

УДК 553.98.001.5

Современные вызовы нефтяной геологии. Альтернативы и перспективы развития: сборник докладов, посвященный 90-летию АО «ВНИГРИ» (г. Санкт-Петербург, 6-8 ноября 2019 г.). - СПб: АО «ВНИГРИ», 2019. – (1-CD-R).

Настоящий сборник содержит материалы конференции «Современные вызовы нефтяной геологии. Альтернативы и перспективы развития», посвященной 90-летию ВНИГРИ. Тексты и рисунки публикуются в соответствии с авторским оригиналом.

© Коллектив авторов, 2019
© АО «ВНИГРИ», 2019

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДИКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГРП ДЛЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ СКОПЛЕНИЙ УВС

К.Б. Сокулина

ФГКУ «Росгеолэкспертиза», Саратов

К настоящему времени все больше приходится сталкиваться с нетрадиционными скоплениями углеводородов. В работах нацеленных на поиск и оценку месторождений углеводородов такого типа залежей, подчас требуется применение не стандартных подходов. При проверке ФГКУ «Росгеолэкспертизой» проектов ГРП, одним из основных разделов является проверка методики проведения геологоразведочных работ, а также обоснование рационального комплекса, методов и видов ГРП с целью открытия залежей УВ, поэтому поиск такого рода скоплений УВ становится наиболее актуальной задачей при проектировании ГРП.

Одним из основных направлений при применении ГРП остается сейсморазведка. Основная

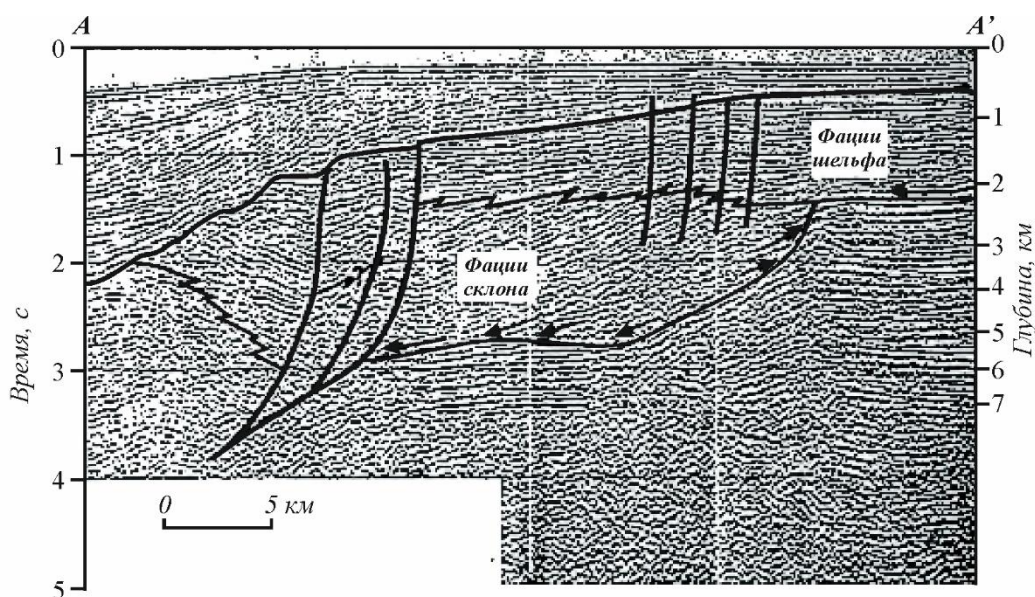


Рис. 1 Общий вид сейсмических фаций осадочных комплексов, имеющих раннемеловой возраст от валанжинского до аптского включительно. Профиль $A - A'$ у берегов Западной Африки (см. карту на рис. 4 и 5). Выделены две основные сейсмofации. Пласты, соответствующие шельфовой обстановке осадконакопления, наращивались справа налево и перекрывали отложения, накапливавшиеся в условиях континентального склона. Вертикальный масштаб увеличен в три раза.

роль сейсмического метода до недавнего времени ограничивалась картированием структурных планов отложений, но истощение фонда антиклинальных структур, обусловило необходимость поиска неструктурных ловушек углеводородов и прогноза их нефтегазоносности. Одним из подходов для поиска такого рода ловушек является сеймостратиграфическая интерпретация данных сейсморазведки (сеймостратиграфия). На рисунке 1 показан один из примеров выделения сейсмических фаций [1].

Главная прикладная задача сеймостратиграфии - поиски и разведка несводовых ловушек и залежей нефти и газа с помощью картирования рельефа сейсмических реперов, расшифровки природы ансамблей слабых отражений, изучения пространств упругих характеристик среды и их геологического значения. Эта наука решает также следующие задачи:

1. Определение возраста осадочных пород.
2. Изучение литологического состава и пористости отложений.
3. Восстановление последовательности и характера осадконакопления.
4. Выяснение особенностей формирования разномасштабных осадочных тел и их соотношения по площади и разрезу.
5. Установление палеогеоморфологической ситуации разведываемого района.
6. Установление перспектив нефтегазоносности разномасштабных осадочных тел и другие особенности осадочных толщ.

В целом круг решаемых вопросов при сейсмостратиграфическом анализе широк и превышает объем традиционных стратиграфических задач, т.е. изучение возраста и последовательности осадконакопления. Входные материалы при сейсмостратиграфическом анализе - это данные сейсморазведки и других геофизических методов, геологические данные (геологические карты, разрезы, описание керна и др).

Основой сейсмостратиграфической интерпретации является разработка геологических гипотез о модели осадконакопления. Гипотеза постепенно совершенствуется в интерактивном режиме по мере рассмотрения вариантов моделей осадконакопления.

Для прогнозирования нефтегазогенерирующего потенциала осадочных толщ важно выяснить два вопроса:

- -являются ли условия седиментации благоприятными с точки зрения возможности накопления в осадках и последующего захоронения органического вещества;
- -прошли ли прогнозируемые толщи через глубинные условия, отвечающие главной фазе нефтегазообразования.

Оптимальным условиям для концентрации органического вещества в осадках считаются обстановки от лагунно-континентальных до морских не глубже батальных при высокой биологической продуктивности бассейна. Батальные условия по Д.Наливкину соответствуют континентальному склону и связаны с глубинами от 200 до 3000м. Толщи накопившиеся в таких условиях обычно выражаются в сейсмозаписи сейсмофациальными комплексами типа конденсированных покровов. Результаты сейсмостратиграфического анализа позволяют наметить как этапы не компенсационного режима, так и этапы высокой биологической продуктивности бассейна, совпадающие с трансгрессией моря. Максимумы трансгрессий выражаются на сейсмических разрезах высокими контрастами акустических жесткостей на границах карбонатных толщ, либо относительно глубоководных высокобитуминозных глинистых пород. Следует отметить, что нефтегазоматеринские толщи могут накапливаться и в условиях компенсации. Выяснение по данным сейсмостратиграфического анализа условий постседиментационного развития высокобитуминозных толщ позволяет оценить возможную глубину погружения изучаемых осадочных толщ и тем самым прогнозировать прохождение ими условий главной фазы нефтегазообразования.

При прогнозировании нефтегазоперспективных седиментационных образований важно выяснить:

- -возможность существования ловушки;
- -благоприятное пространственное соотношение возможных ловушек с очагами нефтегазообразования;
- -оптимальное временное соотношение между формированием прогнозируемых ловушек и очагов нефтегазообразования;
- -наличие условий для сохранения залежей.

Ловушка прогнозируется по наличию экранированных коллекторов и благоприятной обстановки. Сейсмостратиграфические методы позволяют прогнозировать эти элементы.

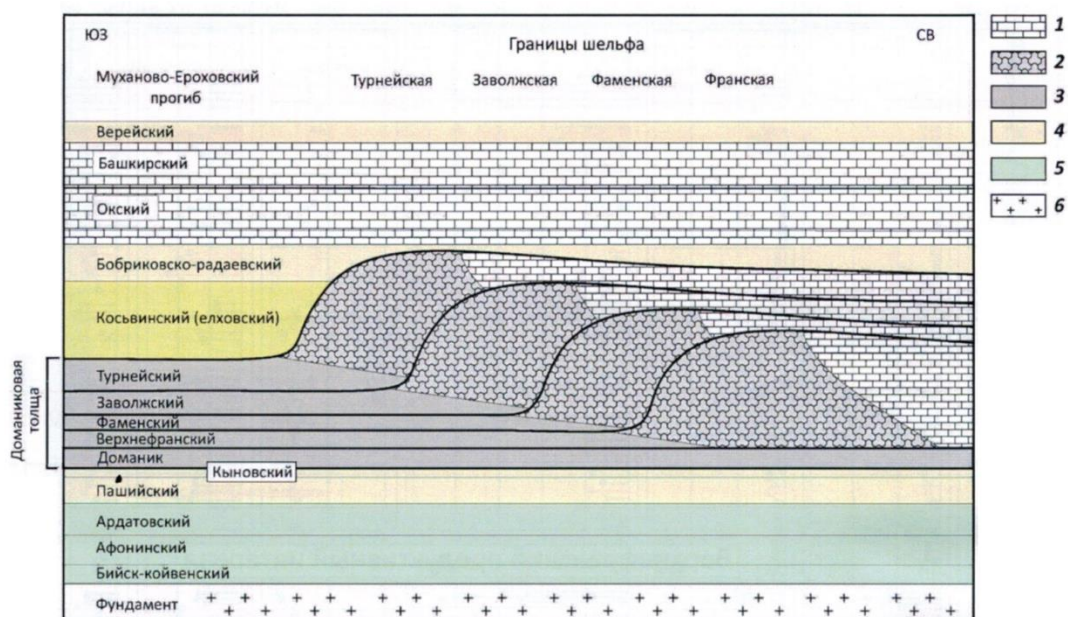
Время формирования ловушек устанавливается на основе палеоструктурных реконструкций по временным разрезам. Наиболее перспективны ловушки совмещенные с очагами нефтегазообразования и образовавшиеся до генерации нефти и газа. Для анализа условий осадконакопления в начале детально изучается характер залегающих и динамических особенностей сейсмических границ на участках где фациальная и формационная принадлежность пород уже известна по данным комплекса геологических исследований. Решение сейсмостратиграфических задач оказывается возможным вследствие существования взаимосвязи между параметрами сейсмической записи и геологическими характеристиками.

| | |
|---------------------------------------|---|
| Характеристики сейсмических отражений | Геологическое значение характеристик |
| Геометрия отражений | Геометрия отражающей пачки отложений |
| Конфигурация систем отражений | Закономерности напластования Процессы осадконакопления Эффекты палеоэрозии и палеотектоники |
| Прослеживаемость отражений | Процессы осадконакопления Непрерывность напластования |

| | |
|-------------------------------|---|
| | Размеры бассейна |
| Амплитуда отражения | Дифференциация скоростей и плотностей соседних слоев Мощности пластов Состав флюида |
| Пластовая Скорость | Литологический состав отложений Возраст отложений Пористость Состав флюида Пластовое давление |
| Неупругое Поглощение | Литологический состав отложений Возраст отложений Состав флюида |
| Форма отраженного Импульса | Сглаженное изменение акустической жесткости по вертикали |

Трудности решения задач сейсмостратиграфии обусловлены тем, что перечисленные и другие сейсмические характеристики зависят не только от указанных геологических, но и от целого ряда других факторов. Кроме того указанные зависимости неоднозначны.

К нетрадиционным скоплениям углеводородов относятся также нефтематеринские породы доманиковых отложений, которые также не являются ловушками структурного типа. С 2012г. и по настоящее время начался поиск таких отложений в Приволжском ФО – Оренбургской и Самарской областях. Впервые в этом регионе был осуществлен поиск и оценка залежей нефти в нетрадиционных низкопроницаемых резервуарах доманиковой толщи, развитой в Муханово-Ероховском звене Камско-Кинельской системы некомпенсированных прогибов. При опробовании скважин в Оренбургской области были получены притоки нефти из четырех стратиграфических интервалов. Благодаря этим исследованиям были получены впервые в данном районе современные каротажные материалы, которые крайне важны для понимания природы, свойств и условий формирования коллекторов. Отбор керн в ключевых интервалах и его обширное изучение оказались очень полезны для выяснения природы резервуаров в доманиковой толще, их распространения и потенциальной промышленной продуктивности. Под «доманиковой толщей» (формацией) понимается мощная (350-400м) толща глубоководных, обогащенных ОВ кремнисто-карбонатных пород доманикового типа, часто называемых «доманикоидами». В центральной части Муханово-Ероховского прогиба породы доманикового типа слагают стратиграфический интервал от доманикового горизонта среднефранского яруса до турнейского яруса нижнего карбона. На рисунке 2 показана стратиграфическая модель

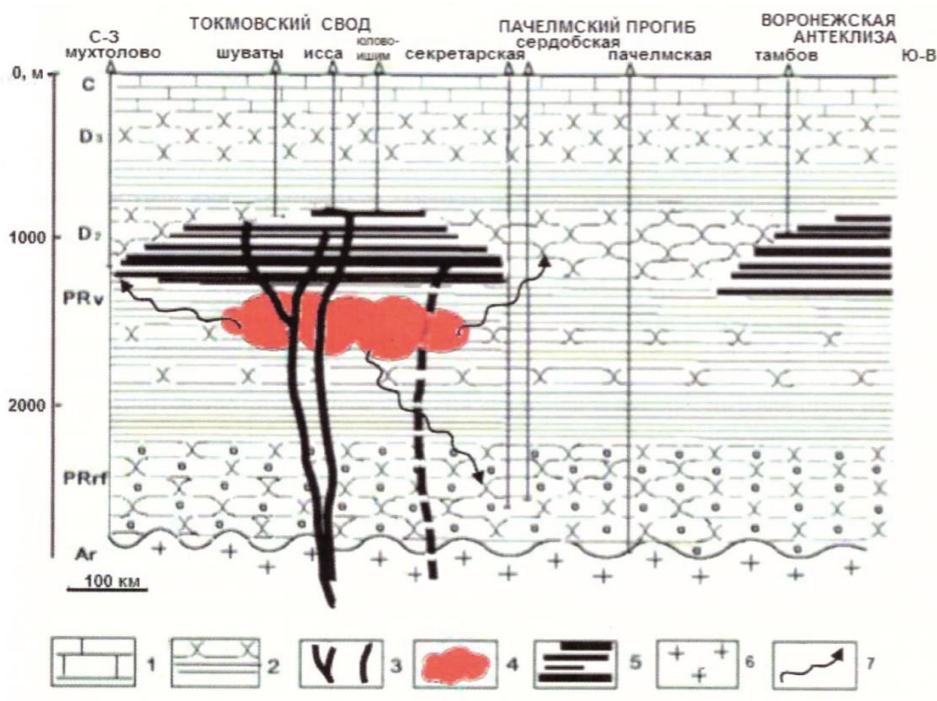


Породы (1–6): 1 — шельфовые карбонаты, 2 — рифовые и склоновые известняки, 3 — доманиковые, 4 — терригенные, 5 — переслаивание терригенных и карбонатных пород, 6 — кристаллические

строения борта Муханово-Ероховского звена Камско-Кинельской системы прогибов и положение доманиковой толщи в разрезе [2].

Породы доманиковой толщи в целом характеризуются низкой проницаемостью, как правило не превышающей 10^{-5} мкм^2 , поэтому для получения промышленного притока нефти из таких отложений требуется применение гидроразрыва пласта, хотя в некоторых случаях естественная трещиноватость (как правило тектонического происхождения) может обеспечить высокие дебиты скважин без его применения. По латерали залежь нефти в формациях доманикового типа может протягиваться на значительные расстояния до выклинивания или фациального замещения пород пласта и сохранения благоприятных характеристик коллекторских свойств. В результате площадь залежи может быть очень большой. Именно на этом основании эффективно бурение скважин горизонтальными стволами, длиной до 3 км. Такого типа ловушки не контролируются структурными или любыми другими типами локальных ловушек. Поэтому на стадии ГРП для такого скопления углеводородов очень важна комплексная интерпретация геофизических данных (сейсморазведки МОГТ-3Д, высокоточной гравии и магниторазведки и т.д.) с построением физико-геологической модели нефтяной залежи [3].

В настоящее время зародился интерес к поиску нетрадиционных ловушек в кристаллическом фундаменте. Очень внимательно к этой проблеме подходят специалисты Татарстана, в начале сентября этого года состоялась Международная научно-практическая конференция, посвященная проблемам поиска ловушек в породах кристаллического фундамента, где присутствовали ведущие специалисты страны. Один из выводов, сделанных на этой конференции, что при поиске залежей углеводородов в пределах Восточно-Европейской платформы нужно отойти от традиционного подхода – поисков авлакогенов. На этой территории присутствует один авлакоген или, скорее система разломов, ориентированных с юго-запада на северо-восток. Широкое развитие траппового магматизма требует при проектировании поисково-оценочного бурения учитывать возможное наличие кристаллических пород трапповой формации, залегающих выше пенепленезированного архейского кристаллического фундамента. Возможно углеводородный потенциал, в первую очередь связан с процессом траппового магматизма девонского возраста. Механизм возможной генерации УВ при процессе траппового магматизма показан на рисунке 3 [4]. Таким образом, при планировании ГРП необходимо учитывать результаты грави-магнитной съемки, позволяющей определить площадь развития траппового тела в осадочной толще.



Пример разреза осадочного чехла Московской осадочного бассейна: 1 – известняки; 2 – песчаники, алевролиты и глины; 3 – каналы поступления магматического вещества в траппы; 4 – возможная зона генерации углеводородов; 5 – траппы; 6 – гранитогнейсовый фундамент архейского возраста; 7 – пути миграции углеводородов.

Таким образом, при проектировании ГРП при поиске и оценке нетрадиционных УВ следует уделить внимание таким несправедливо забытым методам как гравии-магниторазведка, в области сейсморазведки применять сейсмостратиграфический анализ, прогнозирование геологического разреза, осуществлять комплексную интерпретацию всех имеющихся геофизических данных с построением физико-геологических моделей ловушек УВ.

Литература

1. Пейтон Ч. Сейсмическая стратиграфия. Издательство «Мир». Москва 1982г. Том 1. С. 252-253.
2. Ульмишек Г.Ф., Шаломеенко А.В., Холтон Д.Ю., Дахнова М.В. Нетрадиционные резервуары нефти в доманиковой толще Оренбургской области. // Геология нефти и газа. №5. 2017. С. 67-75
3. М.И. Рыскин, К.Б. Сокулина. Комплексная интерпретация геофизических данных. СГУ. Саратов 2006г. Гриф УМО. С.22-23.
4. Шиловский А.П. Связан ли углеводородный потенциал Татарстана с «Кристаллическим фундаментом». //Материалы Международной научно-практической конференции. Изд. «Ихлас». Казань. 2019. С. 128-129.