам неантиклинальных ловушек, определив последовательность решаемых задач, виды геолого-геофизических работ и исследований, критерии прогноза и поиска УВ. Ниже

рассмотрены наиболее значимые предложения методического характера.

Региональный прогноз должен включать в себя выделение на изучаемой территории (или в НГБ) зон и участков, в некоторых случаях и перспективных объектов, с благоприятными геологическими условиями для формирования неантиклинальных ловушек различного генетического типа. Эта задача решается на основе использования комплекса геолого-геофизических работ, геохимических и гидрогеологических исследований и соответствующих каждому генетическому типу ловушек критериев прогноза.

Локальный прогноз неантиклинальных ловушек согласно работе [4] – это, по существу, задача выявления и поисков залежей УВ в НАЛ при детализации строения конкретной разведочной площади. В последующем – установление типа и уточнение морфологии ловушки с присущими поисково-разведочному этапу задачами, методами работ, видами исследований и критериями.

Еще одно принципиальное отличие от предлагаемых подходов к прогнозу и выявлению НАЛ [3, 4], заключается в необходимости создания «универсального» методического руководства, с обобщенным опытом по большинству нефтегазоносных бассейнов, где открыты скопления УВ в НАЛ. Этот документ должен быть регламентирующим, утвержденным на государственном уровне, и обязательным для исполнения в геологических организациях, проводящих поисковые работы в сложнопостроенных резервуарах с видами работ и исследований, необходимых и ранее не предусмотренных в Положении [6].

Естественно, в каждом регионе (бассейне), исходя из особенностей геологического строения, в «методическое руководство» будут внесены дополнения в виды работ и исследований. А критерии прогноза и поиска могут и будут различаться по регионам. В том числе, это будет касаться работ и исследований для разных по генезису и морфологии типов ловушек.

Однако виды работ и исследований, указанные в «универсальном» методическом руководстве, должны неукоснительно выполняться в каждом регионе для успешного прогноза и поиска неантиклинальных ловушек.

Переходя к задачам прогноза неантиклинальных ловушек, необходимо обозначить объект этих исследований.

Неантиклинальные ловушки нефти и газа, в отличие от антиклинальных (структурных), – это, как правило, сложнопостроенные природные резервуары, по разному экранированные, различного генезиса и морфологии, зачастую сравнительно небольшие по объему и площади, что существенно усложняет их прогноз и последующие поиски. Формирование неантиклинальных ловушек происходит под совокупным воздействием ряда геологических факторов: седиментационных и постседиментационных, структурно-тектонических и др.

Сформированная неантиклинальная ловушка характеризуется проницаемой частью (породы-коллекторы) и ограничивающим ее экраном – флюидоупором. Тип ловушки определяется соотношением коллектора и флюидоупора и факторами ее формирования.

Исходя из этого, цель «прогноза» должна включать в себя оценку

благоприятных условий для формирования таких природных резервуаров, выявление зон и участков предполагаемого распространения неантиклинальных ловушек различного типа.

Прогноз неантиклинальных ловушек нельзя рассматривать отдельно от основной задачи поисковых работ – открытия залежей нефти и газа. Необходимо опираться на нефтегазогеологическое районирование территорий, с выделением зон нефтегазонакопления (ЗНГН).

В большинстве нефтегазоносных бассейнов (НГБ) РФ такое районирование проведено. В некоторых регионах Восточной Сибири, Дальнего Востока и шельфов северных и восточных морей остаются неисследованными региональными работами отдельные нефтегазоносные области. Комплекс геолого-геофизических работ на региональном этапе достаточно детально разработан в [6].

В хорошо изученном Западно-Сибирском НГБ и многих других детальное нефтегазогеологическое районирование проведено с выделением нефтегазоносных областей (НГО), районов (НГР) и зон нефтегазонакопления (ЗНГН). ЗНГН – это часть НГО с доказанной нефтегазоносностью, выявленной в антиклинальных ловушках и прогнозируемой (а в ряде случаев, и уже доказанной) в неантиклинальных ловушках.

Базовым объектом для прогноза зон и участков, благоприятных для формирования неантиклинальных ловушек разного типа, на региональном этапе геологоразведочных работ является зона нефтегазонакопления – элемент нефтегазогеологического районирования, с доказанной продуктивностью.

С ЗНГН ассоциируется понятие «природный мегарезервуар с единой гидродинамической системой» [7], в котором скопления нефти и газа, в том числе крупные и гигантские, приурочены как к антиклинальным, так и к неантиклинальным и комбинированным ловушкам. К ловушкам, имеющим широкое площадное распространение, приурочены, как правило, крупные и гигантские залежи УВ.

В качестве примера можно привести мегарезервуар Бованенковско-Харасавейской зоны на Ямальском полуострове Западной Сибири.

Это мировой узел газонакопления. Здесь сосредоточены крупные и средние по запасам залежи газа, газоконденсата и нефтегазоконденсата, приуроченные к антиклинальным, неантиклинальным разного типа и комбинированным ловушкам [5].

Классификация природных резервуаров и их элементов – неантиклинальных ловушек разработана в ряде работ, в том числе наиболее детально в [3, 4, 8–11]. В основу классификаций положены генетический и морфологический принципы. На стадии региональных работ, исходя из существующего регламентирующего документа [6], необходимо определить благоприятные предпосылки для прогноза новых перспективных комплексов и зон нефтегазонакопления.

Для достижения поставленной цели прогноза, выявления и оконтуривания зон и участков, благоприятных для формирования неантиклинальных ловушек разного генетического и морфологического типов, основываясь на имеющихся геолого-геофизических материалах, необходимо решить следующие задачи: выделить в разрезе перспективные региональные

нефтегазоносные литолого-стратиграфические комплексы (породы-коллекторы и флюидоупоры), исследовать генезис и распространение коллекторской толщи и структурное соотношение коллекторов с флюидоупорами; установить (или спрогнозировать) распространение региональных зон выклинивания и фациального замещения осадочных комплексов, стратиграфических несогласий, региональных и зональных флюидоупоров, изучить геохимические процессы нефтегазообразования и нефтегазонакопления, а также гидрогеологические условия формирования и сохранения скоплений УВ. Региональный комплекс геолого-геофизических работ включает полевые геофизические, в первую очередь, региональные сейсмические исследования, а также гравиразведку, магниторазведку, аэро- и космическую съемку. Выполняется бурение параметрических и оценочных скважин с учетом результатов бурения опорных и структурных скважин прежних лет.

Комплекс исследований включает анализ геолого-геофизических материалов, включая полевые геофизические результаты, данные ГИС и керн, геохимические и гидрогеологические характеристики разреза.

Обязательные методы исследования: бассейновый анализ, сеймо-стратиграфический анализ, комплексный палеотектонический, палеогеографический и палеогеоморфологический анализы, геохимические и гидрогеологические методы изучения разреза.

Обработка материалов и построение геологических моделей осуществляется с использованием современных программных комплексов.

В результате палеореконокструкций будет восстановлена история геологического строения региона, с выделением литолого-фациальных зон, границ их выклинивания и замещения. Построение сейсмостратиграфических разрезов позволит уточнить границы выклинивания пород-коллекторов и распространения региональных и зональных флюидоупоров.

На основе литофациальных карт, построенных на современной структурной основе (в масштабе 1:100000 и 1:200000), возможен прогноз зон и участков, благоприятных для поиска неантиклинальных ловушек.

Критерии регионального прогноза зон и участков с благоприятными условиями для формирования неантиклинальных ловушек следующие: региональные зоны стратиграфических несогласий, зоны выклинивания и замещения коллекторских толщ, участки экранирования коллекторских толщ региональными и зональными флюидоупорами, а также разрывными нарушениями.

На следующем – поисковом этапе ГРП целью работ являются выявление и поиски на разведочных площадях неантиклинальных ловушек различного генетического и морфологического типа, с соответствующими задачами, видами работ,

комплексом исследований и критериями поиска ловушек.

На разведочном этапе ГРП осуществляется детализация строения и анализ геолого-промысловых параметров залежей УВ, приуроченным к неантиклинальным ловушкам.

Выводы

В результате проведенного исследования уточнены задачи регионального прогнозирования зон, благоприятных для формирования и распространения неантиклинальных ловушек, предложены рациональный комплекс работ и исследований, критерии прогноза таких зон.

На региональном этапе ГРП, на основе получаемых геолого-геофизических материалов, возможен региональный прогноз зон, благоприятных для формирования неантиклинальных ловушек нефти и газа

Локальный прогноз [3, 4] неантиклинальных ловушек – это фактически задача выявления и поисков ловушек различного типа, решаемая на поисково-разведочном этапе ГРП на основе анализа геолого-геофизических материалов и комплекса исследований материалов бурения, сейсморазведки и ГИС.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания (тема «Развитие научно-методических основ поисков крупных скоплений УВ в неструктурных ловушках комбинированного типа в пределах платформенных нефтегазоносных бассейнов», № АААА-А19-119022890063-9).

Литература

1. Dolson J., He Zh., Horn B.W. Advances and perspectives on stratigraphic trap exploration – making the subtle trap obvious // Search and Discovery. Article 60054. 2018. 67 p.
2. Геология гигантских месторождений нефти и газа / Под ред. М. Хэлбути. М.: Мир, 1973. 440 с.

3. *Алексин А.Г., Гогоненков Г.Н., Хромов В.Т. и др.* Методика поисков залежей нефти и газа в ловушках сложноэкранированного типа. В 2-х частях. М.: ВНИИОЭНГ, 1992. 447 с.
4. *Гусейнов А.А., Гейман Б.М., Шик Н.С., Сурицков Г.В.* Методика прогнозирования и поисков литологических, стратиграфических и комбинированных ловушек нефти и газа. М.: Недра, 1988. 213 с.
5. *Шустер В.Л., Дзюбло А.Д., Шнип О.А.* Залежи углеводородов в неантиклинальных ловушках Ямальского полуострова Западной Сибири // Георесурсы. 2020. Т. 22, № 1. С. 39–45. <https://doi.org/10.18599/grs.2020.1.39-45>
6. Положение об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ. М.: ВНИГНИ, 1983. 16 с.
7. *Абукова Л.А., Карцев А.А.* Флюидные системы осадочных нефтегазоносных бассейнов (типы, основные процессы, пространственное распространение) // Отечественная геология. 1999. № 2. С.11–16.
8. *Окнова Н.С.* Неантиклинальные ловушки и их примеры в нефтегазоносных провинциях // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2012. Т. 7, № 1. С. 16. http://www.ngtp.ru/rub/10/10_2012.pdf (Дата обращения 15.07.2020).
9. *Габриэлянц Г.А., Порожун В.И., Сорокин Ю.В.* Методика поисков и разведки залежей нефти и газа. М.: Недра, 1985. 304 с.
10. *Поляков А.А., Колосов В.Н., Фончикова М.Н.* К вопросу о классификации залежей нефти и газа // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2015. Т. 10, № 1. С. 10. https://doi.org/10.17353/2070-5379/7_2015
11. *Жемчугова В.А., Бербенев М.О.* Основные принципы моделирования структуры природных резервуаров (на примере меловых отложений Западной Сибири) // Георесурсы. 2015. № 2(61). С. 54–62. <https://doi.org/10.18599/grs.61.2.5>

Methodical approach to forecasting zones in oil and gas bearing basins favorable for the formation of non-anticlinal traps

V.L. Shuster

Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

E-mail: tshuster@mail.ru

Abstract. The article discusses the goals, objectives, methods and types of geological and geophysical studies, as well as the forecast criteria for non-anticlinal oil and gas traps at the regional stage of exploration. Proposals are made to improve and systematize existing methods for predicting non-anticlinal traps. Geological and geophysical data on hydrocarbon deposits and exploration areas of Western Siberia are utilized. Comprehensive analysis of seismic data, well logs and core data is carried out using modern research methods.

Keywords: oil, gas, non-anticlinal traps, forecast criteria, set of studies.

Citation: *Shuster V.L.* Methodical approach to forecasting zones in oil and gas bearing basins favorable for the formation of non-anticlinal traps // Actual Problems of Oil and Gas. 2020. Iss. 2(29). P. 64–71. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2020-29.art5> (In Russ.).

References

1. *Dolson J., He Zh., Horn B.W.* Advances and perspectives on stratigraphic trap exploration – making the subtle trap obvious // Search and Discovery. Article 60054. 2018. 67 p.
2. *Geology of giant petroleum fields / Ed. by M.T. Halbouty.* Moscow: Mir, 1973. 440 p. (In Russ.).
3. *Aleksin A.G., Gogonenkov G.N., Khromov V.T.* et al. Methods of searching for oil and gas deposits in traps of complex screening type. In 2 parts. Moscow: VNIOENG, 1992. 447 p. (In Russ.).
4. *Guseinov A.A., Geiman B.M., Shik N.S., Surtukov G.V.* Methods of forecasting and searching for lithological, stratigraphic and combined oil and gas traps. Moscow: Nedra, 1988. 213 p. (In Russ.).
5. *Schuster V.L., Dziublo A.D., Shnip O.A.* Hydrocarbon deposits in non-anticlinal traps of the Yamal Peninsula of Western Siberia // Georesursy. 2020. Vol. 22, No. 1. P. 39–45. <https://doi.org/10.18599/grs.2020.1.39-45>
6. Regulation on the stages and stages of exploration for oil and gas. Moscow: VNIGNI, 1983. 16 p. (In Russ.).
7. *Abukova L.A., Kartsev A.A.* Fluid systems of sedimentary oil and gas basins (types, main processes, spatial distribution) // National Geology. 1999. No. 2. P. 11–16. (In Russ.).
8. *Oknova N.S.* Nonanticlinal traps – examples from Volga-Ural and Western Siberia oil-and-gas province // Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika. 2012. Vol. 7, No. 1. P. 16. http://www.ngtp.ru/rub/10/10_2011.pdf (Accessed on 15.07.2020). (In Russ.).
9. *Gabrielyants G.A., Poroskun V.I., Sorokin Yu.V.* Methodology of prospecting and exploration of oil and gas deposits. Moscow: Nedra, 1985. 304 p. (In Russ.).

10. *Polyakov A.A., Kolosov V.N., Fonchikova M.N.* On the classification of petroleum accumulations // *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*. 2015. Vol.10, No. 1. P. 10. https://doi.org/10.17353/2070-5379/7_2015 (In Russ.).

11. *Zhemchugova V.A., Berbenev M.O.* Basic principles for modeling reservoir structure (on the example of Cretaceous deposits of Western Siberia) // *Georesursy*. 2015. No. 2(61). P. 54–62. <https://doi.org/10.18599/grs.61.2.5> (In Russ.).