

УДК 550.834:551.762(497.2)

СЕЙСМОКВАНТЫ И АНАЛИЗ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОЙ ОКРАИНЫ МЕЗИЙСКОЙ ПЛИТЫ ПО СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Н. Я. Кунин, В. И. Кынев

подавляющее большинство исследований по сейсмостратиграфическому анализу посвящено интерпретации единичных, главным образом региональных профилей МОГТ. По ним выделяются крупные ранговые объекты сейсмостратиграфической иерархии: структурно-литологические этажи (СЛЭТ, I порядок), квазисинхронные седиментационные сейсмические комплексы (КССК, II порядок), разделенные на сейсмические фации (СФ, III порядок). Более дробные сейсмостратиграфические единицы остаются слабо изученными. Между тем выделение и картирование неантиклинальных ловушек (НАЛ) нефти и газа осуществляется в пределах СФ по поведению отдельных осей синфазности. Настоящая статья посвящена разработке детального сейсмостратиграфического анализа отдельных сейсмифаций. Авторами вводятся новые IV и V уровни сейсмостратиграфической иерархии, названные соответственно сейсмическими пакетами и сейсмическими квантами [1].

При сейсмостратиграфическом анализе используют в качестве исходных документов временные разрезы отраженных волн. На завершающем этапе их сейсмостратиграфической интерпретации рекомендуется составление хроносейсмостратиграфических схем: по вертикальной оси откладывается геологическое время, а по горизонтальной — распространение соответствующих по геологическому возрасту отложений на исходном временном разрезе. Такие хроносейсмостратиграфические схемы обладают формализованностью и логической связью между элементами. Они являются основой отображения наших знаний на данном этапе сейсмостратиграфического анализа и средством его дальнейшего развития.

Рассмотрим понятие о сейсмокванте. Оно основано на фундаментальном принципе сейсмостратиграфии о хроностратиграфической значимости отражений. Каждому отражению на хроностратиграфической шкале должен отвечать определенный интервал геологического времени. Сейсмоквант — единичное полное сейсмическое отражение (сопряженные максимум и минимум). Каждое отражение характеризует положение дна бассейна седиментации в соответствующий момент геологического времени. Сейсмокванты дискретизируют, или «квантуют», геологическое время на эпизоды, с которыми соотносятся определенные квазисинхронно образовавшиеся единицы седиментации. Сейсмоквант есть наименьшая предельная величина в сейсмостратиграфической иерархии трехмерных седиментационных тел, — это минимальная сейсмостратиграфическая единица, фиксируемая сейсморазведкой. Как инструмент практической интерпретации сейсмических материалов и средство достижения конкретных результатов сейсмоквант весьма удобен.

Необходимо учитывать многогранность геолого-геофизической природы понятия «сейсмоквант». С одной, геофизической, стороны, оно отображает некоторый перепад акустической жесткости и на сейсмическом разрезе ему отвечает ось синфазности с соответствующими

амплитудными, частотными и временными характеристиками. С другой, геологической, стороны, сейсмоквант отображает седиментационные тела и явления, приводящие к формированию.

В геологическом аспекте различные сейсмокванты могут быть не тождественны. Они могут отвечать седиментационным телам с аномальными акустическими свойствами и с определенными объемами. В то же время сейсмоквант часто отражает границу разных объектов. Применение понятия о сейсмокванте (отражении) как характеристике тела или как границы (подошва или кровля) зависит от конкретных особенностей разреза. Эта двойственность обусловлена уровнем аппроксимации, к которому мы прибегаем при анализе реальных разрезов, и особенностями их строения. Ранее мы ввели понятия о дисках Френеля — физических объемных единицах, формирующих отражения [2]. Понятие о сейсмоквантах тесно сопряжено с представлением о дисках Френеля и является отображением при сеймостратиграфическом анализе этого физического понятия.

Известная двойственность имеет место в оценке геологической сущности сейсмокванта. Отражения фиксируют отдельные пласты, их пакки, но также рассматриваются как признаки перерывов седиментации. Последовательность сейсмоквантов отображает развитие седиментации, а отсутствие сейсмоквантов означает, что седиментация не происходила или, наоборот, она протекала непрерывно и неизменно. Таким образом, совокупность сейсмоквантов выражает и перерывы и непрерывность седиментации. По сейсмическим данным, на единичном профиле разделить внутри пакки субпараллельных сейсмоквантов прерывно-непрерывный седиментационный процесс невозможно. Поэтому временная цена сейсмокванта осредненно включает в себя суммарно интервал перерыва и интервал седиментации.

В каждом временном разрезе единичные сейсмокванты не идентичны и должны рассматриваться не как константы, а как относительные величины. Относительность имеет геологическую и геофизическую природу. Последняя связана с текущим уровнем техники и технологии получения и обработки сейсмических данных. При этом при переходе к более высокочастотной сейсмической записи сейсмоквант изменяет свой временной объем. Относительность вызвана и естественными причинами — увеличением длины волны с глубиной, что связано с поглощением высоких частот в верхней части разреза и, как правило, с повышением скорости распространения упругих волн. Таким образом, сейсмоквант изменчив так же, как и длина сейсмической волны, и может измеряться только этой величиной на метрических разрезах. Геологическая относительность сейсмокванта связана с разной его длительностью для различных возрастных интервалов, т. е. он не является некоторой усредненной величиной и для каждого интервала геологического возраста и для каждой сейсмофации может иметь разную продолжительность. Поэтому сейсмоквант рассматривается не как хроноконстанта, а лишь как единица хроноизмерения при сеймостратиграфической интерпретации. Следовательно, понятие о сейсмокванте необходимо понимать диалектически, связывая его с величиной предельной разрешающей способности сейсмометрии в конкретных геолого-геофизических условиях, контролируемой длиной волны. Это понятие имеет важное значение для разработки теоретических основ, прикладных и фундаментальных приложений сеймостратиграфии, тесно увязываясь с ее предельной возможностью расчленять разрезы осадочных бассейнов на возрастные единицы. Более детальное расчленение разрезов может осуществляться при использовании данных бурения и ГИС.

Проиллюстрируем некоторые возможности сейсмостратиграфического анализа сейсмоквантов на примере юрской толщи южной окраины Мезийской плиты [3]. Рассматриваемый район является объектом поисковых работ на нефть и газ. Здесь создана сеть взаимоувязанных профилей 24- и 48-кратного МОГТ, материалы которой использованы нами.

Рассмотрим двумерную сейсмостратиграфическую модель юрского интервала временного разреза по профилю 57 (рис. 1, а и б), для построения которой каждому отражению на сейсмическом профиле,

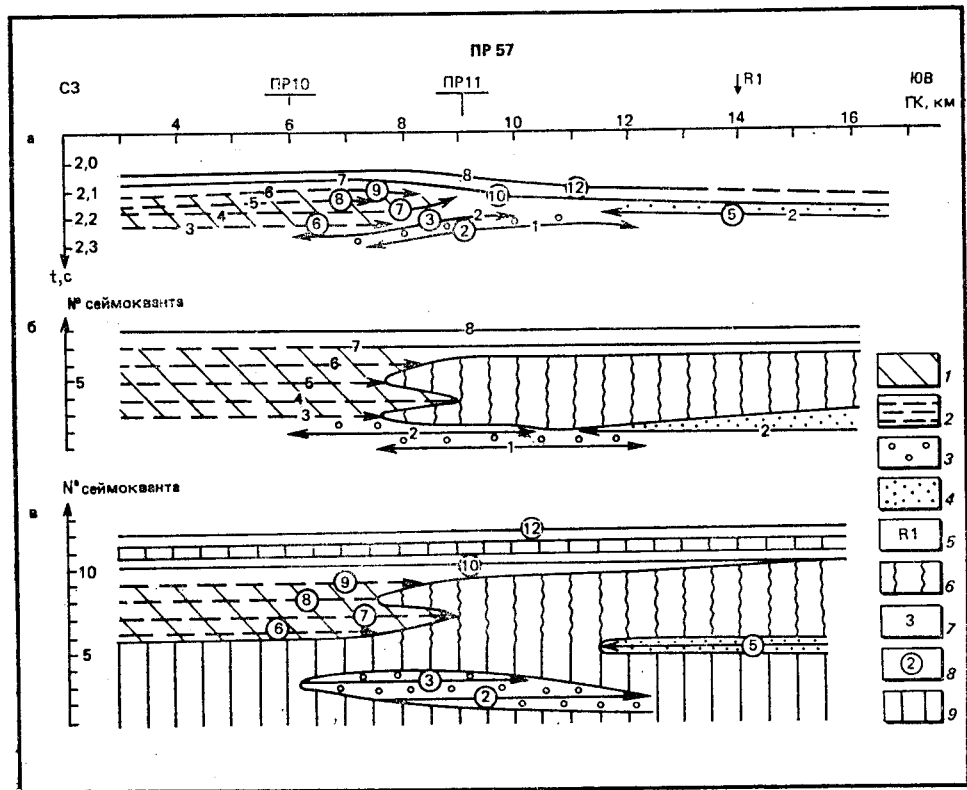


Рис. 1. Материалы двумерного сейсмостратиграфического анализа по сейсмическому профилю 57: а — временной разрез с выделением осей синфазности терригенного юрского КССК; б и в — разрезы юрского КССК с вертикальной шкалой, составленной по сейсмическим квантам: б — предварительный разрез по профилю 57 автономно, в — итоговый разрез с учетом площадной увязки по системе профилей (см. рис. 2); 1 — авандельтовый сеймопакет; 2 — прерывистые отражения; 3 — базальный сеймопакет; 4 — сеймоквант, проинтерпретированный как конденсированный покров; 5 — местоположение скважины; 6 — некомпенсированная седиментация; 7 — индекс сеймокванта, оцененный автономно по профилю; 8 — индекс сеймокванта после увязки по системе профилей; 9 — зона отсутствия седиментации

начиная с самого нижнего (по стратиграфической привязке в скв. Р-1 Пищурка), дан порядковый номер. На этом профиле нет отражений кратных волн и волн от флюидалных контактов. Юрский разрез отличается сочетанием выдержанных отражений в верхней части, сменяемых вниз по разрезу протяженными прерывистыми. При общей субпараллельности отражений для отдельных их групп характерно прекра-

отложений, 2) авандельтовых отложений и 3) заполнения некомпенсированного бассейна и общего покрова.

Сеймопакет базальных сейсмоквантов занимает нижнюю часть шкалы (сейсмокванты 1—4). Область их развития имеет клиновидную форму (рис. 2). Ареалы сейсмоквантов этой группы субмеридионально вытянуты и раструбом расширяются к югу. Вверх по разрезу они последовательно смещаются к югу. Если первые сейсмокванты отличаются значительной вытянутостью, то последующие два сейсмокванта имеют вид полуovalов (в пределах изучаемого участка). Вероятно, образование этого сеймопакета происходило под влиянием субмеридионального вытянутого потока. В сформированной песчано-глинистой толще можно ожидать улучшение коллекторских свойств в пределах ареала

сейсмокванта 1 и в осевых частях ареалов сейсмоквантов 2—4. Первый сеймопакет бурением еще не вскрыт.

Выше базального сеймопакета располагается сеймопакет авандельтовых сеймопакетов (сейсмокван-

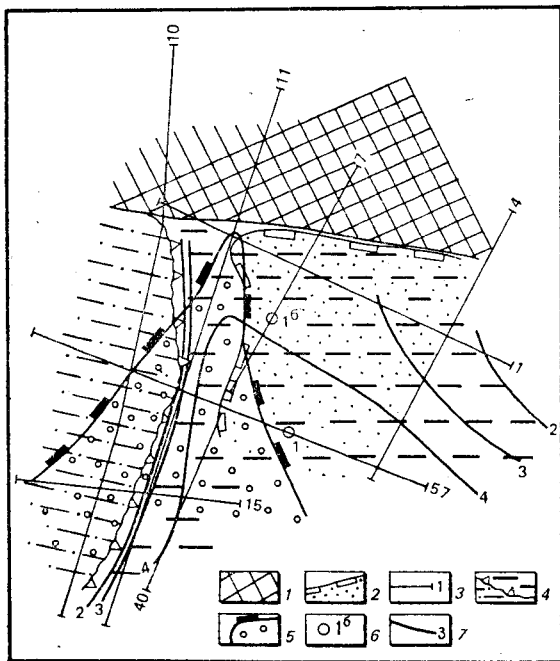


Рис. 2. Схема осадконакопления в ниже-среднеюрское время по результатам сейсмостратиграфического анализа: 1 — область предполагаемой низменной суши; 2 — ареал и граница распространения сеймопакета заполнения; 3 — номер сейсмического профиля; 4 — граница перехода от авандельтового комплекса (слева) к зоне конденсированного покрова; 5 — ареал базального сеймопакета; 6 — глубокие скважины и их номера; 7 — количество «отсутствующих» сеймоквантов как мера длительности развития конденсированного покрова

ты 6—9). Ареалы их распространения с запада не оконтурены. Восточная граница дугообразная и проходит в узкой полосе между профилями 10 и 11. Устойчивость седиментации авандельтового сеймопакета, видимо, связана с относительно длительным прогибанием при сравнительно неизменной скорости седиментации. Можно предположить, что область сноса терригенного материала находилась далеко к западу, а рассматриваемый участок размещался в краевой части авандельты, к востоку от которой располагалась зона некомпенсированного осадконакопления. Авандельтовый комплекс не вскрыт глубоким бурением. Сейсмоквант 5 перекрывает частично площадь распространения базального сеймопакета. Следовательно, он принадлежит более молодому этапу седиментации. Ареал сейсмокванта 5 размещается в восточнее ареала авандельтового сеймопакета. В первом приближении они могут рассматриваться как возрастные аналоги.

Третью группу отражения слагают сейсмокванты новой генерации (10—12). Зона их наибольших мощностей занимает восточную часть

участка (рис. 1, в) и перекрывает площадь предшествующего некомпенсированного осадконакопления. Третий сеймопакет перекрывает первый и второй и, следовательно, является более молодым. На профиле 57 его составляют два сеймокванта (10 и 12), имеющих обширные ареалы. На севере они примыкают к области предполагаемой юрской низменности палеосуши. Третий сеймопакет был вскрыт двумя глубокими скважинами, которыми пройдены 100—150 м ниже-среднеюрских карбонатно-терригенных отложений, включающих пласты проницаемых песчаников мощностью в 10—30 м. В скв. 16 получен приток свободного газа. Скважина расположена в оптимальных структурных условиях.

Создание единой (объемной) возрастной модели позволяет оценить распространение конденсированного покрова. На обширной территории установлено отсутствие седиментации между сеймоквантами 6 и 10. На рис. 2 изображены изолинии, характеризующие длительность развития конденсированного покрова. Длительность перерыва измеряется по количеству отсутствующих сеймоквантов и может быть переведена на язык времени после получения временной цены сеймокванта по сопоставлению данных МОГТ и бурения. Можем предположить, что зона наибольшей длительности формирования конденсированного покрова связана с развитием аргиллитов и глинистых алевролитов, вскрытых скв. 1, которые характеризуются высоким нефтегенерационным потенциалом.

Изучение ареалов развития сеймоквантов и сеймопакетов позволяет расчленить ниже-среднеюрскую терригенную осадочную толщу на хрооединицы и дает возможность наметить обоснованную рабочую модель изменения палеофациальной обстановки в ходе седиментации. Важно подчеркнуть, что такой результат получен для системы субпараллельных отражающих границ, сеймостратиграфический анализ которых представляет большие трудности.

Результаты сеймостратиграфических исследований юрских отложений с использованием понятия о сеймоквантах и сеймопакетах (соответственно пятый и четвертый уровни иерархии сеймостратиграфических единиц), по нашему мнению, позволяют наметить реальные предпосылки для детального стратиграфического расчленения разнофациальных толщ и разработки методики поисков литологических залежей углеводородов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кунин Н. Я. Модели седиментации и понятие сеймостратиграфии//Бюл. МОИП. Отд. геол. 1989. Т. 64, вып. 1. С. 24—32.
2. Кунин Н. Я., Будагов А. Г., Шейх-Заде Э. Р. Разрешающая способность сейсмометрии при изучении геологических сред. М., 1986. 40 с.
3. Сапунов И. Г., Чумаченко П. В., Митов П. А. Юрское развитие Сев.-Зап. Болгарии//Geol. Balcanica. 1988. Т. 18, N 1. С. 3—82.

Ин-т физики Земли АН СССР,
Москва

Поступила в редакцию
30.09.88

SEISMOQUANTUMS AND ANALYSIS OF JURASSIC DEPOSITS OF MESIAN PLATE SOUTH MARGIN ON THE SEISMIC DATA

N. Ya. Kunin, V. I. Kynev

On the basis of seismostratigraphic analysis using the units of the lowermost level (seismoquantums) in the Jurassic sequence of the Mesian Plate south margin in Bulgaria three seismic complexes are established: basal, avandeltaic and condensated.