

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2020, №5, Том 12 / 2020, No 5, Vol 12 <https://esj.today/issue-5-2020.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/21NZVN520.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Атсе Я.Д.Б., Котенев М.Ю., Чудинова Д.Ю., Шайхутдинова И.И. История развития и степень изученности осадочного бассейна Кот-д'Ивуар // Вестник Евразийской науки, 2020 №5, <https://esj.today/PDF/21NZVN520.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Atse Y.D.B., Kotenev M.Yu., Chudinova D.Yu., Shaikhutdinova I.I. (2020). History of development and degree of study of the sedimentary basin of Cote d'Ivoire. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 5(12). Available at: <https://esj.today/PDF/21NZVN520.pdf> (in Russian)

УДК 553.982

Атсе Яо Доминик Бернабэ

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия
Старший преподаватель
E-mail: atsedominique@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1178-3541>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=869417

Котенев Максим Юрьевич

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия
Доцент кафедры «Геология и разработки нефтяных и газовых месторождений»
Кандидат технических наук
E-mail: geokot@inbox.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1009835

Чудинова Дарья Юрьевна

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия
Доцент кафедры «Геология и разработки нефтяных и газовых месторождений»
Кандидат геолого-минералогических наук
E-mail: miracle77@mail.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=716108

Шайхутдинова Ирида Ильдаровна

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия
Студентка
E-mail: shaykhutdinova.2016@mail.ru

История развития и степень изученности осадочного бассейна Кот-д'Ивуар

Аннотация. В работе детально описано строение осадочного бассейна Кот-д'Ивуар с детализацией, необходимой для выявления потенциальной нефтяной системы. Отражена история развития бассейна в связи с планетарными геологическими событиями.

В виду открытия крупных месторождений в пределах бассейна была проделана большая работа по оценки степени изученности территории. В работе представлены схема проведенных геологоразведочных работ и карта степени геолого-геофизической изученности бассейна. Начало изучения бассейна было заложено еще в XIX веке и продолжается по сей день. За этот период был накоплен большой объем информации, на основе геолого-геофизических исследований и бурения. Благодаря анализу этой информации, было установлено наличие потенциальной нефтяной системы.

В работе представлены результаты интерпретации широкополосных 3D сейсмических данных на неизученных территориях, на основании которых показаны особенности геологического строения глубоководной части бассейна. Эти результаты позволяют получить представление о роли развития трансформных, пассивных, континентальных бассейнов в процессе формирования нефтегазоносных провинций.

Отмечено влияние активной тектонической деятельности в меловом времени на образование ряда структур, которые представляют собой перспективные ловушки для концентрации углеводородов.

Следующим шагом предполагается проведение новых исследований в слабоизученной глубоководной части бассейна с целью выявления новых перспективных участков для поиска месторождений нефти и газа.

Ключевые слова: осадочный бассейн; Гвинейский залив; рифтовые этапы; геологоразведочные работы; геолого-геофизическая изученность; нефтяная система; меловые отложения; трехмерная сейсмическая съемка; сейсмостратиграфическая диаграмма

Осадочный бассейн Кот-д'Ивуар является частью бассейнов Гвинейского залива и большая его часть расположена в акватории Республики Кот-д'Ивуар. В западной части Республики Гана бассейн именуется как бассейн «Тано», а в восточной части республики Либерии его тонкое продолжение погружается в глубокие воды Атлантического океана [1–4].

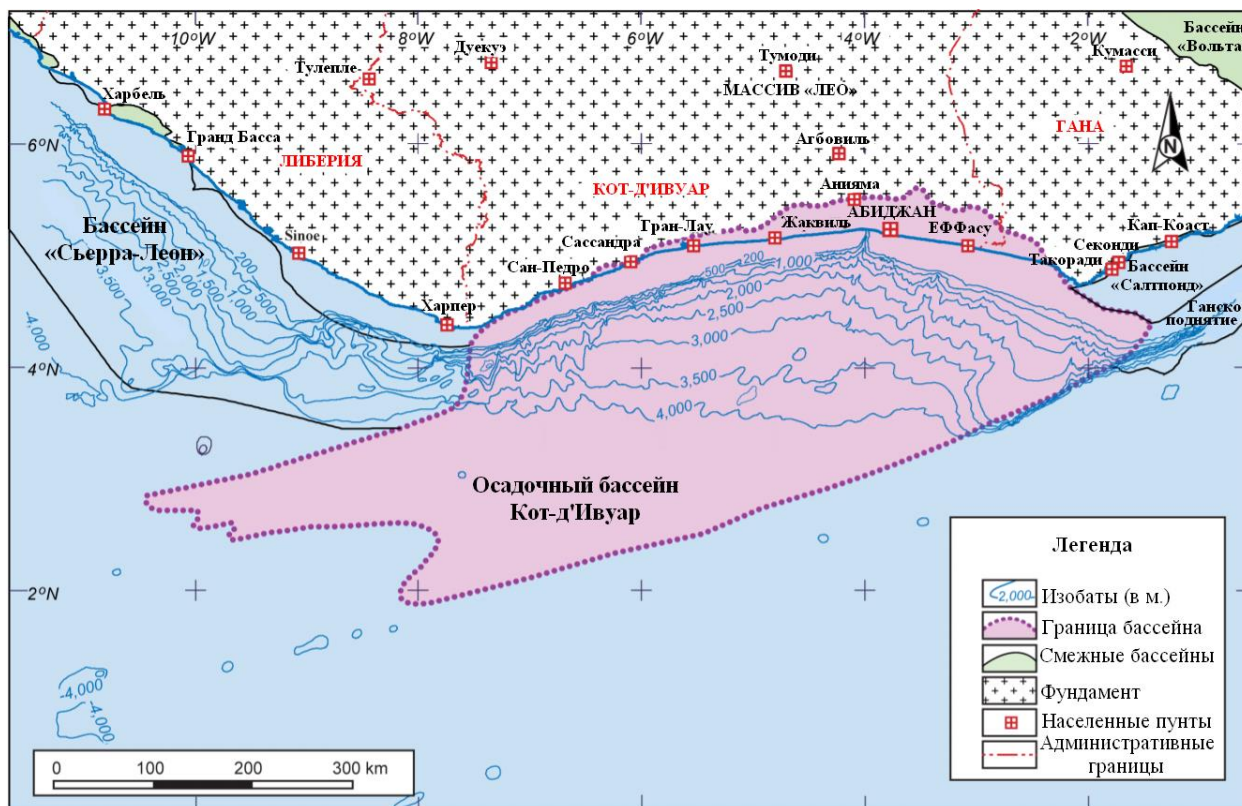


Рисунок 1. Осадочный бассейн Кот-д'Ивуар [4]

Осадочный бассейн Кот-д'Ивуар заполнен осадками мелового возраста толщиной менее 1000 м в континентальной части, а в акватории не превышает 14 км. Его формирование началось в поздней юре и раннем мелу и происходило на различных рифтовых этапах в процессе разделения суперконтинента Гондвана и заложения Атлантического океана.

Трансформные движения, проявившиеся в раннем мелу, обуславливали формирование линейных структур и седиментационных бассейнов в полуграбенах Гвинейского залива. Многочисленные рифты в окраинных частях бассейна являются результатом развития сдвиговых зон, возникших при активных тектонических движениях.

Накопление мощного осадочного чехла (более 5000 м) в позднеаптское-нижнеальбское время связано с началом аккреции океанической коры, тогда как перерыв в осадконакоплении в раннесеноманское-позднеальбское время связан с расколом континента.

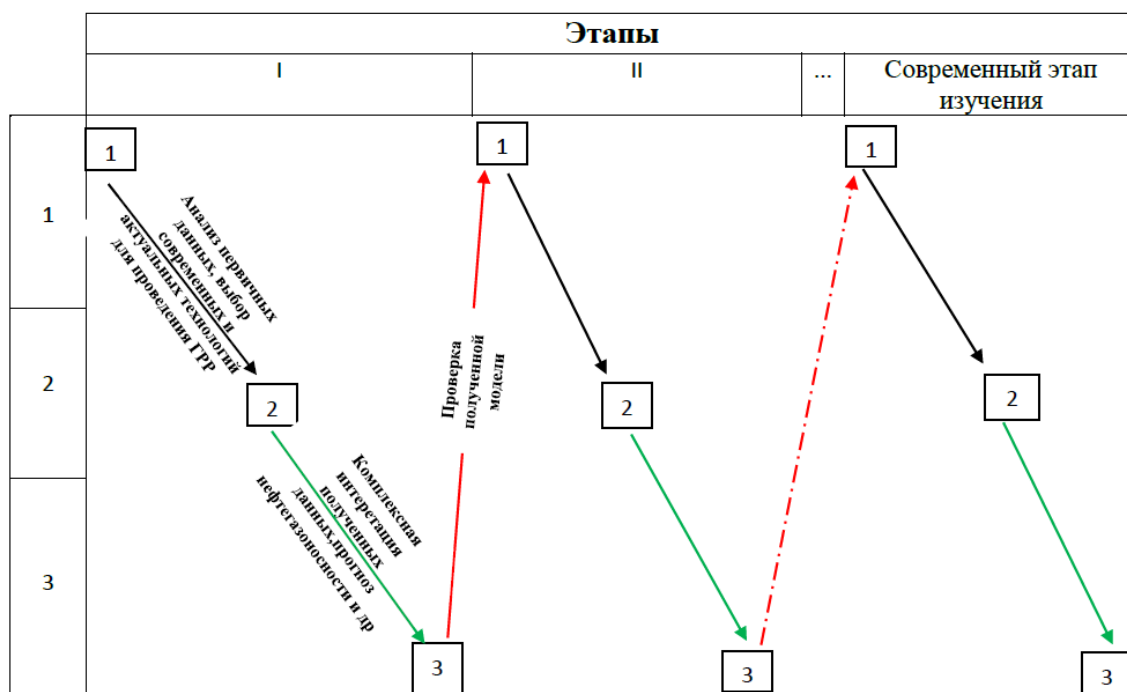
Накопление морских осадков в сантонское время происходило с одновременным переходом от активной континентальной окраины к пассивной. В свою очередь, континентальные отложения миоценного возраста связаны с поднятием, которое сопровождалось регрессией моря [5–8].

Изучение осадочного бассейна Кот-д'Ивуар является актуальной задачей, поскольку в последнее время было открыто множество нефтегазовых залежей в бассейнах Гвинейского залива и западной окраины Африки.

В связи с этим был выполнен сбор и систематизация имеющейся информации, а именно:

- построена схема проведенных геологоразведочных работ (ГРП) (рисунок 2);
- построена карта геолого-геофизической изученности бассейна (рисунок 3).

На основе этих данных можно оценить потенциал и степень изученности осадочного бассейна Кот-д'Ивуар.



Условные обозначения:

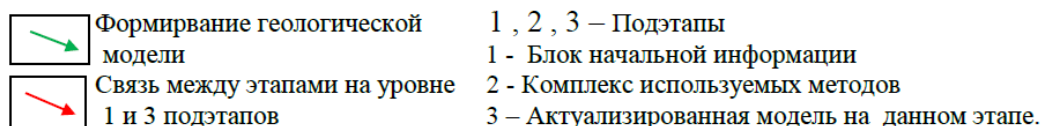


Рисунок 2. Схема проведения ГРП бассейна Кот-д'Ивуар (Я.Д.Б. Атсе, 2018 г., модификация на основании схемы И.Ю. Самойленко) [9]

В схеме ГРП в каждом этапе выделяется три подэтапа. На первом подэтапе собирается вся исходная геологическая информация. на втором этапе используется неучтенная потенциально-эффективная информация, которая не использовалась на первом подэтапе, а также результаты комплексного подхода к обработке исходной и новой информации. Результатом третьего подэтапа является обработка имеющейся информации и выработка новых знаний, полученных в результате системного анализа, с учётом данных по исследованию и испытанию скважин, который является основой первого подэтапа следующего этапа. Переход между каждым подэтапом и этапом основывается на повышении достоверности геологической модели и, следовательно, точности ее прогнозирования. При получении неудовлетворительных результатов делается вывод о применении неэффективных методов исследования и интерпретации, следствием которого является неадекватность полученной модели.

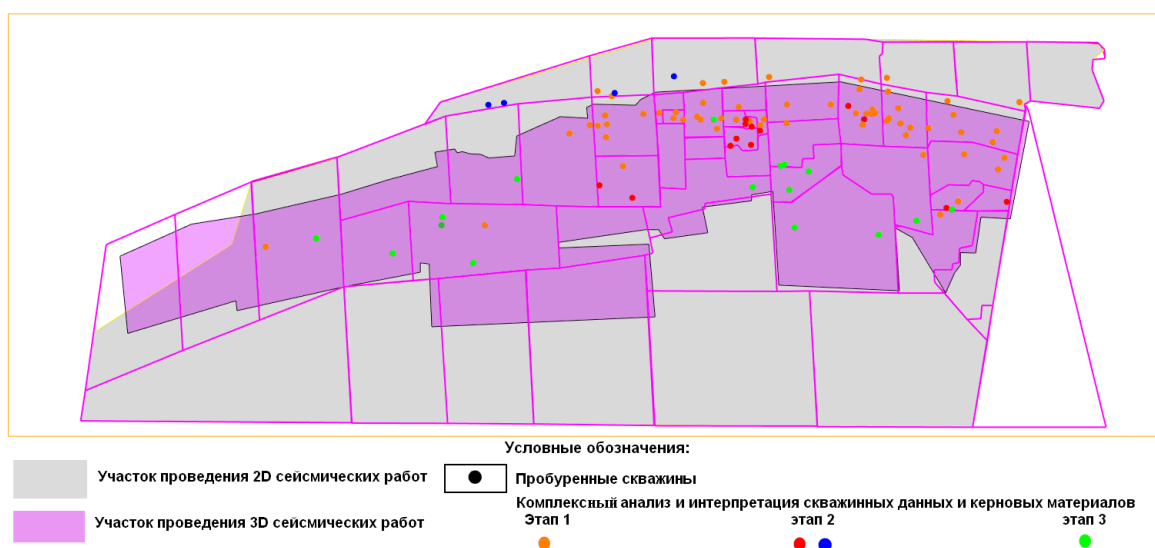


Рисунок 3. Карта степени геолого-геофизической изученности осадочного бассейна Кот-д'Ивуар (Я.Д.Б. Атсе, 2019 г.) [2]

В изучении бассейна Кот-д'Ивуар выделяют следующие 4 этапа разведочных работ: первый проводился с 1896 по 1951 гг., второй – с 1952 по 1963 гг., третий – с 1970 по 1989 гг., а четвертый начался в 1993г. и продолжается до настоящего времени.

На первом этапе, в результате полевых работ, был описан и составлен разрез прибрежной континентальной части республики Кот-д'Ивуар с выделением карбонатных пород эоценового возраста и битуминозных песков сенонского яруса. Этот этап также известен бурением скважин в регионах «Такинта-Бонэр», «Ебойнда», «Бокакре», «Такинта и Наули» глубиной не более 1250 м в континентальной части бассейна. В некоторых скважинах, пересекающих в терригенные отложения с переслаиванием карбонатных пород мелового возраста, был получен приток нефти дебитом, не превышающим 0,682 т/сутки. В результате проведенных полевых и структурно-геологических исследований был оценен потенциал нефтеносности исследуемых регионов.

На втором этапе было проведено детальное описание карбонатных пород в районе «Фреско», которые датировались, как эоценового и палеоценового возраста. Этот этап известен, как начало применения гравиметрических и сейсморазведочных (МОВ и МПВ) методов исследования. Было пробурено несколько поисковых и разведочных скважин глубиной от 230 м до 4100 м, в результате было установлено несколько перерывов в осадконакоплении и составлен первый разрез бассейна с породами возрастом от нижнего отдела меловой системы до кайнозойской эратемы. На данном этапе было установлено

существование системных гидродинамически непроницаемых разломов. Также терригенные породы аптского и альбского яруса были выделены как основные породы-коллекторы.

Третий этап известен, как этап интенсивного проведения морского бурения, 2D и 3D сейсмических съемок, в результате которого получили достаточные и подробные данные о геологическом строении бассейна. На данном этапе было открыто 35 нефтяных и газовых месторождений, в том числе и первое морское месторождение «Белие».

Четвертый этап известен как этап высокого риска, так как проводятся интенсивные поисково-разведочные исследования в глубоководных участках бассейна. Этот этап продолжается до настоящего времени и уже открыто 12 новых нефтегазовых месторождений [6–9].

Несмотря на то, что глубоководный участок бассейна Кот-д’Ивуар слабо разбурен и мало изучен, он является весьма перспективным. С целью подробного изучения была проведена 3D-сейсмическая съемка, которая охватывала большую часть внешнего склона бассейна с учетом ранее не исследованных зон. Интерпретация результатов этих исследований может быть использована для понимания тектоно-стратиграфической эволюции и углеводородного потенциала континентальной окраины Республики Кот-д’Ивуар (рисунок 4).

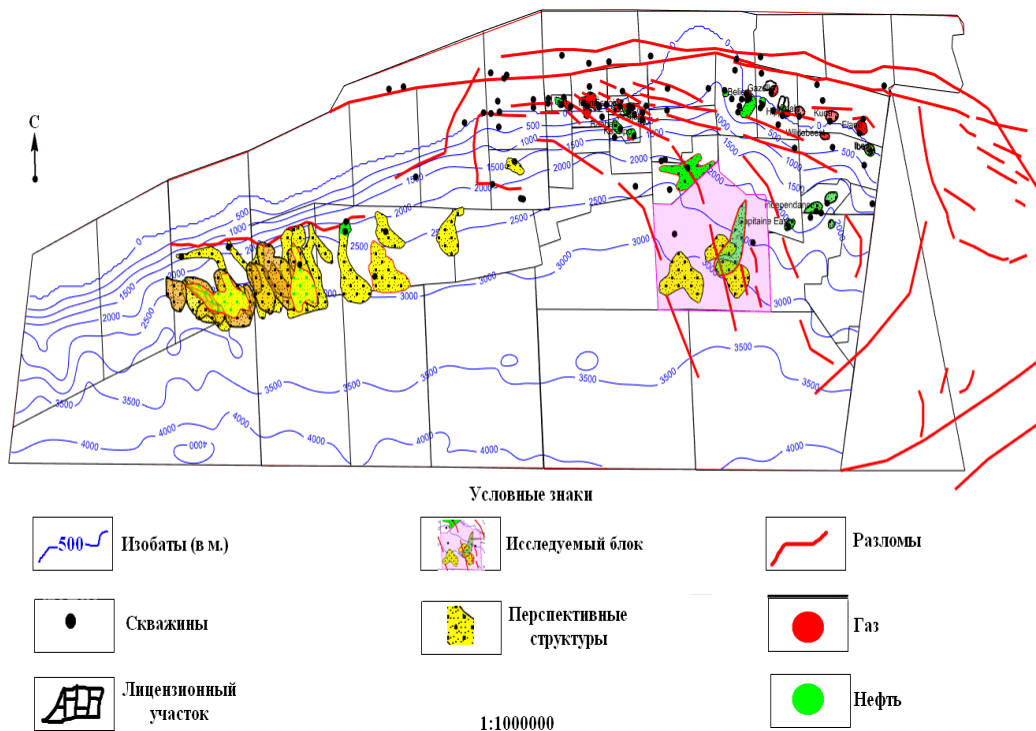


Рисунок 4. Исследуемый глубоководный участок осадочного бассейна Кот-д’Ивуар. (Я.Д.Б. Атсе, 2020 г.)

В связи с неразбуренностью данного участка, сейсмическая стратиграфия была откалибрована путем корреляции скважин, расположенных вне зоны исследования, с информацией, полученной на пересечении региональных 2D сейсмических линий и 3D-съемки. В результате интерпретации сделаны выводы о том, что корреляция верхнего альба, верхнего сеномана и верхнего турона достоверна, а корреляция средне-альбского горизонта мало достоверна, поскольку он нарушен крупным разломом (рисунок 5).

Верхне-альбский горизонт легко прослеживается по всей площади сейсмического исследования по высокой амплитуде отражения и по сильной деформированности, в отличие от вышележащих толщ (см. рисунок 5).

В силу присутствия интрузивной системы, крупных разломов высокой протяженности, надежная интерпретация средне-альбского горизонта возможна только в зоне их отсутствия (см. рисунок 5).

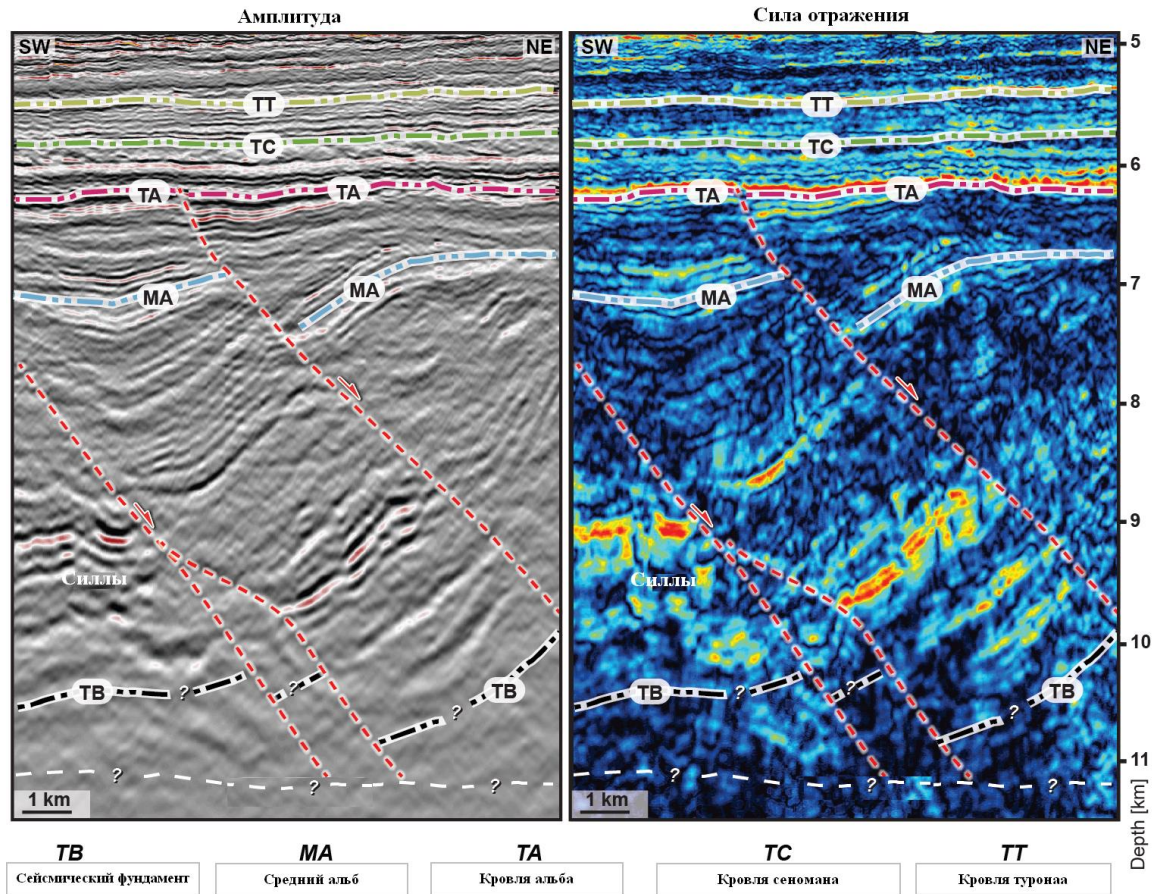


Рисунок 5. Сейсмостратиграфическая диаграмма меловых отложений бассейна Кот-д'Ивуар [8]

На глубине 11 км отмечается снижение информативности сейсмических данных, что предположительно связано с переходом осадочного чехла к фундаменту.

Предполагается, что основание чехла имеет аптский возраст, который совместно с верхним альбом образует толщу с ярко выраженными отражениями с переменными амплитудами.

Между аптским и альбским горизонтом обнаружены признаки активизации территории, проявленной в виде магматической системы. Магматические тела, как силлы и дайки, обнаружены по характерной им высокой амплитуде (рисунок 6).

В результате анализа структурной карты среднего и верхнего альба в восточной части были выявлены множество куполов неизвестного происхождения, три из которых связаны с глубокозалегающими силлами.

На основе интерпретации вертикальных профилей были выявлены все элементы вулканической постройки: вулканический гребень, боковые стороны вулкана, основание вулкана, формирование которого закончилось в конце альба. (см. рисунок 6). Его геоморфологические особенности повлияли стратиграфическую последовательность накопления осадков сеноманского, туронского, коньякского и более молодого возраста. Предполагается, что силлы и вулкан являются элементами одной магматической системы на

основе их пространственной близости. Точный возраст внедрения силл не определим, возможно, соответствует времени образования вулкана.

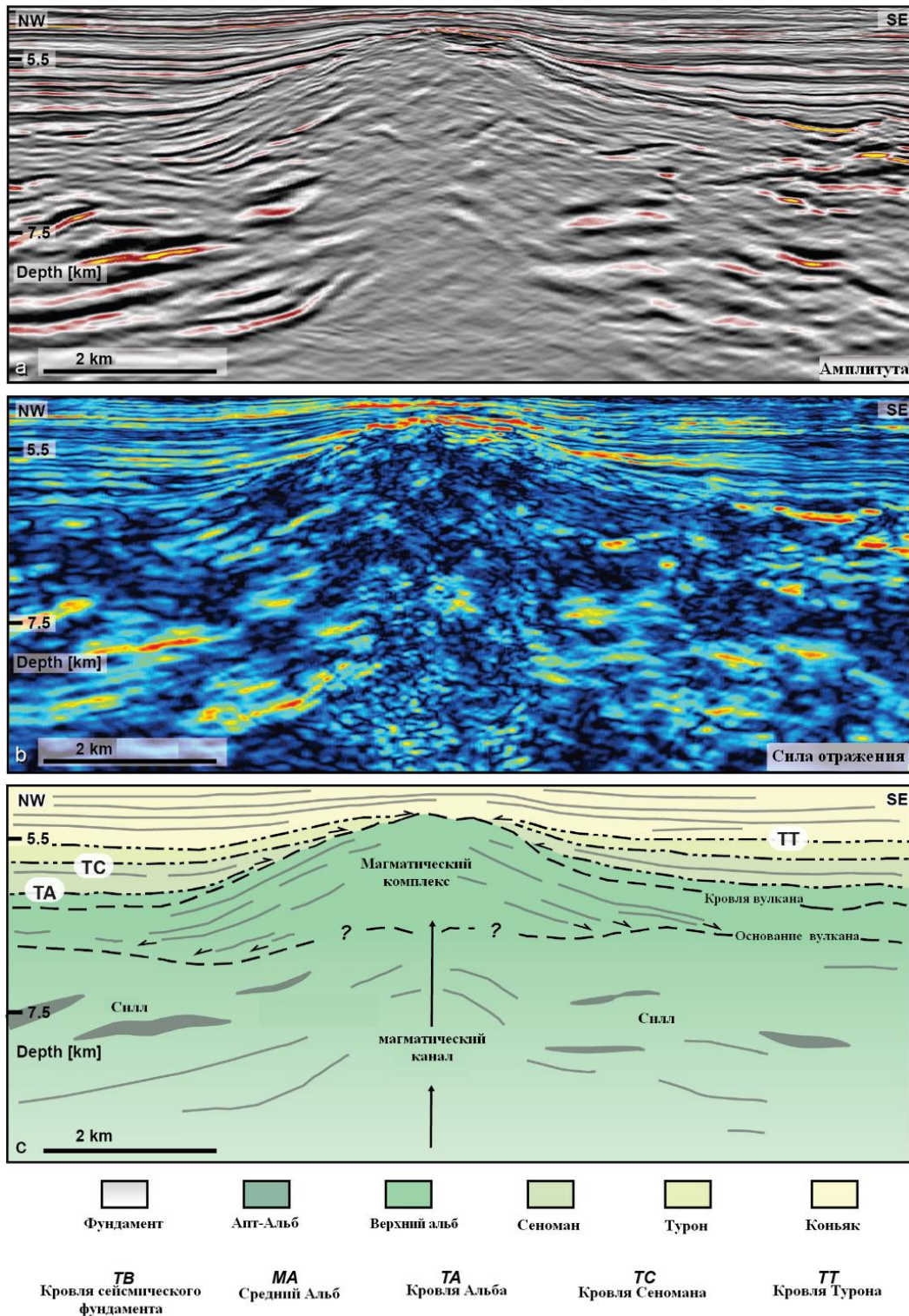


Рисунок 6. Магматический комплекс в районе исследования [8]

В пределах восточной части верхне-альбского горизонта выявлены разломы различных поколений, активность которых приходится на период верхнего сеномана. Разломы первого поколения затрагивают отложения нижнего отдела меловой системы в отличие от разломы второго поколения (рисунок 7) [8; 5; 10].

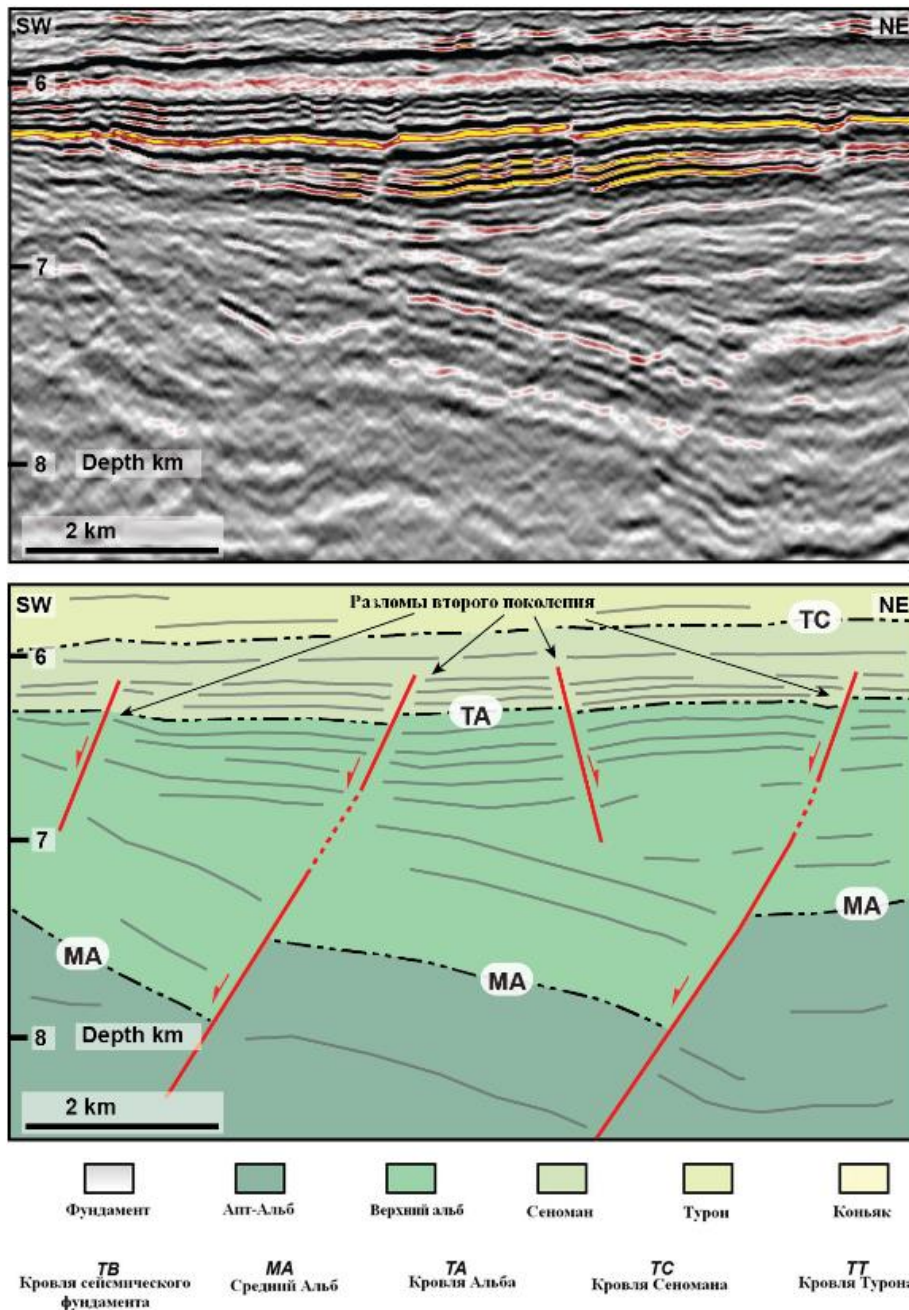


Рисунок 7. Разломы различных поколений, затрагивающие альб-сеноманские горизонты [8]

Обсуждение результатов и основные выводы

В структурном отношении бассейн Кот-д'Ивуар представляет собой линейную структуру, разделенную на 2 блока. Кровля осадка имеет тренд к погружению с северо-восточного в юго-восточном направлении. Отмечается большая мощность осадков в пределах акватории бассейна. Бассейн осложнен различными тектоническими структурами: депрессии, желоба, поднятия.

На развитие бассейна большое влияние оказало разделение суперконтинента Гондвана, заложение Атлантического океана.

Исследование данной площади началось еще в 1896 и продолжают по сей день. Все ГРП подразделялись на 4 этапа, в ходе которых степень изученности и достоверность

полученной информации улучшалась. Изначально были пробурены скважины малой глубины с небольшим притоком нефти. Промышленная добыча началась с освоения битуминозных песков, с суточной добычей в 10 т/сут.

С целью дальнейшего освоения данного бассейна проведены гравиметрические и сейсморазведочные работы (2D и 3D морская сейсмическая съемка), пробурены глубокие скважины. Благодаря вышеописанным ГРП была исследована треть бассейна и открыто 43 месторождения.

На основе интерпретации данных широкополосной трехмерной сейсморазведки на внешнем склоне окраины бассейна Кот-д'Ивуар в Западной Африке удалось определить наличие системы разломов в толще средне-альбского горизонта. В интервале залегания верхне-альбского горизонта были обнаружены множество положительных структур-хребтов, сопровождающихся разломами. Удалось выявить глубокозалегающие силлы, в интервале залегания верхне-сеноманских отложений, имеющих прямую связь с вулканической деятельностью, что выявлено на основе пространственной близости. По сеймостратиграфической диаграмме видно, что сеноманские и более молодые отложения перекрывают нарушенные разломами альбские отложения.

Отметим, что благодаря активной тектонической деятельности в меловом времени, образовались ряд структур, которые представляют собой перспективные ловушки для концентрации УВ. К примеру, хребты способствовали формированию изолированных бассейнов со стратиграфическими ловушками туронского и более молодого возраста.

В силу слабой степени изученности глубоководной части бассейна, предполагается дальнейшее проведение исследований с целью выявления перспективных участков под разведочные работы и бурение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атсе, Я.Д.Б. Нефтегазоносность бассейна Кот-д'Ивуар и оценка потенциала материнских пород. / Я.Д.Б. Атсе // Сборник научных трудов «Нефтегазовые технологии и новые материалы (Проблемы и решения). Выпуск 5(10)». – Уфа: ООО «Издательство научно-технической литературы “Монография”», – 2016. – №5. – С. 128–136.
2. Атсе, Я.Д.Б. Оценка потенциала альбских нефтегазоматеринских пород гвинейского залива на примере бассейна Кот-д'Ивуар / Я.Д.Б. Атсе, Д.Ю. Чудинова, Ш.Х. Султанов, Ю.А. Котенев // Сетевое научное издание «Нефтяная провинция», – Бугульма: Изд-во ОО «Волго-Камское региональное отделение Российской Академии естественных наук», – 2019. – № 1 (17). – С. 51–61.
3. Атсе, Я.Д.Б. Оценка потенциала меловых нефтегазоматеринских пород гвинейского залива на примере бассейна Кот-д'Ивуар / Я.Д.Б. Атсе, Д.Ю. Чудинова, Н.В. Шабрин, Ю.А. Котенев // Проблемы сбора подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – Уфа: Изд-во «Уфимский государственный нефтяной технический университет» – 2019. – № 2 (118). – С. 9–20.
4. Отчет «IHS», Управление бассейнов: Республика Кот-д'Ивуар, Либерия и Гана, – 2011. 202 с. IHS Report, Basin Monitor: Republic of Cote d'Ivoire, Republic of Liberia, and Republic of Ghana, 2011 – 202 P.
5. Браунфилд, М.Э. Геология и общие нефтяные системы провинции Гвинейского залива Западной Африки. / Браунфилд М.Э., Рональд Р.И. Шарпантье. // Американский геологический бюллетень 2207 С. Рестон, Вирджиния, – 2006. – 32 С.
6. Бларез, Е. Мелководная структура и эволюция трансформной континентальной окраины Республики Кот-д'Ивуар и Гана. / Е. Бларез, Дж. Маскл // Морская и нефтяная геология. – 1988. – №5. – С. 54–64.
7. Ле Пишон Х. Смещение континентальной окраины, разломные зоны и раннее открытие южной Атлантики. / Х. Ле Пишон. Д.Е. Хайес // Журнал геофизических исследований. Выпуск 76. – 1971. – №26. – С. 6283–6296.
8. Скарселли Н. и др. взгляд на раннее развитие континентальной окраины Республики Кот-д'Ивуар (Западная Африка). / Геологическое Общество, Лондон, специальный выпуск 476, SP476. 8, – 2018. – 59 С. Nicola Scarselli and al. Insights into the Early Evolution of the Côte d'Ivoire Margin (West Africa) // Geological Society, London, Special Publications 476, SP476. 8, – 2018. С. 59.
9. Самойленко И.Ю. Геологическое строение и перспективы газоносности нижнемеловых отложений северо-восточной части Азовского моря и прилегающей территории. Диссертация к-та геолого-минералогических наук: 25.00.12. Москва, –2018. – 171 с.
10. Флинч Джоан Ф. и др. Новая глубоководная провинция Сьерра-Леоне-Либерия: Денвер, Колорадо, -2009. – 28 С. Joan F. Flinch and al. The Sierra Leone-Liberia Emerging Deepwater Province: Denver, Colorado 2009 – 28 P.

Atse Yao Dominique Bernabe

Ufa state petroleum technological university, Ufa, Russia
E-mail: atsedominique@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1178-3541>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=869417

Kotenev Maxim Yuryevich

Ufa state petroleum technological university, Ufa, Russia
E-mail: geokot@inbox.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1009835

Chudinova Darya Yurievna

Ufa state petroleum technological university, Ufa, Russia
E-mail: miracle77@mail.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=716108

Shaikhutdinova Irida Ildarovna

Ufa state petroleum technological university, Ufa, Russia
E-mail: shaykhutdinova.2016@mail.ru

History of development and degree of study of the sedimentary basin of Cote d'Ivoire

Abstract. The article describes in detail the structure of the Côte d'Ivoire sedimentary basin, with the details necessary to identify a potential oil system. The history of the basin development in connection with planetary geological events is reflected in.

In view of the discovery of large deposits within the basin, a lot of work has been done to assess the degree of exploration of the territory. The article presents a scheme of geological exploration and a map showing the degree of geological and geophysical knowledge of the basin. The study of the pool began back in the 19th century and continues to this day. Over this period, a large amount of information has been accumulated, based on geological and geophysical research and drilling. By analyzing this information, the presence of a potential oil system was established.

Therefore, the article presents the results of the interpretation of broadband 3D seismic data in unexplored territories, on the basis of which the features of the geological structure of the deep-water part of the basin are shown. These results provide an idea of the role of the development of transformative, passive, continental basins in the formation of oil and gas provinces.

The influence of active tectonic activity in the Cretaceous period on the formation of a number of structures that are promising traps for the concentration of hydrocarbons is noted.

The next step is to conduct new research in the poorly studied deep-water part of the basin in order to identify new promising areas for the exploration of the oil and gas fields.

Keywords: sedimentary basin; Gulf of Guinea; rift stages; exploration; geological and geophysical exploration; oil system; Cretaceous deposits; three-dimensional seismic survey; seismic stratigraphic diagram