DOI: 10.17122/ntj-oil-2020-1-18-29

УДК 551.312

М.Х. Алясеен (Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация)

ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И УСЛОВИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ СВИТЫ КУРАЧАЙН ДОЛОМИТ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕВЕРНЫЙ ДУБАЙСАН В СИРИИ

Mohammad H. Alyaseen (Ufa State Petroleum Technological University,
Ufa, Russian Federation)

FACIES ANALYSIS AND DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS OF KURACHINE DOLOMITE FORMATION FOR NORTH DUBAISAN FIELD IN SYRIA

Введение

На современном этапе разведки и разработки нефтяных месторождений для достоверных построений и актуализации геологических моделей требуется информация о фациальных условиях осадконакопления, которая определяет коллекторские свойства пластов и условия формирования в них ловушек нефти и газа.

В статье кратко рассматривается геологическое строение нефтяного месторождения Северный Дубайсан. На площади месторождения проводился фациальный анализ с целью детального изучения осадочных образований свиты Курачайн Доломит, заключающийся в выделении фаций и определении условий осадконакопления.

Описания осадочных фаций и обстановок осадконакопления представлены во многих публикациях, в том числе в работах: Brew G., Barazengi M., Al-Maleh KH., Sawaf T., Litak R., Al-imam A., Al-Youssef W., Аль Кади М., Мамита Б., Шера Т., Хадиди А. и других.

Background

At the present stage of exploration and development of oil fields, reliable construction and updating of geological models require information on the facies of sedimentation, which determines the collector properties of the reservoirs and the conditions for the formation of oil and gas traps in them.

The article briefly discusses the geological structure of the North Dubaisan oil field. A facial analysis was carried out on the area of the deposit in order to study in detail the sedimentary formations of the Kura-Chine Dolomite Formation, which consists in isolating facies and determining sedimentation conditions.

Descriptions of sedimentary facies and sedimentation conditions are presented in many publications, including Brew G., Barazengi M., Al-Maleh KH., Sawaf T., Litak R., Al-imam A., Al-Youssef W., Al Kadi M., Mamita B., Shera T., Hadidi A. and others.

Цели и задачи

Выполнить фациальный анализ на основе комплексной интерпретации данных каротажных диаграмм, сейсмических разрезов, детального описания керна и петрофизических исследований образцов пород.

Методы

Для прогноза распространения и качества продуктивных толщ использовался секвенс-стратиграфический метод изучения фаций, позволяющий значительно улучшить понимание условий осадконакопления.

В настоящем исследовании использованы данные Сирийской Нефтяной компании, которая применяет в своей работе комплексную интерпретацию каротажных диаграмм и детальное описание керна.

Результаты

Основными результатами исследования являются выделение фаций и определение обстановок осадконакопления месторождения Северный Дубайсан, и их корреляционная связь. В результате исследований были сделаны комплексирование геолого-геофизических исследований позволяет на основе литолого-фациального, секвенс-стратиграфического анализов и интерпретации данных ГИС выполнить детальный достоверный анализ фациальной характеристики разреза, а также прогнозировать в пространстве фации в интервалах, не охарактеризованных керновым материалом.

Aims and Objectives

Perform facial analysis on the basis of a comprehensive interpretation of log data, seismic sections, a detailed description of the core and petrophysical studies of rock samples, to predict the distribution and quality of productive reservoirs.

Methods

A sequential stratigraphic method for studying facies was used, which can significantly improve understanding of sedimentation conditions.

This study uses data from the above sources, as well as data from the Syrian Oil Company, which uses a comprehensive interpretation of well logs and a detailed description of the core.

Results

The main results of the study are the identification of facies and the determination of sedimentation conditions of the North Dubaisan region, and their correlation. As a result of the studies, a combination of geological and geophysical studies was made that allows, based on lithological-facial, sequence-stratigraphic analysis and interpretation of well log data, to perform a detailed reliable analysis of the facial characteristics of the section, as well as to predict in the facies space in the intervals not characterized by core material.

Ключевые слова: нефтяное месторождение Дубайсан; свита Курачайн Доломит; фациальный анализ; секвенстная стратиграфия

Key words: North Dubaisan oil field; KuraChine Dolomite Formation; facies analysis; Sequence stratigraphic analysis

Введение

С целью реконструкции физико-географических условий среды седиментации на нефтяных месторождениях Дубайсан и Северный Дубайсан (Центральная Сирия) проводились исследования, которые заключались в изучении фаций и восстановлении условий образования осадочных толщ свиты Курачайн Доломит. На современном этапе разведки и разработки нефтяных месторож-

дений для достоверных построений и актуализации геологических моделей требуется информация о фациальных условиях осадконакопления, которая определяет коллекторские свойства пластов и условия формирования в них ловушек нефти и газа [1].

В исследовании для реконструкции обстановок осадконакопления использовались следующие методы: описание керна пород, литолого-фациальный анализ (установление

фации по набору признаков), секвенс-стратиграфия (по образу тела), электрометрическая модель фаций (по кривой естественной радиоактивности ГК). Вследствие малочисленного, а зачастую и полного отсутствия отбора кернового материала эти методы использовались в комплексе. Стратиграфический объем исследования месторождения Северный Дубайсан составляют две крупномасштабные формации осадочных толщ, причем верхняя разделена на четыре мелкомасштабных цикла.

Свита Курачайн Доломит вскрыта скважинами на всей площади месторождения Северный Дубайсан и представлена трещиноватыми известняками, доломитами и доломитизированными известняками, перекрытыми мощными слоями ангидритов и сланцев. Общая толщина отложений свиты Курачайн Доломит составляет 2600 м, средняя - 380 м. Описания осадочных фаций и обстановок осадконакопления представлены во многих публикациях, в том числе в работах: Brew G., Barazengi M., Al-Maleh KH., Sawaf T. [2], Litak R., Barazengi M., Brew G., Sawaf T., Al-imam A., Al-Youssef W. [3], Аль Кади М., Мамита Б., Шера Т. [4], Хадиди А. [5] и других.

В настоящем исследовании используются данные вышеназванных источников, а также данные сирийской нефтяной компании, которая применяет в своей работе комплексную интерпретацию каротажных диаграмм и детальное описание керна.

1. Геология района исследований

Геология центрального региона Сирии широко изучалась многими авторами. Настоящее исследование основано на работах Г. Брю и др. [2, 6], Литак Р., Баразенги М. и др. [3], Махамед Аль-Кади и др. [4] и Ахмед Хадиди [5].

1.1. Тектоническое строение района

В тектоническом отношении месторождения Дубайсан и Северный Дубайсан приурочены к системе разломов грабена Евфрат.

Грабен Евфрат является частью рифтовой структуры позднего мела, развитой в

юго-восточной части Сирии и представляет собой прерывистый континентальный рифт. Система разломов грабена Евфрат длиной 160 км образует прерывистую межконтинентальную систему разломов, имеющую северо-западное направление и простирающуюся от границы Ирака на юго-востоке до турецкой границы на северо-западе (рисунок 1). Система разломов слабо выражена в рельефе района, поскольку, в отличие от других тектонических зон Сирии, она пережила слабую тектоническую активность в кайнозое [2, 3, 7].

Общая структура системы грабена Евфрат иллюстрируется сейсмическим поперечным разрезом. Центральный грабен ограничен относительно крутыми ($< 70^\circ$), нормальными плоскими разломами. Многие из этих разломов явно смещают или разрушают породы кембрийской формации Бурдж, проникая до глубин 5-8 км, возможно, в докембрийский фундамент. Глубина залегания фундамента колеблется от 6 до более 8,5 км [8].

Разломы вдоль разреза расположены неравномерно, примерно через каждые 5 км, и представляют собой разрозненные сбросы с согласным или секущим положением сместителя по отношению к слоистости горных пород; однако, показаны только крупные разломы, наблюдаемые нарушения на сейсмических разрезах предполагают наличие многочисленных второстепенных незначительных разломов. За редким исключением, разломы распространяются вверх в палеогеновую систему, ограничивая основную фазу активного расширения поздним меловым периодом [3].

1.2. Стратиграфия района

На территории исследуемого района распространены породы мезо-кайнозойского возраста, которые обнажаются здесь на дневную поверхность. Породы более древнего возраста изучались при пересечении их буровыми скважинами.

На рисунке 2 показана стратиграфическая колонка в бассейне Евфрата с формациями, обнаруженными в каждом геологическом периоде, согласно отчету, подготовленному в нефтяной компании Евфрат в Сирии.

Рисунок 1. Тектоническая схема Аравийской плиты и прилегающих районов

Рисунок 2. Стратиграфическая колонка в бассейне Евфрата (Евфратская нефтяная компания)

Докембрий (pЄ). Докембрийские породы субстрата расположены в районе Евфрата на глубине около 9 км [6]. Они не вскрываются ни одной из скважин региона, кроме того, они не являются сейсмическим отражающим маркирующим горизонтом.

Породы представлены глинистым сланцем, кварцитом, гранитом и мрамором, по аналогии с сопредельными территориями Иордана и Саудовской Аравии.

Палеозойская эратема (PZ). Палеозойские отложения имеют мощность более 4 км, в основном они относятся к кембрийско-силурийскому периоду [6]. Палеозойские отложения характеризуются мелководными морскими отложениями, состоящими из песчаников и глинистых сланцев. Глубина палеозойских отложений увеличивается в направлении к северу и северо-востоку.

Девонские отложения в Сирии в целом отсутствуют, что указывает на перерыв в осадконакоплении, обусловленный региональным поднятием. Основными свитами являются: Хабур (ордовикская система), свита Танф и Дуббайят (каменноугольная система) [6, 9].

Мезозойская эратема (MZ). Мезозойские образования района исследования сложены породами триасовой, меловой систем и встречаются в большинстве скважин бассейна Евфрата. Отложения состоят из пород карбонатных разностей и мергелей, которые характеризуются тем, что часто выклиниваются. Это связано с отложением осадков во время предрифтового и собственно рифтового этапов развития осадочного бассейна.

Свита Аманус Шиль (Нижний триас, T₁). Отложения этой формации с размывом залегают на более древние породы каменноугольного возраста. Литологически они представлены переслаиванием карбонатных пород (известняки, доломиты), с глинистыми разностями. Мощность до 247 м.

Свиты Курачайна Доломит и Курачайна Ангидрит (Средний триас, T₂). Отложения этих формаций вскрылись глубоким бурением в пределах нефтеносных структур, сложены они переслаиванием слоев ангидритов, доломитов и мергелей. Мощность от 200 до 353 м.

Выше залегает ряд свит: Бутма, Адая, Мусса, Аллан и Серглу (Верхний триас, T₃). Они перекрывают друг друга и литологически представлены переслаиванием слоев ангидритов, карбонатных ангидритов, доломитов и глинистых известняков. Их мощность достигает 1000 м. Свиты триасового возраста объединены в группу Мулусса (MUC на рисунке 2).

Свита Рутба (RU, Нижний мел K₁). С угловым несогласием залегает на более древних породах триасового возраста. Отложения юрской системы полностью отсутствуют на данной территории, скважинами подсечены не были. Литологически формация представлена разнообразными известняками, глинисто-мергелистыми песчаниками и мергелистыми доломитами.

Свиты Юдия, Дерро, Раммах, Арак и Шираниш (SHL, Верхний мел K₂). Данные формации с несогласием залегают на отложениях нижнего мела. Литологически они сложены мелоподобными известняками, мергелями, доломитизированными разностями и кремнями.

Кайнозойская эратема (KZ). Кайнозойские отложения - включают в себя следующие свиты: Аалиже, Джаддала, Чилоу, Евфрат, Дибане, Джерибе, Переходная зона, Нижний Фарс и Верхний Фарс [6, 9].

2. Материалы и методы

Для обеспечения всестороннего исследования отложений свиты Курачайн Доломит, при посещении разведочного отдела Сирийской нефтяной компании в Дамаске и офисов полевой дирекции Джибиссы в феврале 2019, были собраны все доступные данные, необходимые для комплексного исследования характеристик коллекторов (таблица 1).

На первом этапе исследования производилось расчленение разрезов изучаемых толщ на пакки и пласты проницаемых и непроницаемых пород, выделение и подсчет числа пластов-коллекторов. Для этого использовались данные: описания керна и петрофизических характеристик образцов керна; комплексной интерпретации материалов ГИС (ГК, НГК, кавернометрия, кажущих сопротивлений KC).

Таблица 1. Доступные данные по скважинам месторождения Дубайсан

Скважина	Жесткие копии		Керн интервал (м)	Длина керна (м)	Формация
	Окончательный геологический отчет	FMS			
N.DBS-1	✓	×			
N.DBS-2	✓	×			
N.DBS-3	✓	✓	2452-2460	Керн № 1 (8)	Аманус Шиль
N.DBS-4	✓	×	2351-2360	Керн № 1 (9)	Курачайн Доломит
			2360-2369	Керн № 2 (9)	Курачайн Доломит
			2405-2414	Керн № 3 (9)	Курачайн Доломит
			2414-2423	Керн № 4 (9)	Курачайн Доломит

Для исследования фазового состава флюидов в стволе скважины использовались, плотностной гамма-гамма метод (ГГМ-П) и кислородный метод (КАНГМ).

Реконструкция фациальных условий осадконакоплений проводилась по каротажным данным для выбранных моделей фаций. Вид фаций устанавливался путем сравнения характера поведения каротажной кривой на против пласта с типовыми формами каротажных кривых для различного рода фаций. Модели фаций отражают характерные изменения определенных геологических параметров коэффициентов пористости и глинистости. Для этих целей использовались кривые потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС) и естественной радиоактивности (ГК)

На последнем этапе исследования производилось прослеживание в геологическом разрезе опорных поверхностей, служащих границами фаций и последующее восстановление истории осадконакопления и тектонических движений.

Для этого использовались методы секвесной стратиграфии, включающие в себя всю совокупность доступной информации, включая данные ГИС, описания керна и обнажений, а также информацию о современных условиях осадконакопления, аналогичных древним.

Комплексирование описанных выше методик позволило выделить фации в интервалах, не охарактеризованных керновым материалом [10].

3. Литолого-фациальный анализ

Единственным надежным источником определения фациального состава пород является только керн. Методика литолого-фациального анализа базируется на кернах в материале по определенному количеству признаков (гранулометрический состав, степень сортированности материала, текстура, контакты и переходы между слоями).

Литолого-фациальный анализ пород свиты Курачайн месторождения Северный Дубайсан был проведен с использованием керна, описанного в Дамаске. Керн был сильно разрушен, что привело к неполному выходу его в некоторых скважинах, кроме того сомнительная маркировка некоторых коробок с керном, препятствовала точной его привязке по глубине. Поэтому приведение керна скважины в соответствие с его реальной литолого-стратиграфической последовательностью, определение глубин залегания отдельных элементов разреза, точная привязка керна к разрезу скважины и конкретных контактов между породами увязывалось с материалами ГИС [11]. При этом изучение разрезов скважин, уточнение глубин отбора керна и комплексная интерпретация материалов ГИС, начиналось с выделения и определения местоположения в разрезе маркирующих горизонтов (реперов) - пространственно и литологически выдержанных пластов горных пород,

имеющих ясную и однозначно выраженную характеристику по ГИС и керн, отобранного из тех же горизонтов.

Результаты литолого-фациального анализа приведены ниже.

Приливо-отливная дельта. Эти отложения характеризуются общим чередованием ангидритов и ангидритовых доломитов в толще обычно чистых доломитовых отложений. Более мощные ангидритовые толщи образовались в соленых водоемах - небольших депрессиях, которые были вновь затоплены морской водой во время прилива. Толща доломита содержит некоторое количество кластического материала. По очень низким значениям кривой гамма-каротажа, выделяются мощные карбонатные толщи приливо-отливных дельт.

Себха - плоские, соляные участки, периодически затопляемые. Мощные ангидритовые толщи, с подчиненными солевыми слоями и тонкими слоями доломитами, ин-

терпретируются как обстановка себха. Другие обстановки также могут содержать ангидритовые слои, но гораздо более тонкие.

Мелководная морская обстановка. Эти участки обычно характеризуются наличием бочечной и очень чистой кривой гамма-каротажа. Литология представлена в основном доломитом с редкими известняками и доломитизированными известняками. Эти породы интерпретируются, как осадки активных частей отмели и мелководного шельфа. Первоначально отлагались, скорее всего, зернистые известняки, включая фрагменты раковин (моллюсков), которые были доломитизированы на более позднем этапе.

Отложения шельфа распространены незначительно, отложения лагун и приливо-отливных дельт распространены на протяжении всего стратиграфического разреза, отложения себхи содержат в себе залежи нефти и разрабатываются на месторождении Северный Дубайсан (рисунок 3).

Рисунок 3. Литофации в скважине на месторождении Северной Дубайсан - 01

4. Обстановка осадконакопления

Обстановка осадконакопления представляет собой географически ограниченный участок земной поверхности, который можно легко отличить от соседних участков по комплексу физических, химических и биологических данных, а также воздействий или сил, при которых накапливается осадочный материал. Этот комплекс в значительной степени характеризует обстановку осадконакопления и определяет свойства осадочного материала, отложенного в ее пределах.

Площадные вариации элементов и факторов в пределах обстановки осадконакопления, называемые картиной среды, вызывают эволюционные изменения характера и свойств осадков, создавая латеральную последовательность фаций. В результате накопления осадков могут произойти изменения элементов и факторов обстановки осадконакопления, достаточные для создания новых условий и, соответственно, новых свойств.

Непрерывные изменения в любой географической точке вносят вклад в последовательность распределения фаций. Таким образом, обстановка осадконакопления характеризуется типичной последовательностью фаций, как в пространстве, так и во времени. Согласно закону Вальтера, эти последовательности являются сходными. Знание вертикальной последовательности, которое можно получить с помощью данных ГИС, помогает предсказывать тип латеральной последовательности и обстановки осадконакопления.

Характерные изменения в размере частиц и последовательности осадочных текстур обычно связаны с теми или иными седиментарными системами. Форма каротажных кривых косвенно отражает изменения в размере частиц осадка. Именно этим обусловлена возможность использования каротажа для вертикального профилирования размерности зерен. При построении подобных профилей используют в основном метод ПС и гамма-каротаж.

На месторождении Северный Дубайсан приливно-отливная равнина покрывает сопутствующие отложения, такие как прилив-

ные дельты и отложения соляных озер. В лагунах на кривых гамма-каротажа наблюдаются высокие показания, представляющие потенциальные соляные отложения, приливно-отливные дельты и затопления вблизи отмелей. Карбонаты мелководной морской обстановки покрывают самые разнообразные природные среды, включая мелкие высокоэнергетические шельфовые зоны и отложения приливно-отливных отмелей. Себха относительно однородна, с потенциальными соляными озерами и каналами. Из-за отсутствия керна в нижней части исследовательских скважин интервалы с чистыми и глинистыми известняковыми и песчаными слоями были объединены и интерпретированы как карбонаты шельфа с подчиненным классическим материалом.

5. Секвенсно-стратиграфический анализ

Осадконакопление характеризуется многократным переотложением материала. Периоды накопления чередуются с периодами размывов и транзитного переноса осадков.

Изменение уровня моря приводит к крупной цикличности осадочного чехла и образованию четко очерченных стратиграфических единиц. Циклы относительного изменения уровня моря особенно отчетливо выражены в пределах обширных дельтовых равнин и на бортах топографических палеовпадин - границах областей с разными типами седиментации: шельфовой и глубоководной.

Основным подразделением, характеризующим, изменение уровня моря является секвенс - стратон, сформированный за один цикл колебания уровня моря. Его внутренняя структура определена расположением трактов (латеральных рядов фаций) осадочно-породных систем. Секвенс является вещественным откликом на изменение седиментационного пространства между уровнем воды и дном моря. Это цикл заполнения со специфической вещественной организацией.

Тракты осадочных систем (системные тракты) определяются как ряды литофаций. В модели, в основном, рассматриваются следующие обстановки осадконакопления: при-

морская равнина, морское мелководье, шельф и склон, подводные конусы выноса, глубоководные конденсированные покровы. Системные тракты образуются при различном характере седиментации, определяемом разной фазой колебания уровня моря относительно бровки шельфа. Выделяют тракт низкого стояния (ТНС) уровня моря, трансгрессивный тракт (ТТ) и тракт высокого стояния (ТВС).

Объем исследования месторождения Северный Дубайсан состоит из двух крупномасштабных циклов, причем верхний разделен на четыре секвенсы (рисунок 4).

В нижнем крупномасштабном цикле расположена подошвенная часть нефтяной залежи месторождения Дубайсан, в которой выделяется два предполагаемых секвенсы, коррелируемые по всей отбуренной площади, которые демонстрируют тенденцию к увеличению обмеления бассейна. Покрытие этой части месторождения каротажными данными очень прерывисто, а также отсутствие каких-либо реальных данных о породе, сделало интерпретацию очень сложной.

Верхний цикл, включающий в себя основную и кровельную части продуктивной залежи месторождения разделяются на четыре секвенсы, которые также демонстрируют тенденцию к обмелению бассейна[5].

На месторождении Северный Дубайсан чистые мелководные морские отложения лучше всего развиты в свите Курачайн Доломит в трансгрессивном системном тракте 2 (рисунок 4), который разделен двумя тонкими глинистыми прослоями, интерпретируемыми как лагунные отложения.

Далее по стратиграфии вся верхняя часть продуктивной залежи месторождения интерпретируется как мощный участок мелководных морских отложений. В подошве продуктивной залежи чистые мелководные морские отложения распространены по всему разрезу, с включенными в них лагунными, сабховыми, приливно-отливными и шельфовыми отложениями. Породы, наблюдаемые в керне и выявленные в ходе интерпретации каротажных кривых, представлены чистым доломитом, известняком, глинистым известняком, доломитизированным известняком.

Шельфовые отложения на месторождении Северный Дубайсан распространены ограничено несколькими участками разной мощности в основной части продуктивной залежи. Интерпретация этих отложений проводилась по литологическому составу пород и стратиграфическому положению их в разрезе.

Лагунные отложения наблюдаются в интервале всего стратиграфического разреза месторождения Северный Дубайсан, от подошвенной части продуктивной залежи до верха свиты Курачайн Доломит, что свидетельствует о том, что месторождение Северный Дубайсан было образовано в более проксимальных условиях. Широкое развитие лагуны, получили в свите Курачайн Доломит, где они были отложены во время трансгрессивных трактов 3 и 1 (рисунок 4). В виде тонких подчиненных прослоев лагунные образования выделяются в пределах всех секвенсов.

Представлены эти отложения в основном глинистыми доломитами с подчиненными прослоями доломитов, аргиллитов, ангидритовых доломитов и ангидритов. Считается, что в интервале между отложениями ангидритов и аргиллитов преобладали условия повышенной засоленности. Лагунные отложения, как правило, очень глинистые, представляют собой приливные дельты и приливные каналы.

Отложения приливо-отливных равнин распространены в интервале всего стратиграфического разреза Северного Дубайсан, наиболее развиты в свите Курачайн Доломит, но также присутствуют в подошвенной части продуктивной залежи. В свите Курачайн Доломит отложения приливо-отливных равнин присутствуют в трактах высокого уровня моря 1, 2 и 3 (рисунок 4) с подчиненными прослоями лагунных и сабховых отложений.

Породы, интерпретируемые по данным каротажа, представлены чистыми доломитами, глинистыми доломитами, ангидритовыми доломитами, глинами и ангидритами. Отдельные мощные слои ангидритов могли осаждаться в более мелких бассейнах в приливной равнине, типа мелких соленных водоемов.

Рисунок 4. Пример секвентной стратиграфической корреляции между скважинами ndbs-04 и ndbs-01

Интервалы, интерпретируемые как отложения сабхи, развиты в тракте высокого уровня моря 1 (рисунок 4), где они образуют мощную толщу с тонкими прослоями образований приливо-отливной равнины. Породы,

изученные по данным исследования керна и интерпретации каротажных диаграмм, представлены мощными слоями ангидритов и доломитов, с возможными солевыми прослоями в верхней части. В подошвенной части зале-

жи отложения Сабха редки и ограничены верхней частью интервала, лежащего в основе трансгрессивного тракта 4 (рисунок 4).

Выводы

1. В результате выполненных исследований выделены фации и определены условия формирования осадконакопления на месторождении Северный Дубайсан и установлена их корреляционная связь.

2. Комплексирование геолого-геофизических исследований на основе литолого-фациального, секвенс-стратиграфического анализов и интерпретации данных ГИС позволило выполнить детальный анализ фациальной характеристики разреза, а также выполнить прогноз фаций в интервалах, не охарактеризованных керновым материалом.

Список литературы

1. Onyewuchi V., Minapuye O. Facies Analysis and Depositoinal Environment of D-3 Reservoir Sands Vin Field, Eastern Niger Delta // *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*. 2019. Vol. 19. Issue 2. P. 1-19. DOI: 10.9734/jgeesi/2019/v19i230080.
2. Brew G., Barazengi M., Al-Maleh Kh., Sawaf T. Tectonic and Geologic Evolution of Syria // *GeoArabia*. 2001. Vol. 6. No. 4. P. 184-282.
3. Litak R., Barazengi M., Brew G., Sawaf T., Al-imam A., Al-Youssef W. Structure and Evolution of the Petroliferous Euphrates Graban System, Southeast Syria // *GeoArabia*. 1998. Vol. 82. No. 6. P. 1173-1190.
4. Al Kadi M., Mamita B., Shhera T. Petrological Study of Kamshoka Formation in Al-Rasafa Basin in Syria // *Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series*. 2015. Vol. 37. No. 5. P. 139-157.
5. Хадиди А. Анализ скважинных измерений для изучения последовательностей отложений углерода в центральной и южной Сирии: дис. ... канд. техн. наук. Алеппо: Университет Алеппо, 2010. 176 с.
6. Brew G., Litak R., Barazangi M., Sawaf T. Tectonic Evolution of Northeast Syria: Regional Implication and Hydrocarbon Prospect // *GeoArabia*. 1999. Vol. 4. No. 3. P. 289-318.
7. Alsdorf D., Barazangi M., Litak R., Seber D., Sawaf T., Al-Saad D. The Intraplate Euphrates Fault System-Palmyrides Mountain Belt Junction and Relationship to Arabian Plate Boundary Tectonics // *Annali di Geofisica*. 1995. Vol. 38. No. 3-4. P. 385-397.
8. Brew G., Litak R., Seber D., Barazangi M., Al-Imam A., Sawaf T. Basement Depth and Sedimentary Velocity Structure in the Northern Arabian Platform, Eastern Syria // *Geophysical Journal International*. 1997. Vol. 128. P. 617-631.
9. Анара В. Контраст в петрофизических свойствах некоторых коллекторских пластов на месторождении Аль-Ратка и его влияние на добычу: дис. ... канд. техн. наук. Дамаск: Университет Дамаска, 2016. 133 с.

References

1. Onyewuchi V., Minapuye O. Facies Analysis and Depositoinal Environment of D-3 Reservoir Sands Vin Field, Eastern Niger Delta. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, 2019, Vol. 19, Issue 2, pp. 1-19. DOI: 10.9734/jgeesi/2019/v19i230080.
2. Brew G., Barazengi M., Al-Maleh Kh., Sawaf T. Tectonic and Geologic Evolution of Syria. *GeoArabia*, 2001, Vol. 6, No. 4, pp. 184-282.
3. Litak R., Barazengi M., Brew G., Sawaf T., Al-imam A., Al-Youssef W. Structure and Evolution of the Petroliferous Euphrates Graban System, Southeast Syria. *GeoArabia*, 1998, Vol. 82, No. 6, pp. 1173-1190.
4. Al Kadi M., Mamita B., Shhera T. Petrological Study of Kamshoka Formation in Al-Rasafa Basin in Syria. *Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series*, 2015, Vol. 37, No. 5, pp. 139-157.
5. Khadidi A. *Analiz skvazhinnykh izmerenii dlya izucheniya posledovatel'nostei otlozhenii ugleroda v tsentral'noi i yuzhnoi Sirii: dis. kand. tekhn. nauk* [Analysis of Downhole Measurements to Study Sequences of Carbon Deposits in Central and Southern Syria: Cand. Engin. Sci. Diss.]. Aleppo, Universitet Aleppo Publ., 2010. 176 p. [in Russian].
6. Brew G., Litak R., Barazangi M., Sawaf T. Tectonic Evolution of Northeast Syria: Regional Implication and Hydrocarbon Prospect. *GeoArabia*, 1999, Vol. 4, No. 3, pp. 289-318.
7. Alsdorf D., Barazangi M., Litak R., Seber D., Sawaf T., Al-Saad D. The Intraplate Euphrates Fault System-Palmyrides Mountain Belt Junction and Relationship to Arabian Plate Boundary Tectonics. *Annali di Geofisica*, 1995, Vol. 38, No. 3-4, pp. 385-397.
8. Brew G., Litak R., Seber D., Barazangi M., Al-Imam A., Sawaf T. Basement Depth and Sedimentary Velocity Structure in the Northern Arabian Platform, Eastern Syria. *Geophysical Journal International*, 1997, Vol. 128, pp. 617-631.
9. Anara V. *Kontrast v petrofizicheskikh svoistvakh nekotorykh kollektorskikh plastov na mestorozhdenii Al'-Ratka i ego vliyanie na dobychu: dis. kand. tekhn. nauk* [Contrast in the Petrophysical Properties of Some Reservoirs in the Al-Ratka Field

10. Selley R.C., Sonnenberg S.A. Elements of Petroleum Geology. London: Academic Press, 2014, 3rd Edition. 526 p.

11. Rider M. The Geological Interpretation of Well Logs. Sutherland: Whittles Publishing, 2002, 2nd Edition. 280 p.

and its Effect on Production: Cand. Engin. Sci. Diss.]. Damask, Universitet Damaska Publ., 2016. 133 p. [in Russian].

10. Selley R.C., Sonnenberg S.A. Elements of Petroleum Geology. London, Academic Press, 2014, 3rd Edition. 526 p.

11. Rider M. *The Geological Interpretation of Well Logs*. Sutherland, Whittles Publishing, 2002, 2nd Edition. 280 p.

Автор

• Алясеен Мохаммад Сaeед Хаммод
(Сирийская Арабская Республика)
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Аспирант кафедры «Геофизические методы
исследований»
Российская Федерация, 450064, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: m.s.alyaseen@alfuratuniv.edu.sy

The Author

• Mohammad Saeed Hammod Alyaseen
(Syrian Arab Republic)
Ufa State Petroleum Technological University
Postgraduate Student of Geophysical Methods
of Well Surveying Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450064,
Russian Federation
e-mail: m.s.alyaseen@alfuratuniv.edu.sy