

## **РАЗВИТИЕ ПОЗДНЕДЕВОНСКИХ РИФОВ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ХОРЕЙВЕРСКОЙ ВПАДИНЫ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ**

М.А. Афонин  
ИПНГ РАН, e-mail: [afonin@ipng.ru](mailto:afonin@ipng.ru)

На территории Хорейверской впадины широко развиты верхнедевонские карбонатные отложения, рифовые резервуары которых являются основным объектом поиска углеводородов. Благодаря методам структурной и сейсмофациальной интерпретации сейсмического разреза возможно выявить геологические объекты и разобраться в сложном строении верхнедевонского разреза юга-востока впадины. Главным инструментом в работе с данными сейсморазведки при выделении рифовых тел является атрибутивный анализ.

В развитии позднедевонской рифовой постройки удалось выявить более пяти этапов. По данным выполненной интерпретации предлагается новая модель развития рифа с атоллвидной формой и внутрилагунными одиночными рифовыми постройками. Предположение о существовании внутрилагунных рифовых тел берет свое начало с изучения строения современных рифов Мальдивских островов (рис. 1, 2, см. приложение). При детальном изучении космических снимков можно отметить многочисленные постройки внутрилагунного типа (см. рис. 1, б, 2), некоторые из которых выходят на поверхность и покрыты растительностью. При сравнении современных рифов с рифами, полученными в результате интерпретации куба сейсмических данных, можно проследить прямую схожесть между современной и более древней рифовой постройкой.

Но главное отличие данных построек – это площадь их простираения. На рис. 1, а диаметр рифа составляет не более 10 км, что невелико по сравнению с рифовым атоллом Мальдивских островов, диаметр которого больше 50 км. И именно в таких больших рифовых атоллах зачастую встречаются внутрилагунные одиночные рифы.

Если расширить рамки поиска и отбора, то можно заметить, что современные внутрилагунные одиночные рифы удастся встретить только в кольцевых атоллах, диаметр лагуны которых не менее 40 км. Примерами таких построек служат рифы Мальдивских островов, Австралии, Индонезии, Микронезии и Соломонова моря (см. рис. 2). Рифы имеют изометричную или линейно-вытянутую форму и по площади не превышают 4 км<sup>2</sup>.

При рассмотрении атоллов с лагуной меньше 10 км в диаметре не удалось обнаружить одиночных рифовых построек, вершина которых располагалась бы выше уровня моря. Возможно, причина отсутствия одиночных внутрिलाгунных рифов связана с интенсивным зарастанием дна лагуны. Происходит это по определенному ряду причин: слабой волновой деятельностью внутри лагуны, а также небольшой площади и глубины бассейна, в результате чего рифостроящим организмам проще разрастаться по дну лагуны, чем интенсивно расти вверх (рис. 3).

Характер рельефа дна лагуны является, возможно, главным фактором роста внутрिलाгунных одиночных рифов, однако это касается только вулканических островов, где выступами в лагунной части являются коренные породы, – в других случаях влияние данного фактора незначительно. Обнаружение внутрिलाгунных рифовых построек может повысить перспективы поисков при разведке залежей в кольцевых рифовых массивах.

Покрышками для внутрिलाгунных одиночных рифов служат толщи глинистого или карбонатно-глинистого состава [1]. Формирование карбонатно-глинистой толщи, возможно, связано с разрушением передовых барьерных рифов и внутрिलाгунной рифовой части. Формирование глинистых покрышек связано со значительными колебаниями уровня моря и увеличением интенсивности осадконакопления, в результате которого идет резкое запечатывание (с геологической точки зрения) карбонатной постройки [2].

Одним из важных факторов в развитии органического мира морского бассейна является тектоническая активность и эвстатические колебания уровня моря. К началу позднедевонского времени на территории Печорской плиты существовал Уральский палеоокеан, который заливал своими водами большую часть плиты. В начале саргаевского времени глубина бассейна на большей части территории Тимано-Печорской провинции не превышала глубин, свойственных сублиторали [3, 4], исключением является северная часть территории. К концу саргаевского времени произошел подъем уровня моря, который сопровождался значительной перестройкой рельефа дна бассейна. Причиной таких изменений послужили тектонические движения отдельных блоков Печорской плиты и размыв значительной части территории под действием энергии волн и активизации приливов, отливов и штормов [4].

При изучении разреза верхнедевонских отложений удалось выделить основные этапы роста рифовой постройки, развитие которой берет свое начало со среднефранского

века. К этому времени на изучаемой территории сформировалась площадка, на которой в дальнейшем проходило развитие рифового тела. На юго-юго-западной части площадки сформировался одиночный риф, который прослеживается по нерегулярной записи аномального волнового поля. Ядро рифа слабо прослеживается по записи куба такого атрибута, как спектральная декомпозиция. Площадь данной постройки относительно небольшая и в диаметре составляет 3 км. Вершина постройки представляет собой пологую вершину с северо-западным простиранием.

Первая стадия формирования рифового тела проходила в середине среднефранского времени. На данный момент, начиная со среднего франа произошла сильная трансгрессия уровня моря и углубление дна бассейна. В условиях некомпенсированного осадконакопления происходило накопление доманиковой фации на территории Тимано-Печорской провинции. В плане постройка имеет изометричную форму и возможно является частью более крупной рифовой системы, очертания которой прослеживаются ближе к краям сейсмического куба. Исходя из карты литофаций, построенной для Тимано-Печорской провинции, можно отметить, что данная территория приурочена к области накопления карбонатного и глинистого материалов и входит в прибрежную приливно-отливную область карбонатного осадконакопления [5].

Вторая стадия развития рифового тела приходится на позднефранское время. В начале сирачойского времени регрессия морского бассейна сменилась на быстрый его подъем, в связи с чем в глубь бассейна поступает меньшее количество глинистого материала [6], между прослоями известняка идет развитие прослоев битуминозных сланцев, близких по своему составу к доманиковым [4]. Сирачойское рифовое тело хорошо прослеживается по записи куба атрибута, такого как «мгновенные фазы». Из записи сейсмической картины можно заметить, что расположение вышележащего сирачойского рифа унаследовано и находится над нижележащим среднефранским рифом. В плане тело сирачойской рифовой постройки смещено на юго-восток от основного тела среднефранского рифа. Размер сирачойского рифа меньше среднефранского и составляет не более двух километров в диаметре. Вершина рифовой постройки представляет собой три вытянутых в юго-восточном направлении вершины «зуба».

На границе франско-фаменского времени повсеместно происходят глобальные климатические, а возможно, и тектонические, перестройки, в связи с чем вымирает значительная часть органического мира, в литературе данный период времени

воспринимают как катастрофическое событие в истории Земли [7–9]. Причиной повсеместного вымирания, возможно, является сильная регрессия уровня моря, которая началась еще в начале фаменского века, отчетливо фиксирующаяся в пределах зон позднефранского-раннефаменского некомпенсированного осадконакопления Хорейверской впадины. Регрессия в позднефранское время активно влияет на рост карбонатных построек на территории впадины, что отлично прослеживается по Баганской, Яракутской, Сандивейской и Веяжской площадям. На данной территории в задонское и елецкое время происходит образование кольцевых атолловидных рифовых массивов и одиночных органогенных построек [10].

Третья стадия развития позднедевонской рифовой постройки приходится на раннефаменское время, когда в благоприятных климатических и батиметрических условиях идет разрастание рифа по латерали. В связи с разрастанием постройки в плане она приобретает форму серповидного тела с линейно вытянутыми с юго-запада на северо-восток вершинами, расположенными в юго-восточной части рифа, а в центре постройки образуется лагуна.

В этот момент времени началась медленная регрессия морского бассейна, в некоторых районах Печорской плиты имеются свидетельства о перерыве в осадконакоплении и размыве кровли рифов позднефранского возраста. К середине раннефаменского времени идет постепенная трансгрессия и восстановление условий осадконакопления, типичных для доманикового времени. К концу задонского времени после небольшой регрессии установился режим морского мелководья с обильным поступлением глинистого материала в западной части плиты, на востоке это менее заметно. К концу раннефаменского времени постепенная регрессия моря сменяется трансгрессией, формируя благоприятные условия для отложения глинистого материала. К концу раннего фамена происходит накопление относительно глубоководных глинистых осадков, что хорошо прослеживается по скв. 1 Сандивейского месторождения [11, 12]. Мощность глинистых отложений, которые покрывают рифовые постройки, не превышает 2 м [10]. По мнению А.М. Хитрова [13], флюидоупор залежи нефти и газа может быть тонким пластом, мощность которого – порядка первых единиц метра.

Четвертый и пятый этап развития рифовой постройки связаны с постепенным увеличением площади рифа и ростом фронтальных частей на северо-востоке и юго-востоке постройки, в этот период времени идет постепенная трансгрессия уровня моря [9].

Во внутренней части рифовой постройки, вероятно, располагалась лагуна с открытым водообменом. В плане риф напоминает серповидную форму с открытой лагуной на востоке (рис. 4). Покрышкой для данных рифов является тульская глина нижнего карбона, которая регионально распространена на территории Тимано-Печорской провинции.

Новые данные позволили выявить и построить реальные структурные поверхности рифовых тел, что в будущем позволит увеличить вероятность успешности поискового бурения. Представленная модель рифового тела позволяет наиболее точно оценить перспективу данного объекта, а также уточнить геологическую историю развития данного региона и оценить перспективы дальнейших поисково-разведочных работ. Кроме того, можно выделить несколько главных поисковых признаков для поиска внутрилагунных одиночных рифов: диаметр лагуны рифа должен быть более 20 км; для повышения успешности обнаружения внутрилагунной постройки рифовый атолл должен быть замкнутым. При соблюдении данных условий можно ожидать наличие внутрилагунных одиночных рифов площадью от 3 и более квадратных километров.

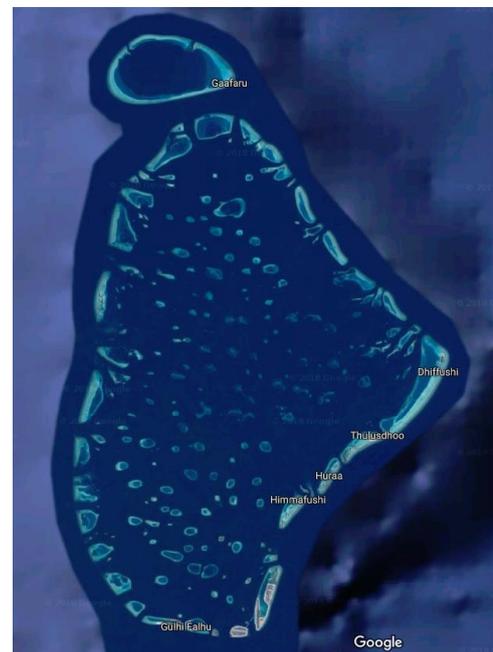
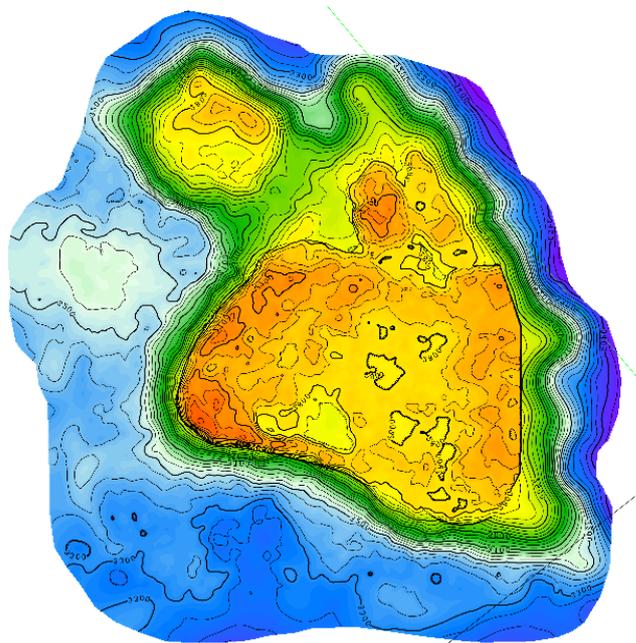
*Статья написана в рамках выполнения государственного задания (тема: «Системный подход к совершенствованию теории и практики нефтегазogeологического районирования, прогнозирования нефтегазоносности и формирования ресурсной базы нефтегазового комплекса России», № АААА-А17-117082360031-8).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жемчугова В.А. Резервуарная седиментология карбонатных отложений. М.: ЕАГЕ Геомодель, 2014. 232 с.
2. Теплов Е.Л., Костыгова П.К., Ларинова З.В. и др. Природные резервуары нефтегазоносных комплексов Тимано-Печорской провинции // Мин-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, ТП НИЦ. СПб.: Реноме, 2011. 286 с.
3. Головань А.С., Холодилов В.А., Никонов Н.И., Макаревич В.Н. Хорейверская впадина – перспективный поисковый объект в Тимано-Печорской нефтегазовой провинции // Геология нефти и газа. 1984. № 12. С. 5–9.
4. Цыганко В.С. Позднедевонские эвстатические события на территории печорской плиты и их стратиграфическое значение // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2005. № 7. С. 2–4.

5. *Богацкий В.И., Галкина Л.В., Довжикова Е.Г.* и др. Тимано-Печорский седиментационный бассейн. Атлас геологических карт (литолого-фациальных, структурных и палеогеологических) / Под ред. В.И. Богацкого, З.В. Ларионова // Мин-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, Ухта, 2002. 132 с.
6. *Богданов Б.П., Мирнов Р.В., Терентьев С.Э., Кузьменко Ю.С.* Эталон сирачойского горизонта для изучения бирьерных рифов Восточно-Европейской платформы // Геология рифов: Материалы Всерос. литол. совещ. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2015. С. 16–18.
7. *Белонин М.Д., Буданов Г.Ф., Данилевский С.А., Прищепина О.М., Теплов Е.Л.* Тимано-Печорская провинция: геологическое строение, нефтегазоносность и перспективы освоения. СПб.: Недра, 2004. 396 с.
8. *Веймарн А.Б., Найдин Д.П., Конаевич Л.Ф., Алексеев А.С., М.А. Назаров М.А.* Методы анализа глобальных катастрофических событий при детальном стратиграфических исследованиях: Методич. рекомендации. М.: Изд-во МГУ, 1998. 190 с.
9. *McLaren D.J.* Detection and significance of mass killing // *Devonian of the World*. Vol. III. Canadian Society of Petroleum Geologists. Mem. 14. Calgary, Canada. 1988. P. 1–7.
10. *Хипели Р.В., Беляева Н.В.* Перспективы открытия залежей углеводородов в доманиково-турнейском нефтегазоносном комплексе юга Хорейверской впадины (Тимано-Печорской нефтегазоносный бассейн) // Нефтегазовое дело. Геология и геофизика. 2005. Т. 3. С. 17–20.
11. *Мартынов Э.А.* Новые данные о перспективах нефтегазоносности Сандивейской карбонатной постройки (Тимано-Печорская провинция) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2014. Т. 9, № 4. 10 с.
12. *Москаленко К.А., Мельникова Л.И., Москаленко М.Н. Юдина Ю.А.* Новые данные по строению доманиково-турнейского нефтегазового комплекса юга Хорейверской впадины // Материалы 2-го Всерос. литол. совещ. и 8-го симпозиума по ископаемым кораллам и рифам. Сыктывкар, 2001. С. 218–221.
13. *Хитров А.М., Колоколова И.В., Никитин А.Н., Попова М.Н.* Оценка риска поисков нефти и газа на основе выделения и картирования покрышек залежей углеводородов по данным геофизических методов // Вестник ЦКР Роснедра. 2011. № 3. С. 22–26.

## ПРИЛОЖЕНИЕ



a)

б)

Рис. 1. Снимок-схема рифового атолла: а – рифовая постройка в Хорейверской впадине; б – рифовый атолл, Мальдивские острова

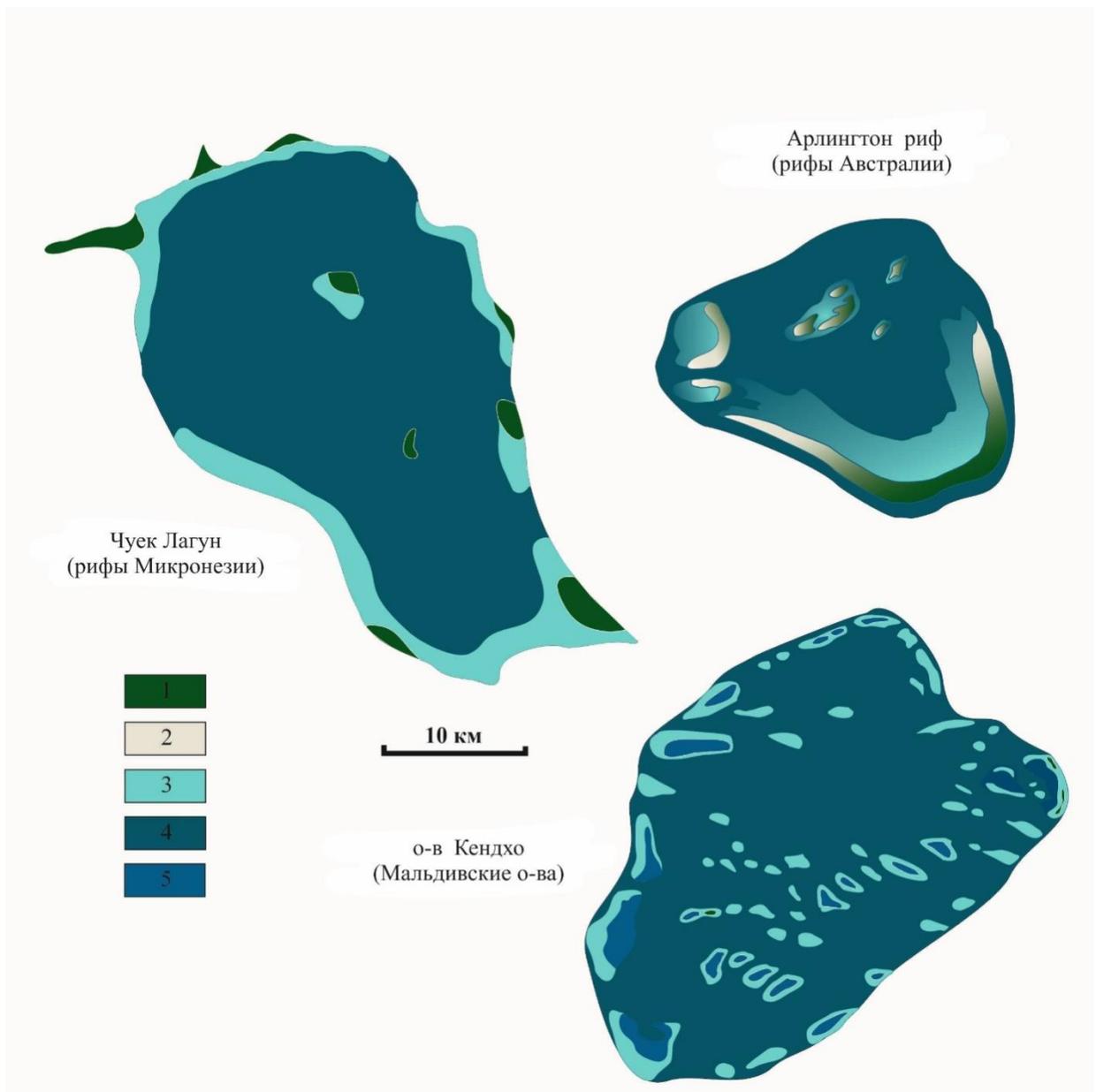


Рис. 2. Современные рифовые постройки: 1 – поверхность выше уровня моря, покрытая растительностью; 2 – область нижнего пляжа; 3 – мелководная обстановка осадконакопления (до 30 м); 4 – мелководная обстановка осадконакопления (более 30 м); 5 – внутренние водоемы



Рис. 3. Остров «OneTree», атолл (Австралия)

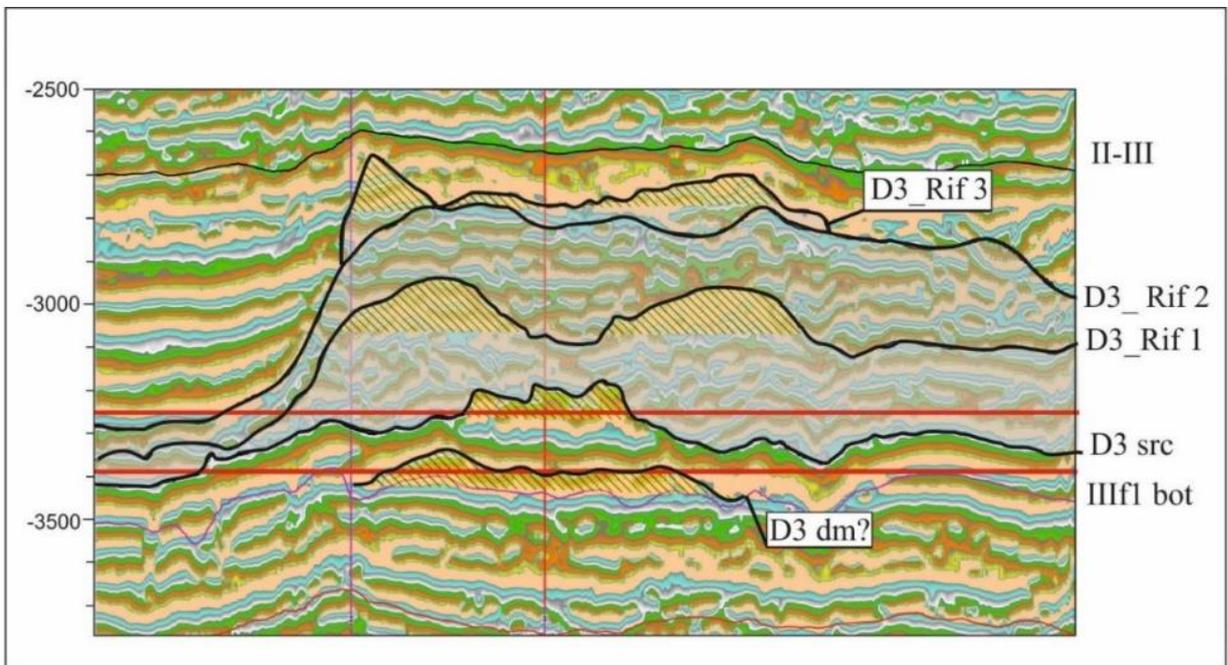


Рис. 4. Фрагмент сейсмогеологического профиля