

ОРГАНОГЕННЫЕ ПОСТРОЙКИ ПАЛЕОЗОЯ ВЕРХНЕПЕЧОРСКОЙ ВПАДИНЫ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ И ИХ РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

Д.И. Гурова, М.Н. Попова, А.М. Хитров
ИПНГ РАН, e-mail: divalieva@ipng.ru, popova@ipng.ru

Изучению строения и нефтегазоносности рифогенных построек Предуральского краевого прогиба посвящено значительное количество научных трудов, в большей части которых рассматриваются верхнедевонские объекты. Серьезный вклад в изучение рифовых формаций Тимано-Печорской провинции, исследование истории формирования и строения рифов внесли М.М. Грачевский, А.В. Соломатин, И.А. Дубовский, Т.И. Кушнарева, Г.А. Иоффе, И.С. Муравьев и др. Современными исследователями карбонатных построек Печорского Приуралья являются А.И. Антошкина, В.И. Богацкий, Б.П. Богданов, В.А. Жемчугова, В.Г. Кузнецов, Н.И. Никонов, Е.Л. Петренко, Е.С. Пономаренко и др. [1–11].

Верхнедевонские рифовые объекты в Верхнепечорской впадине выявлены в 80-е годы прошлого столетия по результатам проведенных здесь сейсморазведочных работ МОВ и МОГТ масштаба 1:50000. В разрезе франско-фаменских отложений были закартированы локальные рифовые структуры: Новая, Диньюская, Шорьельская, Юрвож-Большелягская и др.

В 1990–2000-е годы выполнены тематические обобщения материалов геологической съемки, грави-, магнито- и электроразведки, площадной сейсморазведки, бурения скважин; результаты представлены в опубликованных и фондовых работах Б.П. Богданова, Н.В. Мисюкевич, Н.И. Никонова, А.И. Каневой и др. Выделенные ранее отдельные купола и рифовые постройки доманиково-турнейского возраста объединены в крупную атолловидную карбонатную Верхнепечорскую банку (рис. 1). В последние несколько лет в пределах впадины выполнены работы по переобработке и переинтерпретации сейсмических данных прошлых лет, выделены и протрассированы зоны развития рифогенных объектов в доманиково-верхнефранской и фаменской частях разреза, уточнены границы Верхнепечорской карбонатной банки.

Практически весь объем сейсморазведочных работ, выполненных в Верхнепечорской впадине, был нацелен на выявление ловушек углеводородов в карбонатных отложениях верхнего девона, а отложениям нижней перми-карбона не

уделялось должного внимания. В карбонатной части каменноугольно-нижнепермских отложений, как правило, прослеживался лишь один отражающий горизонт – Iк (P₁k), расположенный выше толщи, содержащей рифы (органогенные постройки). По этому горизонту во впадине картировалась моноклираль с небольшими структурными носами. Только в одной фондовой работе Г.А. Иоффе, Р.П. Сливковой, И.С. Муравьева и др. (Отчет. Раздел 1. Литология, фации и стратиграфия пермских отложений. Тема: Литология, фации, стратиграфия и нефтегазоносность пермских отложений восточных и северных районов Тимано-Печорской провинции. Ухта, 1971 г. 495 с.) по материалам сейсморазведки выделены одиночные нижнепермские карбонатные постройки вдоль восточного борта впадины [12, 13]. В последующие годы работы по изучению каменноугольно-нижнепермских карбонатных построек в пределах впадины не проводились.

В работах [12, 13] по результатам переинтерпретации геолого-геофизических материалов последних 3–5 лет представлены выделенные нами рифы в отложениях нижней перми в пределах Верхнепечорской впадины (рис. 1, см. приложение). По сейсмическим аномалиям и характерным для рифовых отложений признакам на временных разрезах удалось выделить органогенные постройки, не связанные с целевым отражающим горизонтом Iк (P₁k). Корреляция сейсмических отражений была выполнена непосредственно по подошве флюидоупоров, залегающих над рифовыми объектами. Перспективность нижнепермских отложений подтверждается и результатами переинтерпретации материалов геофизических исследований скважин (ГИС), пробуренных на территории впадины в 1980-х годах. В разрезах скважин выделены породы-коллекторы, характеризующиеся хорошими фильтрационно-емкостными свойствами, и флюидоупоры над ними, представленные глинистыми пластами различной мощности. По данным каротажа выделяемые коллекторы водо- и нефтенасыщенные [12]. На рис. 2 представлено сопоставление данных ГИС скважины 1-Шорьельская, пробуренной на западном борту впадины, и результатов переинтерпретации сейсморазведки 2D. Этот пример показывает, что отражающий горизонт Iк (P₁k) не связан с подошвой флюидоупора, перекрывающего риф.

В карбонатном разрезе каменноугольных отложений Верхнепечорской впадины, по материалам сейсморазведки 2D, авторами впервые выделены перспективные рифовые объекты средне-верхнекаменноугольного возраста. Карбонатные постройки меридионально

вытянуты, средняя ширина составляет 4 км (см. рис. 1). При корреляции сейсмических отражений непосредственно по кровле каменноугольных рифов удалось оконтурить антиклинальные объекты. Необходимо отметить, что флюидоупорами для залежей могут служить локальные пласты глин (выделены по ГИС), мощность которых не превышает первых метров, и которые поэтому не могут быть закартированы по материалам сейсморазведки. Следовательно, вопрос о наличии или отсутствии флюидоупоров, перекрывающих рифовые массивы средне-верхнего карбона на исследуемой территории, требует решения.

Для более надежного картирования карбонатных построек и каменноугольного, и нижнепермского возраста необходима постановка сейсморазведки 3D, которая позволит более точно проследить новые (дополнительные) отражающие горизонты, соответствующие пластам-флюидоупорам над рифовыми постройками.

Условия образования позднедевонских, каменноугольных и раннепермских рифовых массивов

В геологической истории развития Предуральского краевого прогиба установлено четыре основных этапа палеозойского рифообразования: позднеордовикско-раннедевонский, позднедевонский, каменноугольный и раннепермский [1].

Образование рифовых построек в пределах Верхнепечорской впадины связано с существовавшими здесь благоприятными условиями осадконакопления. Во франско-фаменское время накопление осадков происходило в умеренно-глубоководных областях шельфа, где были развиты зоны внутривпадинных доманиково-фаменских одиночных рифов и атоллов. При изучении строения атоллов обычно выделяются: умеренно-глубоководная толща заполнения, собственно биогермное кольцо органической постройки с биогермно-водорослевым осадконакоплением, зарифовый шлейф с карбонатным органично-обломочным осадконакоплением и внутриатолловая лагуна. Примерами атоллов во впадине являются Верхнепечорская и Кылымьельская банки, которые окружены одиночными рифовыми постройками (Новая, Марьельская, Изьяшорская и др.). Согласно представлениям Б.П. Богданова, в момент возникновения карбонатных построек в позднедевонское время наблюдалась четкая приуроченность их к тектонически морфологически выраженным элементам. Им выявлена приуроченность групп изометрично-кольцевых построек к блокам фундамента, ограниченными тектоническими нарушениями или зоной нарушений, – Кылымьельская, Верхнепечорская банки и окружающие их одиночные постройки приурочены к тектоническому блоку,

ограниченному с запада Илыч-Чикшинской, а с востока – Припечорской системой разломов [2].

Образованию рифовых средне-верхнекаменноугольно-нижнепермских построек вдоль Предуральского краевого прогиба также способствовали существовавшие здесь условия осадконакопления, и главную роль в их формировании сыграли тектонические процессы, происходившие в это время на Урале. К началу ранней перми сформировалось горно-складчатое сооружение, перед фронтом которого возник краевой прогиб. Вдоль его западной части формировались рифогенные постройки, сложенные водорослевыми и мшанковыми известняками. Мощности рифов на юге прогиба достигают 800–1000 и более метров, к северу мощности сокращаются до 100–150 м [6]. В результате расширения краевого прогиба на окраину карбонатной платформы и интенсивного поступления терригенного материала, подавляющего биогенное карбонатакопление на шельфе, к концу раннепермского периода происходит вырождение рифов. Формирование раннепермских карбонатных построек является заключительным этапом рифообразования, который, в отличие от предыдущих этапов, характеризуется минимумом рифообразования. Палеозойское рифообразование в пермское время вступает в фазу затухания [1].

Закономерности строения верхнедевонско-нижнепермских рифов в пределах Верхнепечорской впадины

В южной части Предуральского краевого прогиба выявленные нижнепермские постройки меридионально вытянуты и протягиваются узкой полосой с севера на юг вдоль западных бортов впадин. В Верхнепечорской впадине органогенные постройки также имеют субмеридионально вытянутые формы. Нижнепермские атоллы в центральной части Верхнепечорской впадины имеют форму вытянутых овалов или колец со множеством одиночных рифов вокруг. Выделенная авторами зона развития каменноугольных построек также образует овал. При совмещении зон распространения верхнедевонских, каменноугольных и нижнепермских рифовых построек четко вырисовывается следующая закономерность – вышележащие рифы совокупно образуют овал внутри нижележащего овала. Каменноугольные и нижнепермские рифовые атоллы так же, как и верхнедевонские, имеют овальные формы, но, как правило, меньшего размера. Очевидно рост последующих карбонатных построек происходил на внутренних бортах предыдущих – более ранних (см. рис. 1).

Таким образом, выявлена закономерность в строении каменноугольно-пермских отложений относительно рифовой верхнедевонской банки. В разрезе вырисовывается трапеция, где в основании расположены верхнедевонские рифы, выше – каменноугольные, а в верхней ее части – нижнепермские.

Ресурсный потенциал

Верхнепечорская впадина принадлежит южной части Тимано-Печорской нефтегазонасной провинции, которая в пределах Республики Коми обычно считается старым районом нефтегазодобычи. Однако анализ изученности сейсморазведкой и бурением территории Верхнепермской впадины показывает, что ее недра очевидно недоизучены – изученность большей ее части соответствует региональному, а не поисково-оценочному этапу геологоразведочных работ на нефть и газ. Фактически поисковые работы во впадине сегодня только начинаются из-за того, что в начале 1990-х годов они были приостановлены в самом их начале.

Строение природных резервуаров здесь таково, что рифовые объекты и генетически связанные с ними структуры облекания обладают весьма значительным ресурсным потенциалом. Проведенные авторами исследования природных резервуаров указывают на то, что здесь может быть подготовлено к бурению немалое количество высокоемких высокодебитных объектов, содержащих легкую нефть.

В частности, это выявленные рифовые объекты верхнего девона-карбона-нижней перми с коллекторами, обладающими хорошими фильтрационно-емкостными свойствами.

Хотя рифовые объекты в изучаемом регионе не всегда перекрываются надежными флюидоупорами, риски поискового бурения на эти объекты вполне приемлемы [14, 15].

Ожидаемые величины извлекаемых запасов легкой нефти в органогенных постройках палеозоя находятся в диапазоне от сотен тысяч до десятков миллионов тонн.

Помимо органогенных построек, в Верхнепечорской впадине весьма перспективными являются локальные объекты в терригенных отложениях как среднего девона, нижнего карбона (баровые ловушки, зоны выклинивания песчаников), так и верхней перми-триаса (русловые песчаные острова палеорек).

При этом даже мелкие залежи окажутся рентабельными в разработке, поскольку плотность запасов в них будет изменяться от 50 до 500 тыс. тонн на 1 км², а дебиты скважин могут достигнуть сотен тонн в сутки. Инфраструктура здесь также благоприятна для быстрого ввода в разработку открываемых залежей.

На основании исследований авторов можно рекомендовать к лицензированию недр всей Верхнепечорской впадины и, в первую очередь, ее северной части.

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. Антошкина А.И. Рифообразование в палеозое (север Урала и сопредельные области). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 304с.
2. Богданов Б.П. Особенности строения верхнедевонских карбонатных органогенных построек Тимано-Печорской провинции в связи с перспективами нефтегазоносности: Дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Ухта, 1989. 246 с.
3. Богданов Б.П., Кузьменко Ю.С., Панкратова Е.И., Терентьев С.Э. Карбонатные постройки перми-карбона севера Тимано-Печорской провинции и их свойства [Электронный ресурс] // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2014. Т. 9. № 3. 26 с. – Режим доступа: http://www.ngtp.ru/rub/11/38_2014 (Дата обращения 25.10.2018).
4. Богацкий В.И. Геологическое строение и нефтегазоносность Верхнепечорской впадины Предуралья Краевого прогиба: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Л.: ВНИГРИ. 1971. 23с.
5. Богацкий В.И., Жемчугова В.А. Система рифогенных образований Тимано-Печорской провинции и их нефтегазоносность // Наследие А.Я. Кремса – в трудах ухтинских геологов: Сб. науч. тр. Сыктывкар, 1992. С. 97–115.
6. Ивановский А.Б., Кузнецов В.Г., Осипова А.И. Рифогенные постройки в палеозое России. М.: Наука, 1997. 160 с.
7. Кузнецов В.Г. Карбонатные породы, состав, строение, происхождение, методы изучения: учеб. пособие. М.: ГАНГ им. И.М. Губкина, 2000. 91 с.
8. Никонов Н.И., Неудачин Д.Ю., Ильин В.В., Николаев М.Н., Утопленников В.К. Перспективы нефтеносности Цильегорской депрессии и прилегающих территорий [Электронный ресурс] // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2015. Т. 10, № 1. 12 с. – Режим доступа: http://www.ngtp.ru/rub/6/5_2015 (Дата обращения 25.10.2018).

9. *Никонов Н.И., Беда И.Ю.* Новые данные о перспективах нефтегазоносности нижнепермских органогенных построек // Рифы и карбонатные псефитолиты: Материалы Всерос. литологич. совещ. Сыктывкар: Геопринт, 2010. С. 126–128.

10. *Пономаренко Е.С., Иванова Р.М.* Генезис "червячковых известняков" в нижнепермской органогенной постройке Писанный Камень на р. Урья (Северный Урал) // Рифы и карбонатные псефитолиты: Материалы Всерос. литол. совещ. Сыктывкар: Геопринт, 2010. С. 142–144.

11. *Яралов Б.А., Суханова С.В., Хитров А.М.* О закономерностях размещения залежей УВ в нижнепермских природных резервуарах севера Тимано-Печорской провинции // Геология нефти и газа. 1986. № 4. С. 12–16.

12. *Гурова Д.И.* Перспективы нефтегазоносности нижнепермских карбонатных отложений Верхнепечорской впадины Предуралья Краевого прогиба // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М.: ВНИИОЭНГ, 2017. № 7. С. 6–14.

13. *Гурова Д.И., Ушаков И.А., Коновалова И.Н.* Новые направления поисков залежей углеводородов в каменноугольно-нижнепермских отложениях Верхнепечорской впадины [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа: Науч. сет. изд. 2017. № 2(17). 9 с. – Режим доступа: <http://www.oilgasjournal.ru> (Дата обращения 25.10.2018).

14. *Хитров А.М.* Покрышки залежей углеводородов и ресурсный потенциал недр [Электронный ресурс] // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика: Электрон. науч. журн. 2013. № 1(7). 17 с. – Режим доступа: <http://www.oilgasjournal.ru> (Дата обращения 25.10.2018).

15. *Хитров А.М., Никитин А.Н., Попова М.Н., Колоколова И.В.* Оценка риска поисков нефти и газа на основе выделения и картирования покрышек залежей углеводородов по данным геофизических методов // Вестник ЦКР Роснедра. 2011. № 3. С. 22–27.

ПРИЛОЖЕНИЕ

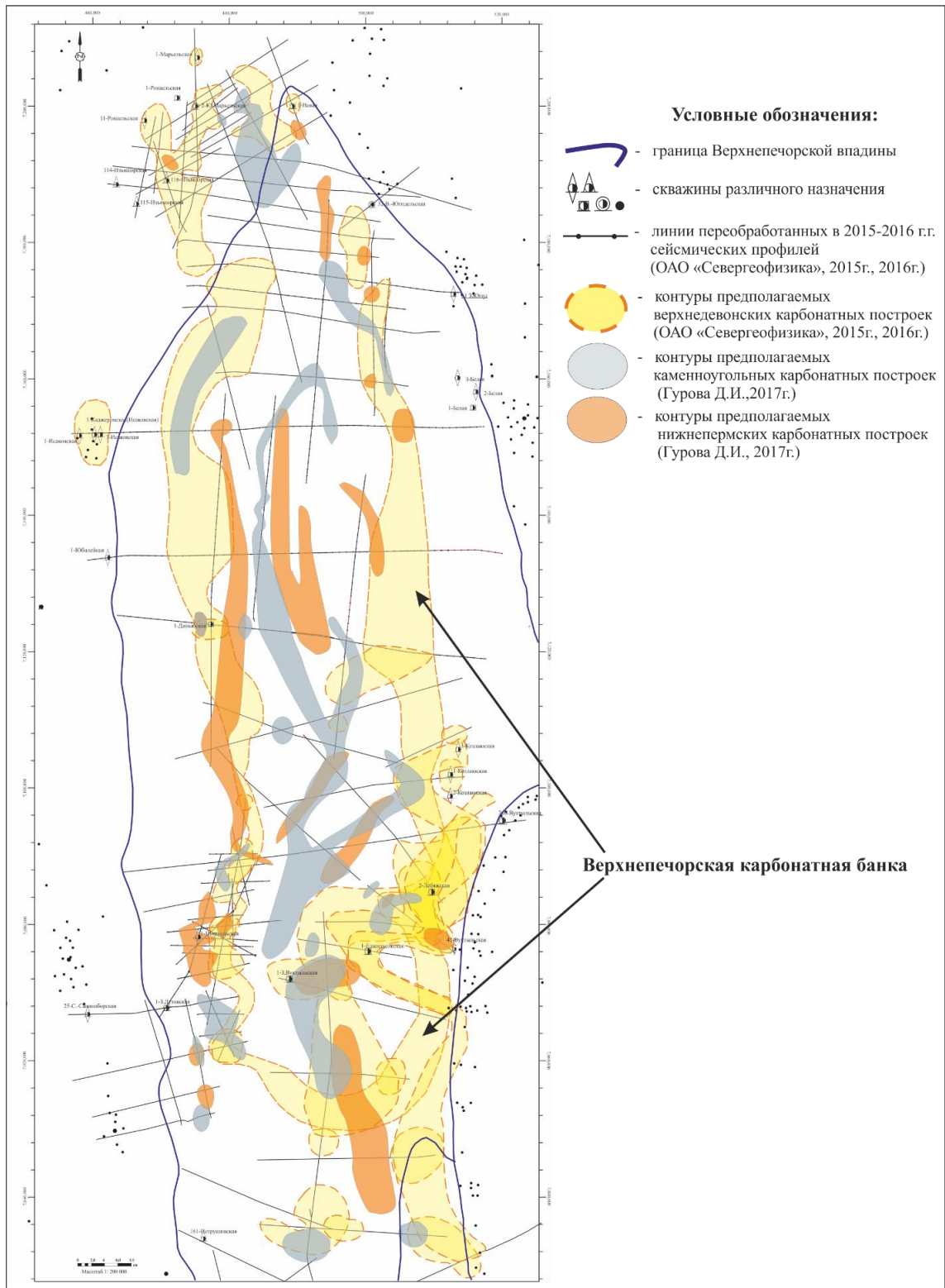


Рис. 1. Схема распространения верхнедевонских, средне-верхнекаменноугольных и нижнепермских рифовых построек в Верхнепечорской впадине

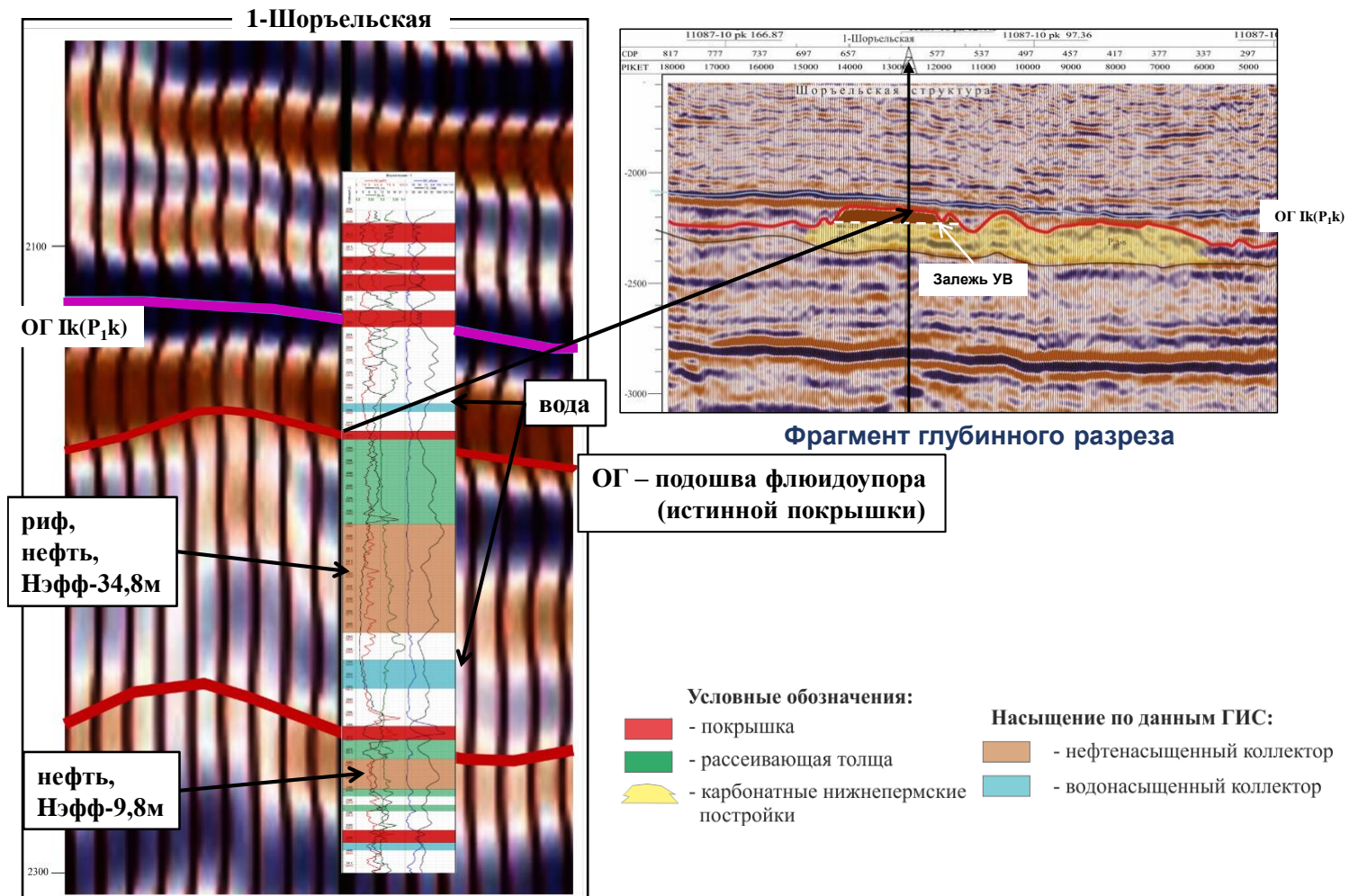


Рис. 2. Сопоставление данных ГИС (скв. 1-Шорьельская) и сейсморазведки 2D (Гурова Д.И. и др., 2017 [14])