

УДК 553.982.2

## **ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА БАЛТИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН**

**Е. Н. НЕРЕЗЬКО, А. Н. ГУМЕРОВА**

*Российский государственный университет нефти и газа  
(национальный исследовательский университет)  
имени И. М. Губкина, г. Москва*

*Развитие сырьевой базы акваториальной части Балтийской синеклизы – одно из стратегических направлений перспективного развития нефтегазового комплекса. Новые направления освоения шельфа представляют огромный интерес у специалистов разного профиля. Неотъемлемой частью повышения эффективности разработки уже имеющихся месторождений является изучение геологического строения, а также уточнение коллекторских свойств пород. Наилучшее представление об эффективности разработки месторождения показывает зависимость распределения дебитов скважин от эффективных нефтенасыщенных толщин и показателей проницаемости пласта. Объектом исследования являются продуктивные нефтеносные отложения среднекембрийского возраста, представляющие основной интерес для поиска и разведки новых месторождений шельфа Балтийского моря. Цель данной работы заключалась в изучении фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов, выявлении закономерности их распределения на основе геологической модели исследуемого пласта и анализе влияния основных характеристик продуктивных отложений на дебиты добычи нефти.*

**Ключевые слова:** Куршская впадина, среднекембрийские отложения, фильтрационно-емкостные свойства, дебит.

## **FEATURES OF CONSTRUCTION OF A THREE-DIMENSIONAL GEOLOGICAL MODEL AND ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF FILTERING-CAPACITIVE PROPERTIES OF THE PRODUCTIVE FORMATION OF THE BALTIC SYNECLISE ON THE PRODUCTIVITY OF OIL WELLS**

**E. N. NEREZKO, A. N. GUMEROVA**

*National University of Oil and Gas “Gubkin University”,  
Moscow, Russian Federation*

*The development of natural resource base of aquatorial part of Baltic syneclyse is one of the strategic direction of forward-looking development of oil and gas complex. New directions of shelf development are of great interest to specialists of various fields. The study of the geological structure as well as clarification of its collection properties of its soil is an integral part of increasing the efficiency of development of existing deposits. The dependence of well flowrate from efficient oil-saturated depth and stratum permeability indicator provide the best idea of the efficiency of deposit exploitation. The object of the research is productive oil containing deposits of the Middle Cambrian age, which are of a major interest for searching and developing new deposits in the of the Baltic Sea shelf. The prime objective of this work is the study of filtering-capacitive*

*qualities of reservoir rocks, revealing dependencies of their distribution based on geological model of the studied reservoir and the analysis of the influence of basic characteristics of productive deposits on oil extraction debits.*

**Keywords:** Curonian trench, Middle Cambrian deposits, filtering-capacitive qualities, debit.

### **Введение**

Основными продуктивными отложениями в пределах Куршской впадины являются среднекембрийские отложения дейменаского горизонта. С точки зрения литологического отношения и вещественного состава продуктивный горизонт представлен отложениями однородных и мономинеральных кварцевых разнозернистых песчаников, в которых наблюдается умеренное переслаивание аргиллитов и глинистых алевролитов [1].

В свою очередь, гранулометрический состав данных песчаников разнообразный и меняется как по площади месторождения, так и по его разрезу. Горизонт хорошо охарактеризован керном и шламом, имеет однородное строение, представлен разнозернистыми кварцевыми песчаниками. Региональной покрывкой служит карбонатно-глинистая толща пород ордовикской системы. Изучаемая залежь массивная, сводовая, осложнена разрывным нарушением и имеет естественный водонапорный режим.

Целью работы является изучение геологического строения исследуемой территории, построение трехмерной геологической модели, а также проведение анализа изменчивости фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов и ее влияние на эффективность разработки.

### **Основная часть**

Создание цифровой трехмерной геологической модели имеет важное значение в изучении изменчивости фильтрационно-емкостных свойств пласта, поскольку конечным результатом ее построения является наглядное представление изучаемого объекта в объемном виде, позволяющее оценить размеры объекта разработки, изменения литологического состава, структуры порового пространства пород-коллекторов как в разрезе, так и по площади залежи, а также влияние данной изменчивости на дебиты.

Для реализации поставленной цели авторами при изучении нефтеносных отложений проводились работы по построению трехмерной геологической модели продуктивного разреза, дающей возможность наглядно оценить закономерности изменчивости фильтрационно-емкостных свойств пласта [3].

Для создания геологической модели после загрузки исходных данных проведена корреляция на основе имеющихся отбивок и структурно-тектоническое моделирование. На этапе структурно-тектонического моделирования были построены карты пористости, песчанности, общих, эффективных и эффективных нефтенасыщенных толщин, послужившие основой для построения кубов литологии, пористости, проницаемости и нефтенасыщенности.

При построении изучаемой модели было применено стохастическое распределение параметра литологии в объеме залежи. Сущность метода заключается в обеспечении осознания проницаемых зон программой, являющихся потенциальными коллекторами и непроницаемыми породами. Результатом построения куба литологии является наглядное отображение пропластков коллекторов и неколлекторов в пласте (рис. 1).

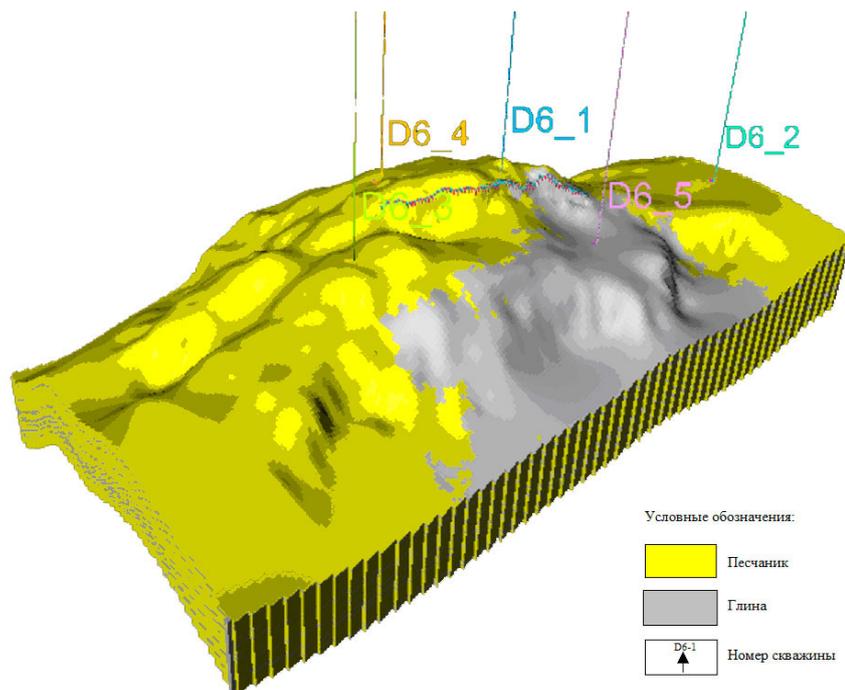


Рис. 1. Куб литологии

Построение куба пористости выполнялось стохастическим методом последовательного гауссового моделирования. Для распределения проницаемости в трехмерной модели было использовано уравнение петрофизической зависимости, полученной по результатам исследований керна. За основу при построении куба проницаемости был принят куб пористости (рис. 2 и 3).

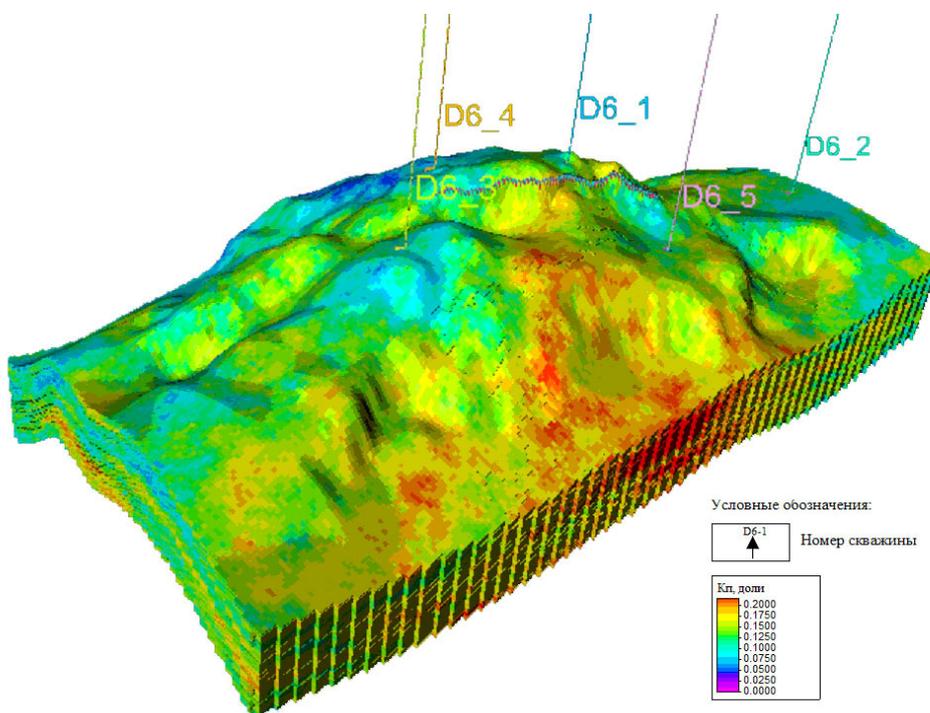


Рис. 2. Куб пористости

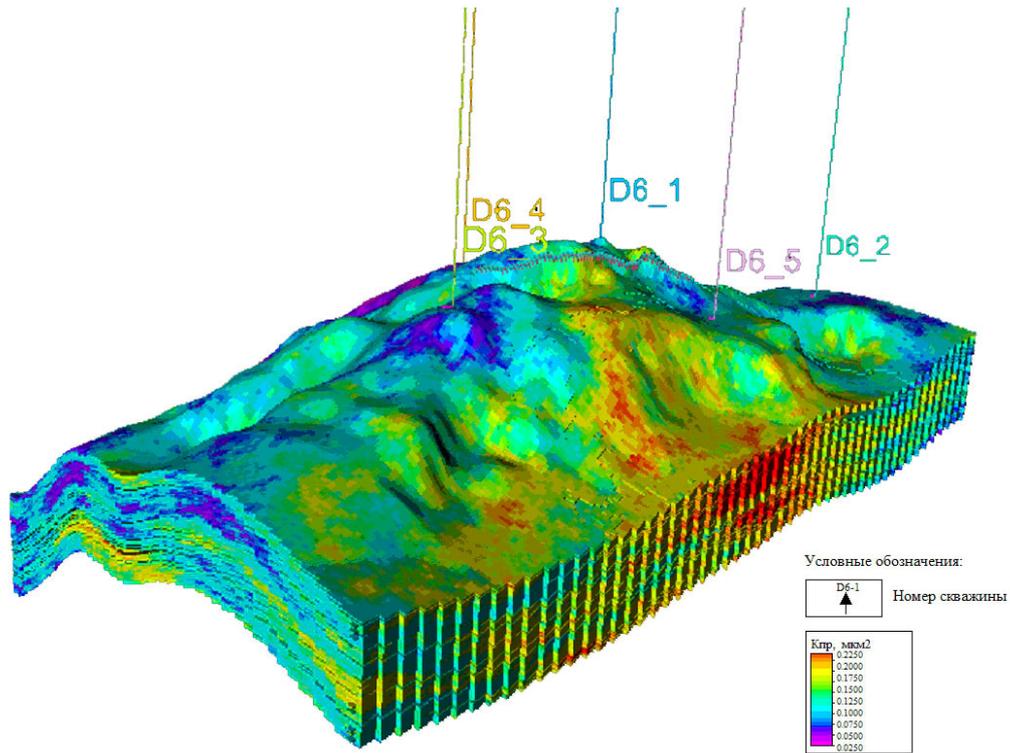


Рис. 3. Куб проницаемости

При построении куба нефтенасыщенности учитывались данные по положению водонефтяного контакта. В основе моделирования куба насыщения использовался тренд зависимости нефтенасыщенности от пористости и высоты над поверхностью водонефтяного контакта (рис. 4). В целом объект разработки представлен монолитным куполом и является выдержанным по общей и эффективной толщинам пластом (рис. 5).

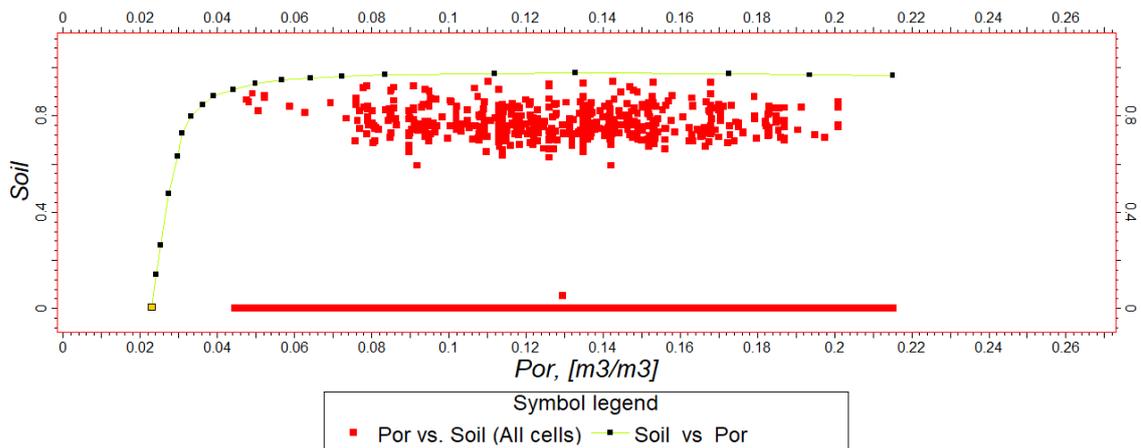


Рис. 4. Тренд зависимости нефтенасыщенности, пористости и высоты над контактом

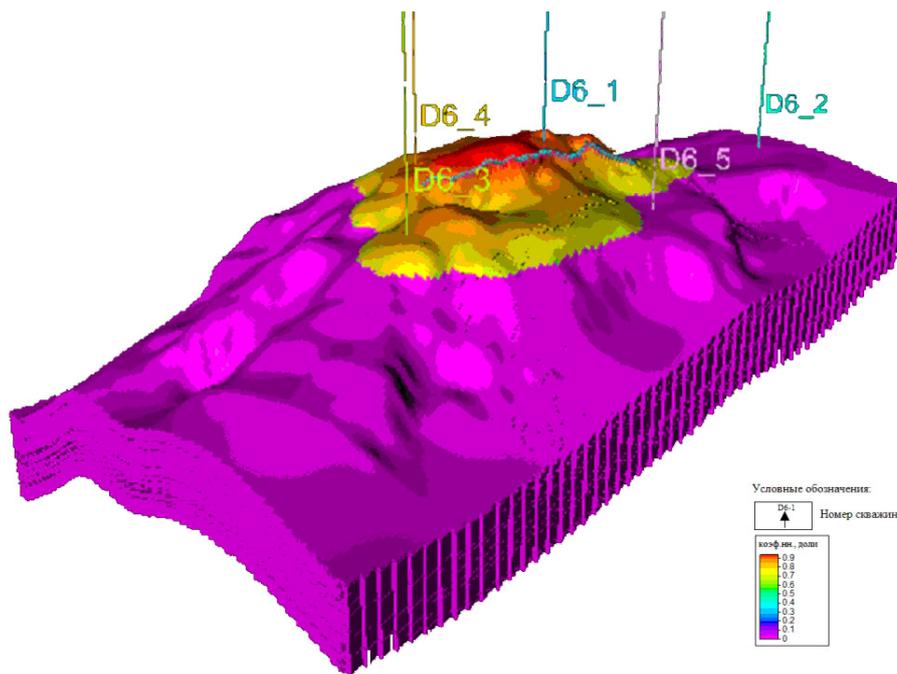


Рис. 5. Куб нефтенасыщенности

Статистика построения всех четырех кубов по гистограмме показывает, что максимальные расхождения между скважинными данными, осредненными значениями и построенными кубами находятся в зоне допустимых значений и не достигают 5 % (рис. 6). Следовательно, построенная модель достаточно полно соответствует реальному пласту.

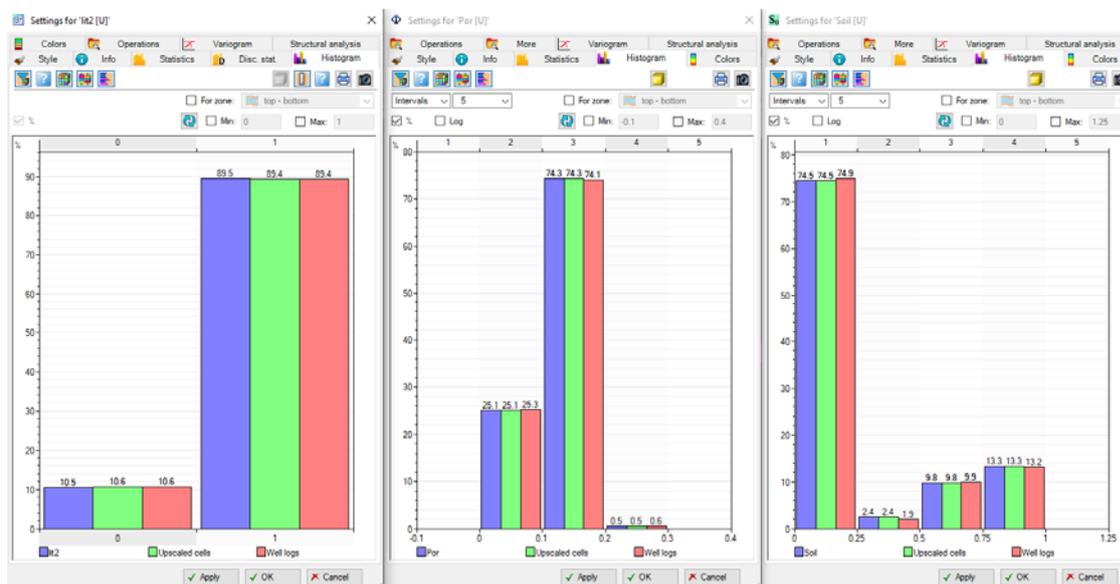


Рис. 6. Статистические данные кубов литологии, пористости и нефтенасыщенности

В ходе построения данной модели было определено, что значения пористости изучаемого пласта изменяются на всем участке исследуемой территории Западно-Куршского вала, увеличиваясь в восточном направлении. Так, значения пористости в сводовой части достигают 14 %, в то время как на крыльях структуры они составляют около 9,5 %. Достаточно часто изменения значений пористости зависят от наличия глинистой составляющей в породе. Средневзвешенная проницаемость пласта также

имеет изменчивые значения, достигая в сводовой части величины  $0,177-0,217 \text{ мкм}^2$ , уменьшаясь на крыльях структуры до  $0,039 \text{ мкм}^2$  [4]. Сложный характер распределения пористости и проницаемости является свидетельством неоднородности целевых пластов, которая связана как с внутренней структурой, так и со вторичными процессами, изменяющими структуру порового пространства. Изменение нефтенасыщенности происходит закономерно в сторону к периферии залежи от сводовой ее части. Наиболее высокие средневзвешенные значения нефтенасыщенности характерны для поднятой сводовой части структуры в чистых кварцевых песчаниках – 93 %, в крыльевых частях значения коэффициента нефтенасыщенности значительно ниже – около 70 %.

Основным показателем эффективности разработки нефтяных залежей является дебит, показывающий объем продукции, добываемой скважиной за определенный промежуток времени. Характер изменения дебитов по площади залежей отражает особенности геологического строения среднекембрийских отложений, а именно площадную и слоистую неоднородность, а также изменчивость фильтрационно-емкостных свойств [2].

С целью определения влияния геологической изменчивости фильтрационно-емкостных свойств на процесс извлечения нефти были рассмотрены зависимости дебита нефти от эффективной нефтенасыщенной толщины и проницаемости для продуктивного пласта (рис. 7 и 8).

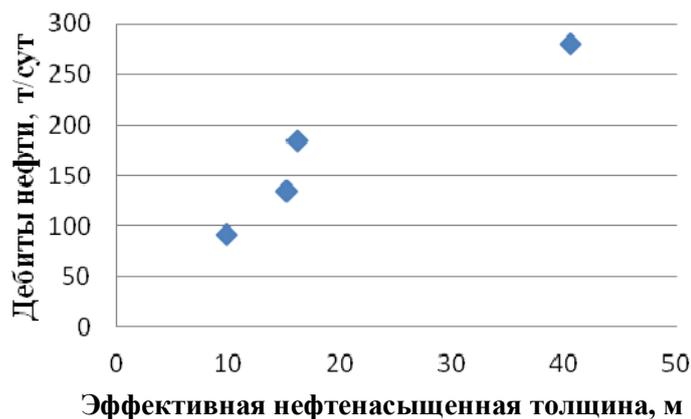


Рис. 7. Зависимость дебита нефти от эффективной нефтенасыщенной толщины

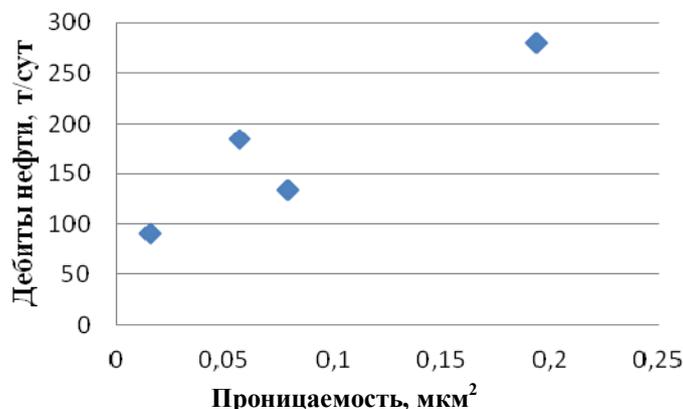


Рис. 8. Зависимость дебита нефти от проницаемости

При изучении зависимости дебита от фильтрационно-емкостных свойств в среднекембрийских отложениях Куршской впадины было установлено, что в связи с выдержанностью пласта по площади аномалий не наблюдается, однако некоторое колебание величин дебитов скважин может быть связано с частичной неоднородностью пласта. Изменение дебитов нефти в широких пределах в среднекембрийских отложениях, вероятно, обусловлено геологической неоднородностью коллекторов, которая определяет специфику разработки залежей и ведет к неравномерной выработке запасов [5].

### **Заключение**

На основании проделанной работы по изучению и анализу геологического строения продуктивных отложений среднекембрийского возраста были сделаны следующие выводы:

1. В целом на всем участке изучаемой территории наблюдается широкий разброс значений пористости, проницаемости, нефтенасыщенности и нефтенасыщенных толщин, что указывает на относительно высокую степень неоднородности данных пластов.

2. При анализе построенных зависимостей дебитов нефти от эффективной нефтенасыщенной толщины и проницаемости было установлено, что с ростом эффективных нефтенасыщенных толщин и показателей проницаемости происходит закономерный рост дебита нефти.

Построенная трехмерная геологическая модель в ходе исследования может послужить основой для подсчета запасов нефти и газа объемным методом, а проведенный анализ зависимостей дебитов нефти от эффективной нефтенасыщенной толщины и показателей проницаемости может быть учтен при составлении проекта разработки открытых и потенциальных месторождений в пределах Куршской впадины.

### **Литература**

1. Теоретические основы поисков и разведки нефти и газа / А. А. Бакиров [и др.]. – М. : Недра, 2012. – 416 с.
2. Борисов, Ю. П. Влияние неоднородности пластов на разработку нефтяных месторождений / Ю. П. Борисов, В. В. Воинов, З. К. Рябинина. – М. : Недра, 1970. – 288 с.
3. Лобусев, А. В. Геолого-промысловые основы моделирования залежей нефти и газа / А. В. Лобусев. – М. : Недра, 2017. – 333 с.
4. Кесслер, Ю. А. Особенности геологического строения и освоения углеводородного потенциала шельфа Балтийского моря на примере Кравцовского (D6) нефтяного месторождения / Ю. А. Кесслер, О. И. Кузилов, В. М. Десятков // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2013. – № 4. – С. 44–50.
5. Нефтегазопромысловая геология и гидрогеология залежей углеводородов : учеб. для вузов / И. П. Чоловский [и др.]. – М. : Нефть и газ, 2002. – 456 с.

*Получено 02.11.2020 г.*