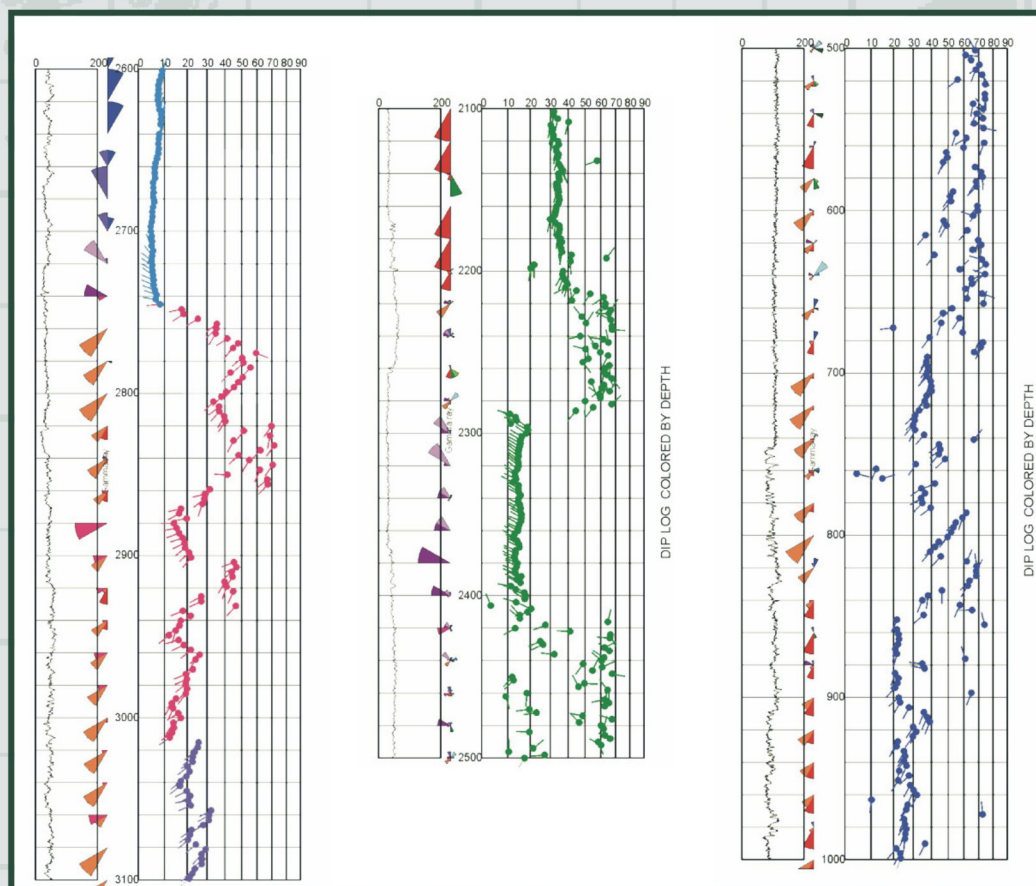


# КАРОТАЖ ПАДЕНИЯ ПЛАСТОВ. ОБЩАЯ ИСТОРИЯ, НАКЛОНОМЕРЫ, КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА, МЕТОДИКИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ

*Marian Kieft*



**КАРОТАЖ ПАДЕНИЯ ПЛАСТОВ.  
ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК, НАКЛОНОМЕРЫ,  
ПРОЦЕДУРЫ, МЕТОДЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ**

**Marian Kiełt**

**Отдел анализа замеров ГИС  
Geofizyka Toruń Sp. z o.o.**

## ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

В 2002 г. отмечалось 60-летие истории профилировки падения слоёв. Ниже представлен сокращённый календарь развития этого метода [1-44]:

- 1942 - первый трёхрычажный наклономер (периметр), регистрирующий каротаж самостоятельных потенциалов вида «СП»;
- 1943 - трёхплечевой наклономер (с фотоклинометром), регистрирующий вид «СП»;  
- Х.Г.Долл (Doll H.G.) опубликовал основы работы трёхрычажного наклономера вида «СП»;
- 1947 - трёхрычажный наклономер, использующий постоянные измерения микросопротивления;
- 1952 - промышленное применение наклономера, регистрирующего микрокаолтаж сопротивления вида «МК»;
- 1953 - П.Де Чамбриэр (De Chambrier P.) опубликовал основы работы трёхрычажного наклономера, измеряющего вид «МК»;
- 1955 - первый трёхрычажный наклономер, регистрирующий постоянную управляемую микрокаротаж сопротивления вида «МБК»;
- 1967 - четырёхрычажный наклономер, измеряемый вид «МБК»;
- 1969 - новая генерация четырёхрычажных наклономеров, регистрирующих вид «МБК»;
- 70 гг. - введение автоматических корреляционных процедур;
- от 1985 г. – промышленное применение единичных и двойных шестирычажных наклономеров, и развитие процедур расчёта;
- от 1991г. – развитие пре-интерпретационных и семи-интерпретационных процедур.

## ПРИМЕНЕНИЕ КАРОТАЖА ПАДЕНИЯ ПЛАСТОВ (НАКЛОНОМЕТРИА)

Наклонометрия поставяет информацию из области [1-44]:

- скважинной геологии, дающей возможность выделения/характеристики микрогоризонтов, а также коллекторских и неколекторских горизонтов, направления изменения геологических параметров, более точно определяет насыщение углеводородами и буровой водой резервуарный горизонт, диагенетических изменений осадков;
- седиментологии, включающей определение: генезиса осадочных тел и их осадочной среды, геометрии песчаных тел, иловых тел и некоторых карбонатов, типа происхождения осадков, направления изменений параметров осадков, появления линейно/стрелочных и точечных помешок (пористости, запесочивания, глинистости, литологического формирования и мощности), направления транспортировки осадков, приблизительного направления выступления береговой палеолинии во время седиментации;
- структурной геологии, дающей возможность определения структуры залежи или сейсмической структуры, выделение части составных присбросочных скальных профилей, термически изменённых, расчёт структурного угла падения и его азимута;
- тектоники, дающей возможность определения постседиментационного угла наклона каждого комплекса и вида, и прохождения сбросов, а также выделения присбросочных и сбросочных зон, несогласий и непродолжительностей, складок, уничтожающих структур вида «*breakouts*» и трещиноватости;
- региональной конструкции, с целью определения: регионального образа вышеуказанных параметров, направления падения/возвышения грунта

интерпретированной литофизической единицы, прохождения границ литофизических единиц разного ряда (литостратиграфических единиц).

Структурную и стратиграфическую интерпретацию каротажа падения пластов необходимо осуществлять при тесной взаимосвязи с комплексной интерпретацией геофизических каротажных. Нередко такая информация недоступна с других источников, особенно геологических. Неодноразово результаты интерпретации поставляют информацию, облегчающую разработку новой концепции геологической постройки района исследований. Это даёт возможность направления геологических поисков, а в конечном результате – значительно уменьшает затраты, поднимает их эффективность. Конечно, не в каждом случае возможно определение всех ранее указанных параметров. Область деятельности интерпретации зависит также от количества времени, находящегося в наличии и, прежде всего, от наличия конкретного вида геологической информации скального разреза.

## НАКЛОНОМЕРЫ

- До сих пор применялись или применяются наклономеры, измеряющие [1-44]:
- 3-направленный каротаж анизотропии скал (неприменяемые в течении многих лет);
  - 3-направленный каротаж самостоятельного потенциала вида «СП» (на сегодняшний день не применяются);
  - 3 или 4-3-направленный микрокаротаж сопротивления вида «МК» (на сегодняшний день не применяются);
  - 4 или 6-направленные управляемые микрокаротажа сопротивления вида «МБК»;
  - единичные и двойные 4 или 6-направленные микрокаротажа проницаемости вида «МК»;
  - 6-направленные акустические микрокаротажа.

В мире свыше 10 лет наиболее часто применяются 6-рычажные наклономеры, измеряющие 6 х «МБК», 2 х 6 х «МБК», 2 х 6 х «МК» и 6 х «МАК».

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ

Необходимым условием проведения геологической интерпретации геофизических каротажных и каротажа падения пластов является наличие в каждом осадочном комплексе слоёв и контрастов их прослойки. Это однозначно наличие изменений петрофизических параметров пород. Достаточно часто характер этих изменений является важным фактором, информирующим о виде и размере геологических явлений, закодированных в скальном записи. С точки зрения геологической интерпретации это обозначает то, что необходимым является существование на территории осадочных комплексов вымешанных многочисленных единиц и литофизических площадей разного уровня, и с отличающимся генезисом. С целью облегчения решений во время процесса интерпретации литофизические площади заменяются поверхностями или литофизическими площадями незначительного уровня сложности (математические литологические площади). На сегодняшнем уровне развития скважинной геофизикой это является необходимым предположением. Беря во внимание генезис, а таким образом – вид включенной геологической информации, литофизические площади можно разделить на 3 основные группы, включающие следующую информацию: тектоническую, структурную и седиментационную. На первый взгляд кажется, что проведение похожего раздела литофизических единиц - невозможно, так как они всегда включают взаимно „вымешаную” информацию литологического, структурного и

седиментационного происхождения, а во многих случаях также – тектонического, однако, это не только возможно, но также и необходимо на этапе интерпретационных работ. Таким образом профиль каждой скважины, - даже если он представлен стержнями или комплектом нефтефизических параметров, является собранием закодированной геологической информации структурного, стратиграфического (седиментологического) и тектонического характера, а также залежного характера, выступающего в масштабах макро, медиум и микро.

Беря во внимание структурное и седиментологическое использование геофизических профилировок, необходимым является ознакомление с общими основами, геологическими процессами и проблемами, а также их взаимосвязь со всеми измеряемыми нефтефизическими параметрами. Говоря по-другому, необходимым является ознакомление с:

- характером записей отдельных геологических процессов и проблем не только каждой геофизической профилировки (нефтефизической), но также и комплектов геофизических профилировок;
- универсальной теоретической взаимозависимостью нефтефизических параметров;
- эмпирической взаимозависимостью избранных нефтефизических параметров, установленных в этом районе;
- взаимозависимостью образов геофизических профилировок и геологических проблем;
- взаимозависимостью образов сбросов и геологических явлений, и проблем;
- взаимозависимостью имагинговых и микроимагинговых образов сопротивления, а также акустических и отдельных геологических явлений, проблем.

Из анализа основных геологических проблем и процессов видно, что в большинстве случаев они могут определяться благодаря [1-44]:

- числительным ценностям нефтефизических параметров;
- характерным формам (образам) зарегистрированных графиков;
- аномальным показателям минимум одного нефтефизического параметра;
- характерным трендам сменности, совместно с глубиной нефтефизических параметров на уровнях, характерных индентичной литологической формой и/или самим генезисом;
- характерным образом сбросов (размещение углов сбросов и их азимутов);
- функциональным связям отдельных нефтефизических параметров;
- образам микроакустических параметров;
- образам микросопротивления;
- имагинговым и микроимагинговым образам разнovidных нефтефизических параметров.

## **ПАРАМЕТРЫ ПОИСКА**

С целью автоматической откодировки включенных в первичные измерения «Наклонометрии» геологических информационных данных, необходимо подобрать соответствующий размер параметров поиска: длины, шага и угла или длины, шага и окна. Подбор размера параметров зависит от вида и размера наблюдаемых геологических характеристик, а также от расчётных процедур. Но ведь, приступая к процессингам, нефтефизик не обладает информацией относительно размера выступающих в скальном профиле геологических характеристик. Кроме того, достаточно часто периодичность измерения составляет или сумму нескольких

отдельных генетических единиц, отличающихся внутренней структурой (геометрией), или также является частью одной единицы. Также по этой причине подбор параметров – это преднамеренная или произвольная фильтрация геологических информационных данных (и поэтому можно сказать, что параметры поиска – это параметры "поиска действительных геологических информационных данных" в закодированной записи микросопротивления). Он тесно взаимосвязан с основной целью и отдельными этапами интерпретации.

Так как с одной стороны (точка зрения геологии) каждый профиль – это сумма вымешаной структурной, седиментологической и литологически-залежной информации в масштабах макро, медиум и микро, но с другой стороны (точка зрения скважинной геофизики) – это сумма математических площадей и литофизических единиц разного уровня, поэтому невозможным является подбор одного комплекта параметров поиска анализируемой периодичности (а ведь в разрезе выступают также точечные и линейно/стрелочные помехи – их значительная часть не предусматривается алгоритмами, но хорошо виден на междуточечных графиках). Именно поэтому на I этапе применяются 2-3 комплекта параметров поиска. Такая процедура действия даёт возможность трансформации кривых микросопротивления – на векторную запись, а только позже можно приступить ко все более чёткому анализу отдельных генетических единиц.

Длина поиска может колебаться от нескольких десятков - до нескольких сантиметров; шаг, обычно, составляет 1/3-1/2 длины, в то время как угол зависит от размера углов, выступающих в профиле – обычно, на I этапе осуществления процессингов размещается в объёме 35<sup>0</sup>-55<sup>0</sup>. Именно поэтому, также, подбор параметров – труден и забирает много времени. Также поэтому эта задача требует отдельного широкого объяснения.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ**

### **Методы интерпретации «Наклонометрии»**

В общем, можно выделить 4 метода геологической интерпретации результатов «Наклонометрии»:

- „экспресс” метод;
- количественный метод;
- метод стереографической проектировки;
- метод микрогеометрического анализа.

В основном, каждый из этих методов использует отдельные расчётные процедуры, а также частично отличные комплекты графиков для графической презентации результатов интерпретации.

В случае появления в анализированном профиле скважины сбросов и/или складок необходимым является одновременное применение 2-3 интерпретационных методов. Результаты интерпретации представлены на нескольких графиках, связанных и нескольких графиках, несвязанных с глубиной. В том случае, однако, если предметом заинтересованности являются седиментационные структуры, то применение количественного метода даёт возможность осуществления чёткого анализа профиля, в то время как метод микрогеометрического анализа разрешает на его детализацию. В таких случаях результаты интерпретации должны/обязаны представляться на нескольких –

нескольких десятках графиках, одинаково взаимосвязанных, как и невзаимосвязанных с глубиной, в вертикальном масштабе – с разного уровня чёткостью (подробностью).

**„Экспресс” метод** использует, в основном, *методику обнаружения образов* (векторных и/или углово-азимутных), геологических отдельных явлений и процессов векторных графиков. Необходимо помнить, что на этом этапе интерпретации он располагает видимыми сбросами, а не действительными сбросами. Он даёт возможность быстрой идентификации основных структурно/тектонических характеристик сразу же после завершения геофизических измерений, на основании анализа векторных графиков, сконструированных на основании применения процедуры «SHIVA». Эта черта позволяет зачислить профилировку падения слоёв к стандартному составу геофизических профилировок. И в такой роли в течении многих лет выступает «Наклонометрия». Это метод, который впервые использовали фирмы: «Schlumberger», «Baker Atlas» и «HLS».

**Количественный метод** применяет методику (анализ статистической кривой, анализ резидуальных сбросов, анализ синтетического наклона сбросов), разработанный и введённый Ц.А.Бенгтсоном (Bengtsona C.A.) - [2, 3], Ч.Р.Бергом (Berga Ch.R.) - [4-7] и Н.Ф.Харлеем (Hurleya N.F.) - [24]. Это более аналитический, чем „экспресс” метод, но менее сложный и времяпоглощающий, чем метод стереографической проектировки. Он использует разного вида графики: векторные, угловые, поперечной и продолжительной составной угла наклона, азимутные, грани (ребра) площадей, разрезающих вдоль каких-либо азимутов, грани (ребра) площадей, разрезающих вдоль траектории скважины, цилиндричные, полярные (диаметрально противоположные), зависимости углов от азимутов сброса и т.п. (в том числе и графики типа «SCAT», «SODA» и «DAPSA»). Обладая, в таком случае, возможностью принятия во внимание влияния структурного падения, этот метод даёт возможность расчёта действительного падения, называемого резидуальным падением), а также определения его составных. Беря во внимание свои преимущества (особенно графический эффект), он может применяться во время реализации камеральных интерпретационных работ. В таком случае необходимо использовать, например, процедуры вида «DIPROT» и «RDA».

**Метод стереографической проектировки** позволяет произвести чёткий анализ образов сбросов. Структурные явления могут презентироваться на стереографических сетках (разные виды проектировки), иногда называемых стереографами или полярными (диаметральными) графиками. В зависимости от вида проектировки (стереографической, обратной стереографической, ортографической, «Вульффа» («Wulffa»), «Шмидта» («Schmidta»), составленной Шмидтом, тангенциальной, Димитриевича, Кальсбиика (Kalsbeeka)) нашли применение многочисленные виды полярных (диаметральных) графиков. Согласно с Я.Херрием (Wedlug Henry’ego J.) *„стереографическая проектировка – это презентация и абстракционная геометрическая конструкция, дающая возможность анализа ориентации тектонических деталей в пространстве, независимо от их географической позиции”* [15, 38].

То есть, это очень точный метод, требующий значительного количества времени и применения цифровой техники. Он должен использоваться во время осуществления чётких камеральных интерпретационных работ. Стереографическая проектировка разрешает передвигать разнovidные наблюдаемые структурные детали (линии и площади) во время придерживания их равномерности до тех пор, пока они будут

касаться или перетнут диаметр соответствующей оси, в результате оставляя след на плоской горизонтальной поверхности. Такая поверхность включает ось с направлением «N-S». Места пересечения линий и площадей с полукругом могут обозначаться стереографически на горизонтальной площади, в соотношении к нижнему диаметру или полночи целого круга. Выступающая инверсия, являющаяся геометрической трансформацией, придерживает углы наклона, но теряет всю информацию, связанную с географическим расположением структурных элементов. Такая процедура действия – позитивна в том случае, если растяжение или падение поверхности, или линии может представляться в виде единичной точки. В таком случае возможен анализ угловых взаимозависимостей значительного количества площадей. Он, безусловно, даже необходим в случае выделения складок и значительно помогает в идентификации многочисленных видов сбросов. При осуществлении части заданий может использоваться процедура вида «RDA».

**Микрогеометрический анализ** даёт возможность выделения седиментационных и постседиментационных микро- и мезоструктур (протяжных, точечных и линейных) на основании корреляции показателей вида «mPOst». Он даёт возможность конструкции междуточечного графика (презентации действительного пространственного образа на площади) и/или разновидности цилиндрического графика (имитация на поверхности пространственного графика). Осуществить такие задания дают возможность следующие процедуры: «CSB», «DIPMETER ADVISOR», «EZDIP», «GEODIP», «LOCDIP», «MSD», «STRATADIP», а также, частично, - «RESMAP». Достаточно часто они взаимосвязаны с анализом тонких слоёв, анализом карт микросопротивления стенок скважины, анализом ориентировочных размеров вида «mPOst» и анализом ориентировочных показателей вида «mPŚr» [32].

### **Методы / способы интерпретации «Наклонометрии»**

С целью подготовки первичных измерений и/или результатов процессингов для интерпретации, необходимым является применение соответствующих методов/способов анализа. На сегодняшний день известны следующие методы/способы анализа первичных измерений и результатов процессингов «Наклонометрии» (ниже они будут, по очереди, оговорены) - [12, 15, 19, 25, 26, 32, 38, 39, 43, 44]:

- определение образов (процедуры: «CLUSTER», «CORDIP», «CSB», «CYBERDIP», «DIPINT», «DIPLOG», «EZDIP», «GEODIP», «LAC», «LOCDIP», «MSD», «NEXUS»/»GEO», «OMNI», «PRODIP», «RGDIP1», «SHIVA», «STRATADIP», «STRATAGON»);
- анализ статистической кривой (процедуры: «DIPMETER ADVISOR», «DipMeter 1.0», «RDA – SCAT»);
- анализ резидуальных сбросов (процедура вида «RDA»);
- анализ синтетического наклона сбросов (процедуры вида: «GEOFRAME», «INCLINE II», «RDA – SYNDEV»);
- анализ карт микросопротивления стенок скважины (процедуры вида: «FACIOLOG», «GEOFRA-ME», «INCLINE II», «LOCDIP», «RESMAP», «STRATIM»);
- анализ, проведённый с "точки зрения наблюдателя" (процедуры вида: «GEOFRAME», «INCLINE II»);
- анализ ориентировочных кривых микросопротивления [процедуры вида: «FIL», «ORATOR»];
- анализ ориентировочных микропрофилеров диаметра;

- анализ неориентировочных кривых микросопротивления (процедура вида «Fracture Log»);
- анализ ориентировочных или неориентировочных показателей микросопротивления (процедуры вида: «EzDip», «DIPMETER ADVISOR», «GEODIP», «LOCDIP», «MSD», «STRATADIP»).

Ниже поочередно представлены вышеуказанные анализы.

**Метод определения образцов** принадлежит к наистарейшим способам анализа образцов сбросов. Он использует традиционные векторные графики, полученные в результате применения специфических расчётных процедур, например, таких как «SHIVA» или «OMNI». Его основы были впервые описаны, описаны Я.А.Гилрифом (Gilreath'a J.A.) и Я.Я.Мариселли (Maricelli'ego J.J.) в 1964 г.- [16].

**Процедура «SHIVA»** основывается на основном предположении, что все геологические поверхности можно приблизить площадями (простые математические геологические поверхности). Каждый пункт пересечения таких геологических математических поверхностей с каждой вертикальной площадью можно описать в просторной системе диметральных (полярных) составных 3 составными рядовыми (глубина разреза, угол наклона и азимут наклона). Такой пункт соответствует всем требованиям, относящимся к векторам и поэтому его можно записать в виде вектора наклона (это и далее математический наклон = видимый наклон). В том случае, если в вертикальном профиле наличны несколько равномерных математических геологических площадей, то граница их пересечения с каждой вертикальной площадью наиболее часто обозначается в виде систем наклонов, увеличивающихся или уменьшающихся (наклонённые площади), или также – пунктовой записи (плоские поверхности). Это обычное приближение сменного уровня точности, но оно дало бы возможность конструкции векторного образа наклонов отдельных моделей структурных явлений (угловых несогласий, сбросов, складок), а также некоторых седиментологических процессов и явлений масштаба макро [32]. Основная форма графической презентации результатов процессингов – разного вида векторные графики.

**Процедура «OMNI»**, в свою очередь, использует предположение, что в каждом осадочном профиле выступают геологические поверхности разного и сменного уровня сложности. Так как «Наклонометрия» не даёт возможности чёткого предоставления в пространстве геологических площадей, а только их "пунктового" наблюдения, поэтому на сегодняшний день можно лишь её приблизить математическими поверхностями (4 вида). В таком случае границы пересечения геологических математических поверхностей с каждой вертикальной площадью могут обозначаться в виде от 1 до 5 наклонов на одной и той же глубине, часто достаточно значительно возрастающих ценностями (несколькими векторами). При этом понятие системы наклонов не только не имеет смысла, но и значение (кроме действительных случаев наличия геологических площадей) начинает отыгрывать роль пространственного понятия образа наклонов. Это является, конечно, и далее приблизительным, но даёт возможность конструкции комплекта векторных образов наклонов для отдельных моделей структурных явлений (угловые несогласия, сбросы, складки), а также значительной части седиментологических процессов и явлений масштаба макро и медиум [23-33]. Основной формой графической презентации результатов процессингов являются многовекторные графики (стандартная презентация на одной глубине нескольких наклонов, обычно отличающихся размером).

**Анализ статистической кривой** (применяется английское сокращение – «SCAT») является удобным оборудованием, служащим для структурной интерпретации «Наклонометрии». Изменения наклона, осуществляемые из пункта - в пункт изменения угла наклона в виде функции азимута, взаимосвязаны с объёмной кривой геологической структуры. Объёмная кривая, воссоединяющая структурные направления вдоль и впоперек каждого месторасположения скважины, обычно, может определяться при помощи анализа статистической кривой информационных данных «Наклонометрии». Объёмная кривая может определяться одной из нижеуказанных 4 категорий: пленарной, единичной кривой, обратного внедрения и объёмной кривой купола (вагранки). Анализ статистической кривой и взаимосвязанные поперечные и продолжительные направления предоставляют способ выделения действительных структурных наклонов из эратических и иногда нечётких информационных данных «Наклонометрии». Также представляет она способ для обозначения растяжности, направления внедрения хребта и оси складки. Такие возможности, обычно, применяются для вычерчения частичных карт и разрезов, основанных на скважине. Это имеет важное значение в процессе структурной интерпретации образов наклонов [6-7].

**Анализ резидуальных наклонов** [4, 5] – это более быстрый и эффективный метод, предназначенный для интерпретации образов наклонов, чем другие, традиционно применяемые, методы. Он основывается на включении влияния структурного наклона на образ суммированных наклонов и получении образа „незараженных” наклонов (резидуальных наклонов). Включение структурного наклона взаимосвязано с ротацией (перемещением) "остальных" наклонов, в то время как площадь структурного наклона лежит горизонтально. Хотя и ротация (перемещение) наклонов часто применяется для исключения влияния структурного наклона на седиментационные наклоны (например, перекрёстная прослойка), то не везде известна её помощь в процессе структурной интерпретации. В том случае, если падение пунктов наклона наступает в направлении, отличающимся от структурной системы, то характерный состав волочения возрастающих наклонов, связанных с площадью сброса, может выступать в виде, распорошеном на типичном векторном графике. Исключая из суммированных наклонов влияние структурного наклона, можно пересмотреть "теоретические" составы наклонов таким образом, чтобы можно было принимать более эффективные решения, относящиеся к геологической информативности отдельных составов наклонов. Векторный график, включающий резидуальные наклоны, называют «графиком резидуальных наклонов». Полярные (диаметральные) графики, на практике осуществляемые одинаково, как для наклонов ненулированных, так и ренулированных, даёт возможность особенного анализа составов наклонов. Одной из характерных характеристик складок, совокупно со изоклиновыми складками, является соплощадность (копланарность) их сбросов. Это обозначает то, что они должны находиться на большом кругу (иногда это называют «методом большого круга») полярного (диаметрального) графика, включающего ненулированные наклоны. На полярном (диаметральном) графике резидуальных падений большой круг представляет вертикальные площади, стоящие обыкновенными линиями. В том случае, когда будут включены структурные падения, то ровная площадь этой площади определяет ось складки. В изоклинальных складках, в которых ось складки равномерна пересечению сбросочной площади и вычерчивание карты горизонта, который является, после оборота, равномерным разрезу сброса, вычерченого на карте. Совокупляющим и необычно информативным способом анализа резидуальных падений являются разновидности графиков вида «SCAT», графиков оси складок, графиков "розы" падений и разновидности графиков границы режущих площадей.

Реализация вышеуказанных заданий, соединённая с конструкцией разнообразных графиков, является возможной в результате комплексного применения процедур вида: «DIPROT» и «RDA». Процедуры вида «DIPROT» и «RDA» дают возможность включения влияния структурного падения, в то время как процедура вида «RDA» разрешает осуществлять конструкцию почти всех видов графиков.

**Анализ синтетического отклонения падений** является продолжением/совокуплением анализа резидуальных падений. Графики синтетического отклонения получают в результате восприятия падений как отклонений скважины (азимут падения - в месте азимута скважины и угол падения – вместо инклинации скважины). Лёгким методом визуализации синтетического отклонения является восприятие предположения о том, что скважина – всегда простолинейна к прослойке. Такая конструкция воспринимает синтетические отклонения согласно к площадям прослойки, которые обычно применяются с целью предоставления падений графическим или математическим способом. Синтетические графики могут отображать весомые геологические особенности, - такие, как небольшие сбросы, угловые несогласия и границы осадочных секвенций, невидимых на стандартных векторных графиках или кумуляционных графиках. Симагингированная "скважина" может отображаться в графиках способом, похожим к применяемому в презентации отклонения скважины. Результаты представлены в виде многочисленных синтетических графиков. Они особенно пригодны во время структурной интерпретации образов падений. Графики синтетического отклонения расширяют и совокупляют возможности кумуляционных графиков (скумулированных падений), а также выполняют брешь между кумуляционными графиками, векторными графиками и углами, азимутами падения благодаря полному использованию трёхизмерительной природы падений [6, 7].

**Анализ карт микросопротивления стенок скважины** использует цилиндрические карты микросопротивления стенок скважины, составленные в результате горизонтальной и вертикальной интерполяции между кривыми вида «mPOst». Так как кривые вида «mPOst» "завешены" на протяжении пространства (отдалены друг от друга на  $60^0$  на площади цилиндра с лучом, немного большим от номинального диаметра скважины), интерполяция осуществляется на поверхности цилиндра. Такой подход взаимосвязан с концепцией литофизических площадей, оставляющих след своего разреза на поверхности цилиндра в виде границы (сбросочные площади, складывания, поверхности несогласия). После разреза и разложения такого цилиндра на площади границы должны иметь форму линии и/или синусоида. Однако, не всегда так есть, так как обычная интерполяция сопротивления очередных кривых сопротивления вводит выравнивание сопротивления, то есть частичное "затирание следов" после слабо обозначенных геологических особенностей. Кроме того, такие же образы сопротивления могут предоставлять несколько отличных геологических особенностей. В таких случаях должны применяться более сложные алгоритмы, взаимосвязанные с возможностью опознания модельных показателей хотя бы части геологических структур. Такой способ действия составляет имитацию имагинга сопротивления, однако, не заменит его, если осуществляется имагинговая и/или микроимагинговая профилировка. Конструкции таких карт дают возможность, например, осуществления процедур: «FACIOLOG», «GEOFRAME», «INCLINE II», «RESMAP» и «STRATIM» [12,15,19,32, 38,39,44].

**Анализ, проводимый с „точки зрения наблюдателя”**, представляет возможность определения позиции (движимого, а не спокойного) наблюдателя / интерпретатора в

наилучшей позиции "наблюдения", в соотношении к анализируемой проблеме или геологическому явлению (наиболее часто – сброса или складки, или углового несогласия). Во время осуществления интерпретации такая позиция может, но не должна многократно изменяться, - до тех пор, пока будет выбрано оптимальное место наблюдения, дающее возможность наилучшего наблюдения за анализируемым промежутком профиля скважины. Путь осуществления цели – это комплексное применение разного вида расчётных и интерпретационных процедур, интерпретационных методов/способов (процедура вида «GEOFRAME»), а также огромного опыта интерпретатора и использование знакомства структурной конструкции исследуемого района, и/или ознакомления с правдоподобными условиями седиментации. До сих пор применяемые интерпретационные методы и взаимосвязанное с ними программирование существовали, однако, слишком недостаточно, чтобы заменить представление, знания и опыт работы интерпретатора/нефтефизика [38,39].

**Анализ ориентировочных кривых микросопротивления** даёт возможность выделения щелистых зон, а также больших трещин, пересекающих скважину. Идея анализа похожа – как во время выделения литофизических площадей – трещина, пересекающая цилиндр, имитирующий скважину, должна определяться кривой вида «mPOst», разве что заполнена такое же литологией, как и скалы, находящиеся вокруг (отсутствие контраста сопротивления). Основа этого анализа проста, так как она основывается на наложении соседствующих ориентированных кривых сопротивления (создание 6 пар кривых) и наблюдении за выступающими изменениями сопротивления (добавочные или минусовые изменения), мощности местных аномалий сопротивления, а также направления прохождения изменения сопротивления. Необходимо иметь в виду то, что изменения образа сопротивления вызывают не только трещины (узкие обычные аномалии, обозначаемые на 3–4 составах кривых сопротивления), но также и разнообразные литологические изменения (пунктовые литологические изменения видны на 1-2 составах кривых сопротивления; линейные литологические изменения, обозначаемые на 2-3 составах кривых сопротивления). Также поэтому, анализируя кривые микросопротивления, необходимо отделить влияние литологических изменений от изменений, вызванных наличием щелистости. С этой целью применяются специализированные процедуры, - такие, как «DCA» и «ORATOR», а также расчётные модули, являющиеся составной частью процедур вида «FACIOLOG» и «GEOFRAME».

**Анализ ориентировочных кривых микропрофилировок диаметра** представляет возможность выделения зон, характерных наличием уничтожающих структур вида «breakouts». Смысл этого метода – такой же, как и в предыдущем методе. Уничтожающие структуры, обычно, приводят к характерным, направленным раскрушениям скал на стенках скважины, тянущимся на определённом протяжении. Во время измерений плечи наклономера (как зонды микросопротивления, так и профилизмерители) регистрируют эти раскрушения в виде изменений диаметра скважины. А так как плечи наклономера измеряют направленные размеры физических параметров, то именно поэтому зарегистрированные изменения диаметра скважины являются направленными величинами (просторно ориентированными). Результаты такого анализа могут представляться на цилиндрических графиках (проектировка вида «3 D») или на разложенных цилиндрических графиках (проектировка вида «2 D»), а также на графиках ориентировочных диаметров (проектировка вида «2 D») или также картах диаметров скважины (проектировка вида «псевдо-3D»).

**Анализ неориентировочных кривых микросопротивления** представляет возможность выделения щелистых зон, а также больших трещин, пересекающих скважину. Цель осуществления анализа похожа к производимой с литофизическими площадями – трещина, пересекающая цилиндр, имитирующая скважину, должна замечаться кривыми вида «mPOst», разве что она заполнена такой же литологией, как скалы, её окружающие (отсутствие контраста сопротивления). Она, в основном, применялась в случаях осуществления измерений 4-плечевыми наклономерами. Основа такого анализа очень проста, так как основывается на наложении соседствующих кривых микросопротивления (создание 4 пар кривых микросопротивления) и наблюдении за выступающими изменениями сопротивления (плюсовые или минусовые изменения), а также мощности местных аномалий сопротивления. Изменения в образе сопротивления вызывают не только трещины (виды узких аномалий, обычно обозначенных на 2–3 составах кривых микросопротивления), но также и разного рода литологические изменения, видимые на 1-2 составах кривых микросопротивления. Именно поэтому, анализируя кривые микросопротивления, необходимо отделить влияние литологических изменений от изменений, вызванных щелистостью. Значительным ограничением этого метода является отсутствие возможности обозначения пространственного прохождения трещин и литологических изменений. В течении многих лет для этой цели служили такие специалистические процедуры, как «Fracture Log» и «Fracture Identification Log» («FIL»). От момента преобладания 6-плечевых наклономеров роль этих процедур значительно уменьшилась.

**Анализ ориентировочных или неориентировочных показателей микросопротивления** основывается на поиске и корреляции похожих мест (границ) изменений сопротивления на следующих составах вида «mPOst»: 6, 2 x 6, 8 или 2 x 8. Определённые границы могут быть взаимосвязаны с наличием:

- постоянных микрогеометрических границ, обозначающихся на всех кривых микросопротивления, наиболее часто соответствующих границам слоёв, прослоек, прослойке и ламинации, а также трещин, вертикально или почти вертикально пересекающих ось скважины;
- непостоянных микрогеометрических границ, обозначающихся несколькими кривыми микросопротивления, наиболее часто соответствующих пунктовым границам и/или линейным литологическим помешкам, небольшим трещинам/щелям, ракушковым переломам и т.п.

Наиболее известные расчётные процедуры вида: «EzDip», «DIPMETER ADVISOR», «GEODIP», «LOCDIP», «MSD», «STRATADIP». Результаты корреляции представлены на неориентированных междупунктовых графиках и/или развитых, ориентированных цилиндрических графиках.

## **РАССЧЁТНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ / ПРОГРАММИРОВАНИЕ**

К наиболее известным и очень часто применяемым сейчас и в прошлом относятся расчётные процедуры первичных измерений вида «PUW-4» и «PUW-6» (в скобках представлено основное применение и преобладающая графическая презентация) - [32]:

- «CLUSTER» и «CORDIP»: стандартная корреляция кривых 4 x «mPOst» с умеренным вертикальным распределением (выделение литофизических площадей, идентификация осадочной среды и седиментационных структур, векторный график);
- «CSB»: постоянный процессинг корреляции хорошего качества, осуществляемой на расстоянии до 3 см между показателями двух пуговочных электродов, размещённых на том же плече наклономера и измеряющим 2 x 4 x «mPOst» (междуэлектродная

и/или междупунктировочная корреляция, выделение литофизических площадей, идентификация осадочной среды, седиментационных структур и литофациального/электрофациального формирования, собранный двухсопротивляемый график, двухвекторный график);

- «CYBERDIP»: стандартная корреляция кривых 4 x «mPOst» и 2 x 4 x «mPOst» с высоким вертикальным распределением (выделение литофизических площадей, идентификация осадочной среды и седиментационных структур, векторный график);
- «DIPINT»: статистическая процедура высокого вертикального распределения, применяемая для расчёта падений (определение литофизических площадей, определение седиментационных структур, векторный график);
- «DIPLOG»: стандартная корреляция кривых 4 x «mPOst» с умеренным вертикальным распределением (включение влияния структурного падения и/или регионального, и/или посттектонического наклона, выделение литофизических площадей, идентификация осадочной среды, векторный график);
- «DIPMETER ADVISOR»: интерактивная система, дающая возможность корреляции кривых 4 x «mPOst» и 6 x «mPOst» (использование стандартных геофизических профилировок, выделение математической поверхности и литофизических площадей, идентификация осадочной среды и седиментационных структур, графики: векторный + междупунктовой + границы пересекающихся площадей, другие графики, связанные и несвязанные с глубиной);
- «GEODIP»: распознающая образы высокораспределительная техника корреляции кривых 4 x «mPOst» (чёткое исследование осадочных формаций, определение седиментационных структур, междупунктовая корреляция, выделение литофизических площадей, векторный график + междупунктовой график);
- «LAC»: техника корреляции похожа к применяемой в программе «PRODIP», однако, позволяющая на более эластические изменения параметров поисков (предназначается для осуществления процессингов в интерпретационном центре);
- «LOCDIP»: междупунктовая, с высоким вертикальным распределением, техника корреляции кривых 2 x 4 x «mPOst», основанная на похожих основах, как и процедура «GEODIP» (выделение литофизических площадей, идентификация осадочной среды и седиментационных структур, векторный график + междупунктовой график + карта микросопротивления);
- «MSD»: междупунктовая, с высоким вертикальным распределением, техника корреляции кривых 2 x 4 x «mPOst», похожая к процедуре «CLUSTER» (выделение литофизических площадей, векторный график + междупунктовой график);
- «NEXUS/GEO»: стандартная, с умеренным вертикальным распределением, техника корреляции кривых 2 x 4 x «mPOst» (идентификация осадочной среды и основных седиментационных структур, включение влияния структурного падения и/или регионального, и/или посттектонического наклона, выделение литофизических площадей, векторный график + график границы пересекающихся площадей, а также графики, несвязанные с глубиной);
- «PRODIP»: процедура, включающая характеристику программ: «DIPLOG» и «STRATADIP» (состав постоянных параметров поиска, обычно применяемый на этапе процессингов типа "экспресс", осуществляемых в измерительной аппаратуре сразу же после завершения осуществления измерений);
- «RGDIP1»: стандартная техника корреляции с высоким вертикальным распределением кривых 4 x «mPOst» в малодиаметральных скважинах (выделение литофизических площадей, преинтерпретационная процедура, графики: векторный + углов и азимутов падения);

- «STRATADIP»: междупунктовая техника корреляции кривых 4 x «mPOst», с подвиженным вертикальным распределением (выделение литофизических площадей, идентификация осадочной среды и седиментационных структур, векторный график + междупунктовой график);
  - «STRATAGON»: стандартная техника корреляции с высоким распределением (I этап процессингов «Наклонометрии» - преинтерпретационная процедура, выключение влияния структурного падения и/или регионального падения, и/или посттектонического наклона, векторный график);
  - «STRATIM»: представление на основании кривых 2 x 4 x «mPOst» карты микросопротивления скал, составляющих стенки скважины (вертикальная и горизонтальная интерполяция),
- а также наличные в оборудовании «ГЕОФИЗИКИ ТОРУНЬ» расчётные программы/процедуры:
- «SHIVA 4 и 6» – стандартная техника корреляции кривых 4 x «mPOst» и 6 x «mPOst», с высоким вертикальным распределением, разрешающим идентифицировать осадочную среду, чётко исследовать конструкцию внутренних информационных данных, определять седиментационные структуры, а также выделять литофизические площади;
  - «DIPROT» – стандартная расчётная техника, разрешающая на включение влияния структурного падения и/или регионального падения, и/или поттектонического наклона (II этап процессингов для применения программ «SHIVA 4» или «SHIVA 6», или равнозначной программы);
  - «OMNIDIP» - техника корреляции с очень высоким вертикальным распределением кривых 6 x «mPOst», разрешающая на точное исследование силикластических формаций, определение седиментационных структур и выделение математических литофизических поверхностей;
  - «ORATOR» - метод презентации ориентированных микросопротивлений, разрешающий на выделение щелистых зон/мест наличия ориентированных трещин;
  - «RESMAP» - уникальный метод, представленный на основании кривых 6 x «mPOst» карты микросопротивления скал, составляющих стенки скважины, с высоким вертикальным распределением (вертикальная и горизонтальная интерполяция – имагинговые образы микросопротивления), разрешающие на выделение некоторых седиментационных структур.

## ИНТЕРПРЕТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ / ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Беря во внимание значительный и сменный уровень сложности внутренней конструкции отсутствует (правдоподобно, долго ещё будет отсутствовать) автоматизированная, универсальная система интерпретации «Наклонометрии» в области седиментологии, а частично также и тектоники. Основной сложностью в составлении такой интерактивной системы является "несогласие измерений". Геологические явления несут пространственный характер («3 D»), в то время как «Наклонометрия» измеряет геологические информационные данные в составе, в основном соответствующем виду «2 D». В случаях наличия сложных геологических структур это может приводить к многочисленным вариантам решений. Однако, в течении некоторого времени работают системы, некоторые типа "эксперт", предназначенные для облегчения решения избранных седиментологических проблем, а также графической презентации результатов интерпретации. К ним принадлежат следующие процедуры [4, 7, 27, 28, 32, 38, 39]:

- «RDA» – процедура, применяемая при пре-интерпретации, переработки, изготовлении деталей структурной интерпретации и графической визуализации (хотя программа предназначена, в основном, для структурной интерпретации, но может также и пригодиться при стратиграфической интерпретации, и может исполнять пре-интерпретационную функцию), разрешающая на использование многочисленных графиков, связанных с глубиной следующих вариантов: измеренной глубиной, вертикальной глубиной (поправленной относительно к влиянию кривой скважины), вертикальной действительной мощности, действительной стратиграфической мощности и во временном масштабе, а также многочисленных графиков, не связанных с глубиной (семи-интерпретационная процедура);
- «EZDIP» – процедура, применяемая при переработке, реализации деталей седиментологической интерпретации, а также визуализации результатов интерпретации, основанной на обширной системе многоцветной корреляции кривых 4 x «Post», 2 x 4 x «mPOst» и 6 x «mPOst», с более высоким вертикальным распределением, разрешающим на: точное исследование осадочных формаций, особенно силиклатических, определение седиментационных структур, литофационального/электрофационального формирования и генезиса осадков, включение влияния структурного падения и/или регионального падения, и/или посттектонического наклона, а также моделировки образа падений и выделения литофизических площадей; результаты представлены в составном графике, включающим: векторный график и междупунктовой график (пре-интерпретационная процедура).

Более того, в нефтяных и геологических фирмах применяются следующие семи-интерпретационные процедуры:

- «DIPMETER ADVISOR»: структурная интерпретация вида "эксперт", частично используемая в стратиграфической интерпретации (графики: векторный + междупунктовой + границы пересекающихся площадей);
- «DipMeter 1.0»: пре-интерпретационная программа, разрешающая конструировать кумуляционные графики, «SCAT» и векторные графики;
- «RGDIP2»: интерактивная программа, используемая при комплексной интерпретации результаты процессингов «Наклонометрии», осуществлённые процедурами вида «RGDIP1» и «SPA» («BHTV») и стержневые информационные данные (идентификация осадочной среды и седиментационных структур, векторный график + состав графиков границы пересекающихся площадей);
- «SYNDIP»: высокое вертикальное распределение разрешает точно исследовать осадочные формации и определять седиментационные структуры (выделение площадей и математических литофизических поверхностей, графики, связанные и несвязанные с глубиной).

## **КОМПЛЕКСНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ КАРОТАЖЕЙ И КАРОТАЖА ПАДЕНИЯ ПЛАСТОВ**

В течении некоторого времени продолжают работы, связанные с конструкцией единой, интерактивной системы, разрешающей, например, на осуществление литологическо-залежной, структурной, седиментологической интерпретации. По многим причинам это нелёгкое задание для реализации, так как такая многофункциональная система должна [32]:

- принимать во внимание применение стандартных и дополнительных геофизических каротажей, отличающихся, например, вертикальным

распределением, областью деятельности пенетрации и геологической информативностью;

- использовать акустические, микроакустические и микросопротивления имажинговые и микроимажинговые методы со сменной областью деятельности пенетрации, с отличающимся вертикальным распределением, с другими датчиками отдельных видов геологических информационных данных;
- иметь в наличии возможность применения преинтерпретационных процедур;
- интегрировать фотографии и результаты лабораторных исследований кернов (геологическая стандартизация);
- обладать обширной библиотекой функциональных взаимозависимостей и представлять возможность их правильного выбора;
- обладать обширной библиотекой нефтефизических и литофациональных информационных данных, а также разнovidных теоретических и действительных тектонических и седиментационных структур, а также
- сотрудничать с информационной базой геологических и петрофизических информационных данных.

Поэтому на сегодняшний день известны немногочисленные системмы, на разном уровне разрешающие на реализацию вышеуказанных требований, например [12, 15, 19, 32, 38, 39, 44]:

- «FACIOLOG»: сверхсовременная, эластическая, интерактивная системма; литофациональная и седиментологическая интерпретация (перекрёстные графики + составной график нефтефизических параметров + векторный график + междупунктовой график + фациональный геопрофиль + объёмный профиль модели литологического формирования);
- «GEOFRAME»: на сегодняшний день наиболее интерактивная комплексная процессинговая системма, преинтерпретационных и интерпретационных стандартных и дополнительных геофизических профилировок, «SPA», имажинговых/микроимажинговых методов и «Наклонометрии», соединённый с объёмной и эффективной базой информационных нефтефизических данных, а также многочисленных моделей тектонических и структурных явлений, а также геологических информационных данных, разрешающий на литологически-залежную, структурную и седиментологическую интерпретацию, а также предоставление результатов интерпретации, одинаково, как в глубинном масштабе, так и в масштабе времени (перекрёстные графики + составной график нефтефизических параметров + междупунктовой график + фациальный геопрофиль + объёмный профиль модели литологической формы + разнovidные графики, связанные и несвязанные с глубиной, а также поточные графики (разнovidные проектировки), периодичность выступления азимутов, истограммы и графики, документирующие разнovidную взаимозависимость);
- «INCLINE II»: интерактивная системма, предназначенная для процессингов, преинтерпретации и интерпретации кривых: 4 x «mPOst», 2 x 4 x «mPOst» и 6 x «mPOst», применяющие микроакустические имажинги и мажинги микросопротивления, а также фотографии стержней, интегрированные со стандартными геофизическими профилировками и результатами литологически-залежной интерпретации (выделение математических поверхностей и литофизических площадей, уменьшение влияния структурного падения и/или регионального падения, и/или посттектонического наклона, исследование осадочных формаций, определение седиментационных структур, особенно, в силикластических осадках, конструкция графиков, связанных и несвязанных с

глубиной, взаимодействие с информационной базой данных вида «RECALL», процедурой вида «IMAGE» и системой интерпретации стандартных геофизических профилировок вида «PETROLOG»; на сегодняшний день продолжают работы над его интерпретацией с новой интерактивной системой интерпретации стандартных геофизических профилировок);

- «RECALL»: сверхсовременная, интерактивная система, соединённая с информационной базой данных, совокупляющая результаты процессингов и интерпретации (осуществлённых при помощи процедур вида «IMAGE», «INCLINE II», «PETROLOG»), а также фотографии и результаты анализа стержней, разрешающие на седиментологическую интерпретацию в плане структуры/залежи/района, а также трансформации результатов интерпретации с глубинного масштаба – во временный масштаб (конструкция скважинных нефтефизических профилей и междускважинных корреляционных профилей).

Некоторые значительные нефтяные фирмы обладают в собственном распоряжении похожими системами, обыкновенно, составляющими составную часть систем комплексной геологической интерпретации геологических и нефтефизических информационных данных, в том числе также стандартных и дополнительных геофизических профилировок, «Наклонометрии» и имагинговых/ микроимагинговых методов [32].

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ О СЕДИМЕНТОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ**

Осуществление интерпретации «Наклонометрии», с области определения вида окружающей осадочной среды, в присборочном пересечении не является только обычной задачей, но и достаточно решаемой. В избранных частях профилей хаотический образ падений является результатом наличия влияния сбрасывания, диагенезиса и седиментации. Более того, обычно такая интерпретация составляет отдельную методическую проблему (также и геологическую) и должна быть темой отдельной разработки. В таких случаях необходимо сначала снять влияние посттектонического наклона, „ликвидировать” надвиги разрез, ликвидировать влияние бреши разреза и выделить сбросы. Такие действия разрешают возможно точно открыть первичный осадочный разрез. Необходимо, однако, помнить о том, что и дальше это - „модифицированный” профиль осадок, подданный влиянию диагенетических процессов (они могли, на определённом уровне, модифицировать размер углов падения). В случае осуществления такой интерпретации необходимо иметь в наличии:

- состав стандартных геофизических профилировок, особенно, видов «РА», «PGGg» «PGs»;
- результаты литологическо-залежной многосоставной интерпретации;
- составы геофизических профилировок из нескольких ближайших скважин (осуществление «Наклонометрии» в соседствующих скважинах не только облегчает интерпретацию, но и увеличивает её правдоподобность).
- Необходимым является одновременное осуществление в плане структуры/залежи литофизической корреляции, многосоставной литологическо-залежной интерпретации и структурной интерпретации «Наклонометрии». Немного помочь могут результаты анализа стержней, но наиболее часто остерженением охвачена процентно небольшая часть профиля. Таким образом результаты остерженения имеют значение только во время интерпретации литофизической единицы, от которой происходят стержни. Важной деталью

является размер измерительной периодичности, подбор параметров процессинга, способов визуализации, а также методический и геологический опыт интерпретатора.

С целью осуществления седиментологической интерпретации в большинстве профилей скважины необходимо:

- завершить структурную интерпретацию (фотография влияния посттектонического наклона и других вышеуказанных факторов);
- принять во внимание/ознакомиться с результатами литологически-залежной интерпретации;
- осуществить литофизическую корреляцию в плане нескольких близлежащих скважин.

Анализ результатов процессингов вида «EZDIP», «OMNI» и «RESMAP» отображает наличие как математических площадей, так и геологических поверхностей (то есть сближённых уравнениями поверхностей, с разным уровнем сложности, находящихся в пространстве вида «3 D»). С целью отличия вида площади, необходимо применять несколько видов графиков, например: междупунктовых, векторных и цилиндричных карт микросопротивления. На междупунктовых графиках, кроме обычных корреляций, видимых на 5–6 кривых микросопротивления, выступают многочисленные, сменные корреляции, связанные с щелистостью и/или пунктировочными, и/или стрелочными литологическими помешками, в том случае, если:

- трещины, пересекающие перпендикуляры или пересекающие скважину под значительным углом, могут обозначаться на 1–3 кривых микросопротивления;
- пунктовые литологические помешки – наиболее часто на 1 кривой микросопротивления;
- стрелочные (направленные) литологические помешки – наиболее часто видны на 1–2 кривых микросопротивления;
- площади и поверхности с седиментационным генезисом – наиболее часто видны на 4–6 кривых микросопротивления.

Постоянные и полузакрытые наиболее часто обладают седиментационным генезисом, в то время как непостоянные и закрытые площади достаточно часто имеют диагенетический генезис. Так как во многих случаях анализ только междупунктовых графиков может предоставлять обоюдные результаты, то именно поэтому необходимо всегда применять векторные графики. В свою очередь, цилиндрические карты микросопротивления, беря во внимание технику их конструкции, несут дополнительное значение. Комплексный анализ векторного и междупунктового графиков достаточно часто разрешают на соответственную идентификацию вида геологических поверхностей (постоянных, непостоянных, полузакрытых и закрытых поверхностей).

## ИТОГ

- «Наклонометрия» – это собрание разнovidной геологической информации, закодированной постоянным и непостоянным способом в записе микросопротивления – целью процессингов и интерпретации является трансформация этой записи на приближенную к действительности модельную скальную запись.

- Вначале, в результате применения основных расчётных процедур, получают составы видимых падений, отдельных для каждого состава параметров поиска, а только затем, благодаря подбору соответственных параметров поиска, а также расчётно/ интерпретационных процедур, существует возможность перехода от видимых падений – в действительные падения (и только при этом «наклонометрия» является каротажем действительных падений пород).
- «Наклонометрия» даёт возможность чёткого определения тектонической конструкции, а также предоставляет полезную информацию о генезисе и условиях седиментации осадок.
- Возможность свободной графической презентации результатов применения расчётных и интерпретационных процедур разрешает, более ощутимым способом, представить разнообразные черты геологической конструкции.
- Презентация результатов структурной и седиментологической интерпретации «Наклонометрии» в масштабе времени даёт возможность использования информационных данных в процессе интерпретации сейсмических материалов.
- Принимая во внимание структурную и седиментологическую информативность, «Наклонометрия» должна всегда быть составной частью состава геофизических профилировок, осуществлённых и пользующихся заинтересованностью сейсмике стратиграфических единиц.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Adams J., Bourke L., Frisinger R.: Strategies for dipmeter interpretations: part 2. Tech. Rev., no 1987.
- [2] Bengston C.A.: Structural Uses of Tangent Diagrams. Geology, no 12, 1980
- [3] Bengston C.A.: Statistical curvature analysis techniques for structural interpretation of dipmeter data. AAPG Bull., no 2, 1981.
- [4] Berg Ch.R.: Residual Dip Analysis to Structural Problems. 1993.
- [5] Berg Ch.R.: Residual dip analysis, SCAT, fold axis analysis and tangent diagrams. 1993.
- [6] Berg Ch.R.: Synthetic deviation. 1996.
- [7] Berg Ch.R.: Synthetic deviation, a new dipmeter interpretation method. 1997.
- [8] Bigelow E.L.: Making more intelligent use of log derived dip information. Part IV: structural interpretation. Log An., no 1-5, 1985.
- [9] Curial A.: Multiple applications of dipmeter curves for analyzing evaporite formations – examples from paleogene of Bresse Trough, France. AAPG Bull., no 11, 1988.
- [10] Delhomme J.P. in.: Reservoir applications of dipmeter logs. JPT, no 5, 1988.
- [11] Devilliers E., Werner Ph.: «Примеры выделения сбросов при применении измерений каротажа падения пластов. (перевод М.Келта), «Б. Инфор.», № 9, 1992 г.
- [12] Dipmeter Interpretation - Fundamentals. Schl. Ltd., N.Y., 1986, 1991.
- [13] Doveton J.H.: Log Analysis of Subsurface Geology: Concepts and Computer Methods. John Wil. & S., N.Y., 1986.
- [14] Doveton J.H.: Geologic Log Analysis Using Computer Methods. AAPG, Tulsa, 1994.
- [15] Fundamentals of Diplog Analysis. Atlas Int., Houston, 1987.
- [16] Gilreath J.A., Maricelli J.J.: Detailed stratigraphic control through dip computation. AAPG Bull., no 12, 1964.
- [17] Gilreath J.A.: Strategies for dipmeter interpretation: part I. Tech. Rev., no 3, 1987.
- [18] Goetz J.F., Prins W. J., Logar J.F.: Reservoir delineation by wireline methods. Log An., no 5, 1977.
- [19] Goetz J.F.: Geological Applications of Logging Measurements. Gearhardt, Forth Worth, 1984.
- [20] Goetz J.F.: A common sense approach to dipmeter interpretation. Log An., no 4, 1994
- [21] Hepp V.: On the integration of dipmeters survey. Log An., no 4, 1992.
- [22] Hocker C., Eastwood F.E., Herweijer J.C., Adams J.T.: Use of dipmeter data in clastic sedimental studies. AAPG Bull., no 1, 1990.
- [23] Holt O.R.: Structural geologic considerations in Diplog interpretation. Log An., no 5, 1977.
- [24] Hurley N.F.: Recognition of faults, unconformities, and sequence boundaries using cumulative dip plots. AAPG Bull., no 8, 1994.
- [25] Hurst A., Lovell M.A., Morton A.C. (red.): Geological Applications of Wireline Logs. I. Geol. Soc., Londyn, 1990.

- [26] Hurst A., Griffiths C.M., Worthington P.F. (red.): Geological Applications of Wireline Logs. II. Geol. Soc., Londyn, 1990.
- [27] Kerzner M.G.: Formation dip determination - an artificial intelligence approach. Log An., no 5, 1983.
- [28] Kerzner M.G., Frost E.: Blocking - a new technique for well log interpretation. JPT, no 2, 1984.
- [29] М.Келт: «Методические основы геологической интерпретации профилировки падения слоёв «Наклонометрии», «Соотн.геоф.», № 1 / 2, 1984 г.
- [30] М.Келт: «Применение профилировки падения слоёв «Наклонометрии» в геологических исследованиях», «ТПГ.», № 6, 1987 г.
- [31] М.Келт: «Геологическая интерпретация геофизических профилировок на примере избранных южно-балтийских песчано-иловых формаций», Докторская Диссертация, Главная библиотека «АГХ», г.Краков, 1989 г.
- [32] М.Келт: «Определение генезиса и условий седиментации палеозоичных осадок на основании анализа профилировки падения слоёв», «VI МКН-Т», г.Краков, 1995 г.
- [33] М.Келт: Буровая геофизика в поиске углеводородов. Структурное и стратиграфическое применение геофизических профилировок», Изд. А. Маршалек (в печатании).
- [34] Morse J.D., Goldberg D.A.: Extending SCAT (Statistical Curvature Analysis Techniques): additional techniques for identifying domain boundaries and determining how azimuth frequency distribution varies with depth (abs.). AAPB Bull., no 3, 1990.
- [35] Mustard P.S.: Bed-tilt, fold-plunge correction and statistical analysis of paleocurrents using Lotus 1-2-3.Geobyte, no 3, 1989.
- [36] Quinn T. H., Sinha A.K.: Comparative results of quantitative laminated sand / shale analysis in Gulf Coast wells using maximum Diplog microresistivity information. 25rd SPWLA Ann. Log. Symp., 1984.
- [37] Rider M.H.: The Geological Interpretation of Well Logs. Blackie-Halst. Press, Glasgow, 1981.
- [38] Serra O.: Sedimentary Environments from Wireline Logs. Schl., Paris, 1985.
- [39] Serra O.: Stratigraphy, Tectonics and Multi-well Studies. Schl., Paris, 1986.
- [40] Standen E.: The use of dipmeter synthetic data to determine rock texture and depositional environment. CWLS, 10 th Form. Eval. Symp., 1985.
- [41] Theys P., Luthi S., Serra O.: Use of dipmeter in carbonates for detailed sedimentology and reservoir engineering studies. 1983.
- [42] Vincent P., Gartner J. E., Attali G.: An approach to detailed dip determination using correlation by pattern recognition. JPT, no 2, 1979.
- [43] Waterhouse M.: The evolution of a dipmeter analysis: a case study from Pakistan. SPWLA 30th Ann. Log. Symp. Trans., 1989.
- [44] Wolff M., Pelissier-Comberscure J.: FACIOLOG - automatic electrofacies determination. 23 rd SPWLA Ann. Log. Symp., 1982.

Переводила Елена Морозова



GEOFIZYKA TORUŃ Sp. z o.o.  
ul. Chrobrego 50  
87-100 Toruń  
Poland

Коммутатор: +48 (0) 56 659 3100  
Офис: +48 (0) 56 659 3101  
Маркетинг: +48 (0) 56 6593 340  
факс: +48 (0) 56 623 1664  
электронная почта: office@GTservices.pl

## GT - какая это фирма ?

Компания GT (Geofizyka Torun) предоставляет широкий спектр геофизических услуг для нефтегазовой разведочной отрасли по всему миру. Основная деятельность компании включает в себя следующее:

- сейсмический сбор данных
- обработка сейсмических данных
- интерпретация сейсмических данных
- каротаж скважин
- анализ диаграмм каротажа

Компания владеет и работает с последними сейсмическими системами сбора данных поддерживающих технологию GPS (глобальная система навигации и определения положения), которые позволяют компании GT производить крупномасштабные 2-х и 3-х-мерные сейсмические разведки во всех видах почв. Регистрация полевых данных регулируется всесторонней системой контроля качества и поддерживается обработкой данных на площадке.

Компания предлагает полные 2-х, 3-х мерные и ВСП обработки данных и комплексные услуги по интерпретации. Также предоставляется полный спектр услуг каротажа скважин и анализа каротажных диаграмм.

Здоровье, безопасность и защита окружающей среды являются основой заботой компании GT в сфере политики занятости и в соответствии с положениями по проведению работ на промысловых площадках.

Постоянные улучшения в программе контроля качества привели к получению сертификатов ISO 9001, ISO 14001 и SCC/SGU, что свидетельствует о соответствии системы управления компании GT мировым стандартам.

## Филиалы и представительства

### ГЕРМАНИЯ

**GTG** (Geofizyka Torun Germany)  
тел.: +49 (0) 5071 8000 290  
факс: +49 (0) 5071 8000 289  
электронная почта: info@terradata.de

### ИНДИЯ

тел.: +91 (0) 11 642 4240  
факс: +91 (0) 11 642 5322  
электронная почта:  
sai\_enterprise2000@hotmail.com

### ИРАН

тел.: +98 (0) 21 802 5236  
факс: +98 (0) 21 800 9917  
электронная почта: gt@zpkimia.com

### КАЗАХСТАН

тел./факс: +7 300 386 4458  
электронная почта: logging@GTservices.pl

### ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

тел.: +44 (0) 20 8335 4300  
факс: +44 (0) 20 8335 3863  
электронная почта: gt@hamptondata.com

### О.А.Э.

тел.: +974 (0) 4 883 3631  
факс: +974(0) 4 883 3634  
электронная почта: gtbo@emirates.net.ae

looking  
for **challenges**

