

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗА ГЕОМЕТРИИ  
И ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ  
СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО УЧАСТКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДРАКОН (ВЬЕТНАМ)  
APPLICATION OF ADVANCED APPROACH TO RESERVOIR PROPERTIES  
DISTRIBUTION AND GEOMETRY PREDICTION FOR COMPLEX  
TERRIGENOUS RESERVOIRS OF THE CENTRAL DRAGON OILFIELD  
(VIETNAM)**

**Е. В. Фролова**

E. V. Frolova

*НИПИморнефтегаз СП «Вьетсовпетро», г. Вунгтау, Вьетнам*

*Ключевые слова: обстановки осадконакопления; литолого-фациальное моделирование; петрофизическое моделирование; прогнозирование фильтрационно-емкостных свойств; прогнозирование геометрии коллекторов*

*Key words: depositional environments; lithofacies simulation; petrophysical simulation; reservoir properties prediction; reservoir geometry and boundaries prediction*

В связи с постепенной выработкой запасов углеводородов в фундаменте в зоне деятельности СП «Вьетсовпетро» в настоящее время все большее внимание уделяется изучению терригенных отложений осадочного чехла. Нижнемиоценовые горизонты, перекрытые мощными непроницаемыми «роталиевыми» глинами и аргиллитами, рассматриваются как одни из наиболее перспективных коллекторов в нижнемиоценовом терригенном комплексе Кылулонгского бассейна в целом, и содержащем значительную часть запасов нефти Центральном участке месторождения Дракон в частности. Несмотря на многолетнюю историю изучения отложений, существует ряд проблем, обусловивших необходимость дополнительного изучения этого участка.

Характерной чертой нижнемиоценовых отложений является их сложное геологическое строение, обусловленное большим вкладом тектонической составляющей и значительными литолого-фациальной и фильтрационно-емкостной неоднородностями, что находит отражение в существенных расхождениях проектных и фактических показателей разработки участка и отрицательных результатах бурения боковых стволов по имеющейся геологической модели. В связи с этим комплекс исследований, включающий реконструкцию обстановок формирования нижнемиоценовых горизонтов, оценку неоднородности фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) и прогноз распространения потенциальных коллекторов, является важной частью поисково-разведочных работ, направленной на выявление сложно-построенных литологических ловушек [1].

Таким образом, были решены следующие основные задачи:

- проведены литолого-седиментологические исследования для определения структурно-текстурных особенностей и условий образования нижнемиоценовых отложений Центрального участка месторождения Дракон;
- выполнена интеграция данных керна с коротажными материалами (ГИС) анализом толщин и биостратиграфическим изучением для картирования фациальных зон, созданы седиментационные схемы, учитывающие детали и механизмы формирования отложений;
- построена пространственная фациальная модель;
- выполнена оценка распределения ФЕС по типам коллекторов, и построены петрофизические модели нижнемиоценовых пластов Центрального участка месторождения Дракон на основе применения методики гидравлических единиц потока (HFU).

Повышенный интерес к изучению нижнемиоценовой толщи Центрального участка месторождения Дракон обусловил проведение дополнительных исследований, направленных на выявление распространения, прогноз участков улучшенных коллекторских свойств, осуществленных путем подбора оптимальных схем седиментации и построения пространственных фациальной, а также петрофизической моделей.

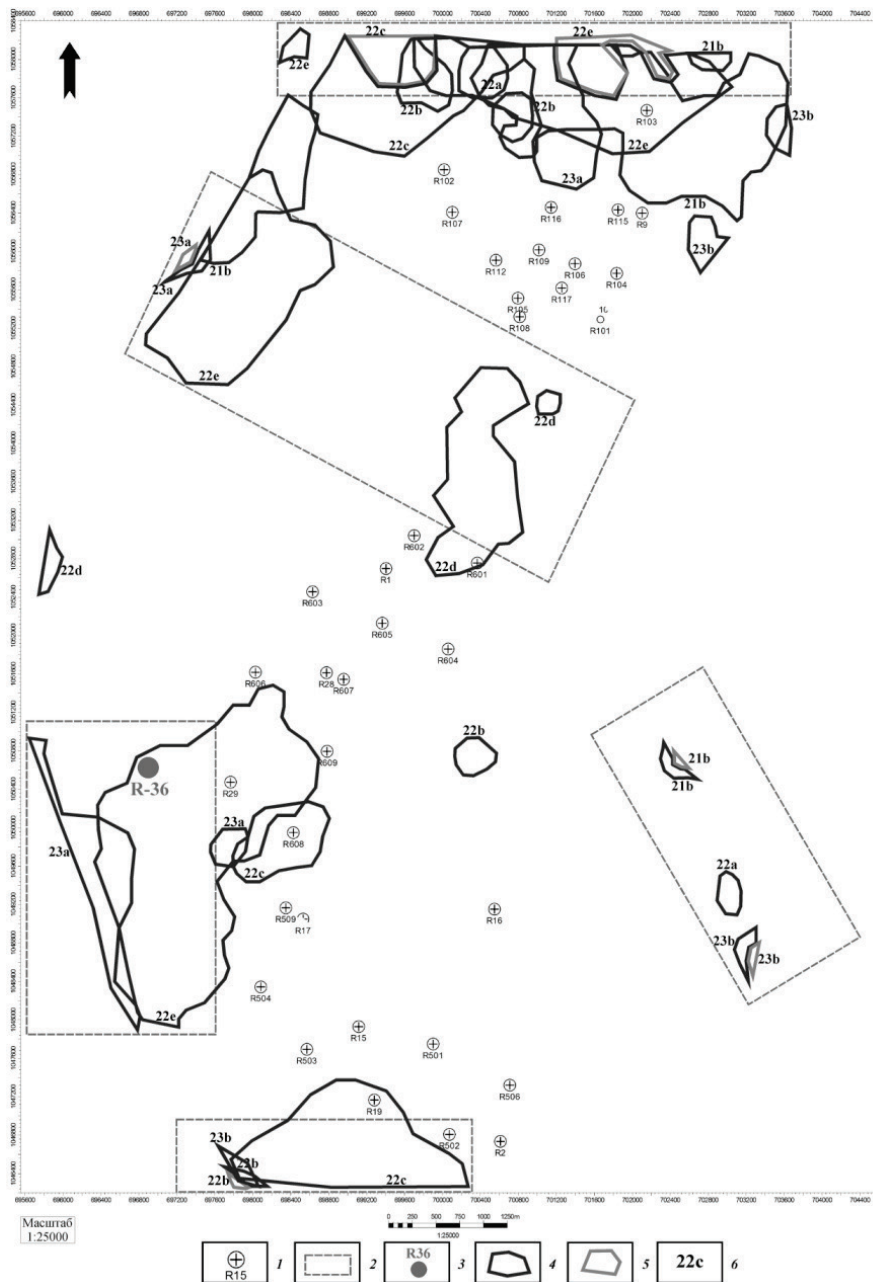
*Седиментационные схемы* представляют собой мощный инструмент для изучения закономерностей образования толщи и прогноза литологической изменчивости. Поскольку в определенных фациальных условиях в бассейне накапливается обломочный материал определенной размерности, окатанности и сортированности, то динамика среды осадконакопления определяет условия осаждения и механическую дифференциацию приносимого обломочного материала. Так как причиной образования значительной литологической неоднородности являются локальные изменения условий осадконакопления, поэтому подобранные оптимальные схемы седиментации позволяют прогнозировать в пространстве распространение сложнопостроенных фациальных (геологических) тел [2].

*Фациальная модель* является результатом моделирования в пространстве фациальных зон, выделенных в разрезах скважин с помощью модуля фациального моделирования Petrel (2013 г.), в основе которого был применен метод Sequential Indicator Simulation. Поскольку для изученного участка характерна значительная фациальная неоднородность, и в разрезе одного продуктивного горизонта выделяется несколько обстановок седиментации, то фациальные карты отражают распределение по площади преобладающей в скважине мощности фации, что на самом деле является не действительным, а исключительно схематичным отображением распределения фаций по площади пласта. Именно поэтому прогноз размещения тел фаций основан на комплексировании схем седиментации, показывающих возможный механизм седиментации осадков и фациальной модели, отображающей вероятное распространение отложений фаций [2, 3].

*Петрофизическая модель* представляет собой смоделированный в трехмерной сетке параметр HFU, отражающий распределение типов коллекторов в пространстве на основе рассчитанных по стволам скважин и позволяющий уточнить зоны развития улучшенных ФЕС. Данный параметр представляет собой классификацию петрофизической связи пористости, проницаемости и удельной поверхности — параметра FZI (уравнение Кармана — Козени). Построение петрофизических связей типа «кern — kern» и «кern — ГИС», а также применение специальных петрофизических алгоритмов классификации (например, алгоритм Кохонена) позволяют прогнозировать класс HFU в бескерновых интервалах и бескерновых скважинах на основе стандартного комплекса ГИС. Всего для нижнемиоценовых отложений выделено 6 классов HFU (причем более высокому классу соответствуют наилучшие ФЕС). Построения выполнялись с помощью модуля петрофизического моделирования Petrel (2013 г.), в основе которого лежит метод Gaussian Random Function Simulation [4].

Рассмотрим результаты выполненных исследований для продуктивных пластов (имеющих районную индексацию 23 — в интервале сейсмогоризонтов СГ-7 —

СГ-5 и 21, 22 — в интервале сейсмогоризонтов СГ-5 — СГ-3) нижнеиоценовых коллекторов Центрального участка месторождения Дракон (рисунок).



*Рисунок. Карта перспективных для дальнейшего изучения зон Центрального участка месторождения Дракон: 1 — пробуренные скважины; 2 — границы перспективных участков; 3 — проектная скважина; зоны распространения: 4 — 4 тип коллектора; 5 — 5 класс коллектора; 6 — продуктивный пласт*

Для пласта 23b интерес для изучения представляют части: северо-восточная, где отмечается развитие 4 класса коллектора и русловой потоковой и верной фа-

ций; юго-восточная, с наличием зоны распространения 4, 5 типов и русловой потоковой и веерной фаций.

Для пласта 23а перспективные участки отмечаются в северной части, где имеют развитие 4 класс коллектора, веерные тела и фации сильноподвижного мелководья и морского края конуса выноса; в северо-западной, к которой приурочено распространение 4, 5 типов и сильноподвижного мелководья; в юго-западной с развитием 4 типа коллектора и фаций сильноподвижного мелководья.

Для пласта 22е интерес для изучения представляют следующие части: северная, с развитием 4 и 5 петрофизических типов и фаций сильноподвижного мелководья, баровой постройки и мелких прибрежных водотоков; северо-западная, к которой приурочено пространственное развитие 4 класса коллектора и сильноподвижное мелководье; юго-западная, с наличием зоны распространения 4 типа и фаций сильноподвижного мелководья и баровой постройки.

Для пласта 22d перспективные участки располагаются в центральной части, где отмечены зона распространения коллекторов 4 типа и тела мелких прибрежных водотоков.

Для пласта 22с были выделены следующие перспективные зоны: северо-западная, к которой приурочено развитие 4, 5 типов коллекторов и фаций сильноподвижного мелководья; центральная и южная, где отмечены зона развития 4 класса коллектора и баровая постройка.

Для пласта 22b интерес для изучения представляют следующие части: северная и центральная, где отмечаются развитие 4 класса коллектора, и баровой постройки; юго-западная, с наличием зоны распространения 4, 5 типов и фации сильноподвижного мелководья.

Для пласта 22а перспективные участки отмечаются в северной и юго-восточной частях, где имеют развитие 4 класс коллектора и тела мелких прибрежных водотоков.

Для изучения пласта 21b перспективными являются следующие части участка:

- северо-восточная, связанная с телами мелких прибрежных водотоков и распространением 4 класса коллектора;
- северо-западная, образованная в условиях малоподвижного мелководья с развитием 4 типа коллекторов;
- восточная, приуроченная к телам мелких прибрежных водотоков с преобладанием 4, 5 классов коллекторов.

Построенная трехмерная фациальная модель нижнемиоценовых пластов и подобранные для каждого горизонта седиментационные схемы позволили детализировать геологическое строение и прогнозировать зоны развития фаций на участках отсутствия пробуренных скважин [5].

Построенные фациальная и петрофизическая модели, а также выполненный прогноз и выделение 5 перспективных участков для заложения скважин позволяют не только улучшить поисково-разведочный процесс, но и учитывать полученные данные при уточнении геологической модели и технологической схемы разработки Центрального участка месторождения Дракон. В частности, на основании полученных данных были выявлены следующие перспективные участки: северный, западный, юго-западный, восточный, центральный, в которых прогнозируется не только распространение тел фаций, но и зоны коллекторов с относительно повышенными ФЕС, еще не вскрытые бурением [6] (см. рисунок).

#### *Список литературы*

1. Комплексный подход к обоснованию поисково-разведочного бурения / Ф. С. Шон, А. Н. Иванов, В. Ю. Холодилов, Е. В. Фролова // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 6. – С. 38-39.
2. Фролова Е. В. Строение и условия формирования нижнемиоценовых коллекторов Центрального участка месторождения Дракон (Вьетнам) // Известия вузов. Нефть и газ. – 2015. – № 3. – С. 38-42.
3. Фролова Е. В., Мамулина В. Д. Представления об эволюции процессов осадконакопления нижнемиоценовых отложений Центральной части Кылуонгского бассейна (на примере Центрального участка месторождения Дракон,

Вьетнам) // Эволюция осадочных процессов в истории Земли: материалы 8-го Всероссийского литологического совещания (Москва, 27–30 октября 2015 г.). – М.: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2015. – Т. II. – С. 153–156.

4. Влияние литолого-фациальной неоднородности на фильтрационно-емкостные свойства нижнемиоценовых коллекторов Центрального участка месторождения Дракон / А. Н. Иванов, Е. В. Фролова [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 5. – С. 47–51.

5. Шон Ф. С. [и др.]. Комплексный подход к обоснованию поисково-разведочного бурения / Ф. С. Шон, А. Н. Иванов, В. Ю. Холодилов, Е. В. Фролова // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 6. – С. 38–39.

6. Frolova E., Talankin A. Reservoir distribution and formation evaluation of the Central Dragon oilfield (Cuu Long basin, Vietnam offshore) / European Science and Technology. Publishing office Vela Verlag, Waldkraiburg – Munich – Germany, 2015. – Vol. I. – P. 252–257.

7. Frolova E., Talankin A. The planning of the exploration drilling with the complex approach / The Third European Conference on Earth Sciences. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna, 2015. – P. 11–14.

*Сведения об авторе*

**Фролова Елена Васильевна**, специалист отдела разведочной геологии НИИМорнефтегаз СП «Вьетсов-петро», соискатель ученой степени к. г.-м. н. кафедры промысловой геологии Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина, г. Вунг-тау, Вьетнам, e-mail: frolovaev88@mail.ru

*Information about the author*

**Frolova E. V.**, Geoscientist of Exploration Geology Department, Research and Engineering Institute, Vietsovpetro Joint Venture, PhD Candidate of Production Geology Department, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Vungtau city, Vietnam, e-mail: frolovaev88@mail.ru

## **Бурение скважин и разработка месторождений**

УДК 622.27

### **ПРОГНОЗ ПОКАЗАТЕЛЯ СМАЧИВАЕМОСТИ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ ПО ОБЪЕМНОМУ СОДЕРЖАНИЮ ОСТАТОЧНОЙ ВОДЫ FORECAST OF WETTABILITY INDEX IN PRODUCTIVE FORMATIONS BY VOLUME OF RESIDUAL WATER CONTENT**

**Р. Т. Ахметов, Ю. В. Зейгман, В. В. Мухаметшин, А. В. Андреев, Ш. Х. Султанов**  
R. T. Akhmetov, Yu. V. Zeigman, V. V. Mukhametshin, A. V. Andreev, Sh. Kh. Sultanov

*Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа*

*Ключевые слова: гидрофильность; водоудерживающая способность; продуктивный пласт; коллекторские свойства*

*Key words: hydrophilic behavior; water retaining capacity; productive reservoir; reservoir properties*

При выборе методов повышения нефтеотдачи важно знать характер смачиваемости продуктивного пласта [1–5]. Для характеристики степени гидрофильности продуктивного пласта нами предложено использовать эффективную толщину пленки остаточной воды на поверхности фильтрационных каналов коллектора [6–8], которая вычисляется через коллекторские свойства пласта: пористость, проницаемость и остаточная водонасыщенность в соответствии с формулой

$$\sigma_9 = \frac{K_{60}}{(1-K_{60})^2} \sqrt{\frac{2K_{np}}{K_n^m}},$$

где  $K_n$  — коэффициент пористости;  $K_{во}$  — коэффициент остаточной водонасыщенности;  $K_{np}$  — коэффициент абсолютной проницаемости;  $m$  — показатель цементации.

Очевидно, если продуктивный пласт является гидрофильным, то средняя толщина пленки остаточной воды на поверхности фильтрационных каналов макси-