

Application of geophysical results at geological modeling in Petrel software platform

Asya Ilieva¹

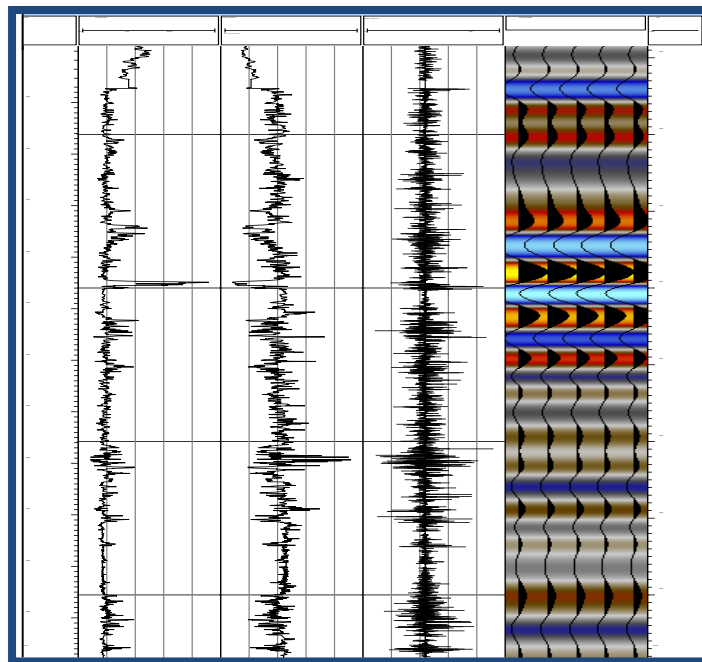
¹Oil and Gas E&PPlc.,1505 Sofia, ailieva@ogep-bg.com

Key words: well log, synthetics, interpretation, 3D cube, modeling

Abstract. Petrel software gives opportunities to integrate large data base for editing, interpretation and visualization. As a result of input mainly of geological, geochemical and geophysical data, and their detailed interpretation, realistic 3D geological models are build. After results of geophysical surveys, presented by well logs and 2D seismic lines or 3D seismic cubes, are loaded in the software, they can be edited and interpreted. Based on this interpretation structure grids and maps are build, which are the foundation of geological modeling, applicable at oil and gas E&P activities worldwide.

Сондажно-геофизични изследвания

Резултатите от сондажно-геофизичните изследвания се представят във вид на каротажни криви. Те са много информативни както по отношение на геоложкия разрез, така и за дълбочината и параметрите на сондиране. Измерват се и се записват с каротажна станция, и представляват непрекъснат запис с голяма точност и файлове в цифров .LAS формат. Тези файлове се въвеждат в Petrel, където могат да се обработват и корелират. Най-често каротажните криви се използват за корелация на основните стратиграфски граници в геоложкия разрез и обвързката им с най-ясно изразените сеизмични отражения. За тази цел въз основа на акустичната крива и/или плътностния каротаж се построяват синтетични сеизмограми. Данните от акустичния каротаж се калибрират, като за целта се използват сеизмокаротажни данни (checkshot) или вертикално сеизмично профилиране (VSP). Данните от тези изследвания, които използват източници на повърхността и приемници в сондажа, се използват за привързване на каротажните данни към сондажните като резултатът е по-добра корелация време-дълбочина. Данните от акустичния каротаж (Sonic log) се комбинират с данни от плътностния каротаж, вследствие на което се генерира крива на акустичния импеданс. От тази крива се изчислява крива на отражателния коефициент, а от нея се получава синтетична сеизмограма.



Фигура 1. Синтетична сеизмограма



Синтетичните сеизмограми представляват изкуствени сеизмични записи, чрез които се привързва дълбочинния каротаж към времето от сеизмичния профил. Възможно е синтетичната сеизмограма да не отразява добра привръзка към полевите сеизмични данни. Това несъответствие най-често се дължи на различия в проектните параметри, използвани при сеизмичните и каротажни изследвания.

Привръзката на сондажно-геофизичните към сеизмичните данни е с ключово значение на всеки етап от разработването на дадено находище и е важна стъпка от процеса на сеизмична интерпретация, свързваща времевата и дълбочинната картина.

Модулът за привръзка на сеизмични и сондажно-геофизични данни в Petrel позволява интерактивно калибриране на данните от акустичния каротаж, аналитично създаване на импулси (wavelet) и създаване на синтетични сеизмограми за 2D и 3D сеизмични данни. Този модул включва редица инструменти, различни визуализации и процеси, като разтягане и свиване, корекции на пластовите скорости, моделиране на коефициента на отражателна способност и сравнение на времевите и дълбочинни криви с цел качествен контрол по време на обвързката.

Петрел е софтуерна платформа с големи възможности за визуализация на данните, което позволява много точна интерпретация на резултатите. Каротажните криви могат да се корелират, да се редактират, съществуват различни цветови схеми и растери за литология. Възможни са различни комбинации между кривите, като най-информативно е представянето им в Well section window. Каротажните криви са много информативни по отношение на различни параметри на скалите и флуидите. Те дават различни характеристики на пластовете, през които инструмента преминава. Много е важно кривите да се корелират помежду си и да се вземат предвид всички параметри комплексно за пълната корелация на разреза.

Основни приложения на резултатите от каротажите:

Съпротивителните методи (Resistivity log) са каротаж, при който се определя съпротивлението на скалите в сондажа с цел литоложко разчленяване, корелация, в отделни случаи определяне на глинеестотта и характера на наситеността. Матриците на повечето скали са изолатори, докато флуидите са проводници. Когато един пласт е с висока порестост и съдържа високо минерализирана вода, общото съпротивление ще бъде ниско. С ниско съпротивление са и глините и глиносъдържащите пластовете. Когато пласта е порест и съдържа въглеродороди, или има ниска порестост и ниска глинеестост, неговото съпротивление ще бъде високо.

Гама (Gamma Ray) каротажът изследва естествената радиоактивност на скалите. Основните приложения на метода са определяне на литологията, глинеестото съдържание, анализ на фациесите и средата на отлагане.

Неутронният (Neutron) каротаж служи за определяне на порестостта, литологията, наличието на газонаситени формации.

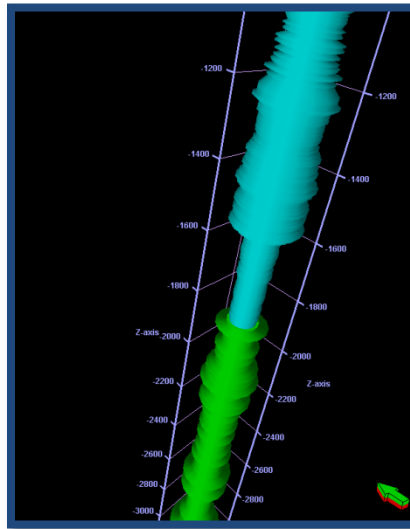
Методът на собствените потенциали (Spontaneous Potential или SP) се използва главно за определяне линията на глините и наличието на пластовете наситени с флуид със съпротивление различно от сондажната промивка.

Акустичният (Sonic) каротаж измерва разликата във времената за пристигане на акустичните вълни от първия и втория излъчвател до приемника. Основните приложения са: определяне на порестостта на пластовете, скорост и време за калибриране на сеизмичните данни, при синтетичните сеизмограми, характеристика на еластичните свойства на скалата, определяне на литологията. На акустичния метод се базира и оценката за качеството на циментацията.

Двоен фокусиран прибор или Dual Laterolog (DLL) е съпротивителен метод, при който създаваното електрично поле се фокусира в пласта и това дава възможност за много по-добра вертикална резолюция и определяне съпротивлението на пласта в дълбочина. Измерените стойности се използват за определяне на характера на наситеността. Спомага при определяне на проникваемостта, литологията и фациалния анализ.

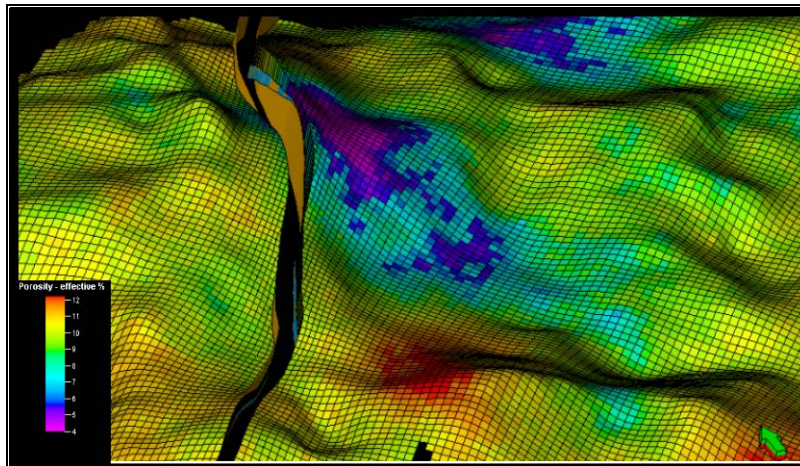
Каверномерът (Caliper) е каротажен инструмент с две, четири или повече рамена, които се разтварят механично и опират в стените на ствола на сондажа. По този начин те осигуряват данни за диаметъра на сондажния отвор и позволява да се изчисли нужното количество на цимент при циментацията. Данните от каверномера се използват при корекция на каротажните криви, които са зависими от размера на сондажния диаметър; определяне на местата с глинеста кора, техническото състояние на

сондажа, за получаване на литоложки данни, например зоните с увеличен диаметър или промитите зони индикират неспоени скали.



Фигура 2. 3D изображение на каверномер

Всички данни и параметри, получени при зареждането на каротажните криви в Petrel служат при детайлната корелация на сондажите. В процеса на моделиране и разработване на дадено находище се построяват различно мащабни 3D гридове, които отразяват много точно площното разпределение на всички характеристики в геоложкия разрез. Например, изменението на порестостта, проницаемостта и т.н повсеместно в резервоарните скали.



Фигура 3. Изменение на порестостта в 3D грид

Полеви сеизмични изследвания

Резултатите от полевите сеизмични изследвания са 2D и 3D сеизмични профили, които се изготвят по предварително зададени параметри. Софтуерният пакет Petrel комбинира работните процеси на 2D интерпретацията с възможностите за по-добра визуализация на 3D обемната интерпретация. Това способства за изграждане на интерпретационна среда като съчетание между геологията, петролното моделиране и резервоарния инженеринг, даваща възможност за бърза интерпретация на сеизмичните данни и сравнение на резултатите с останалите данни в проекта.

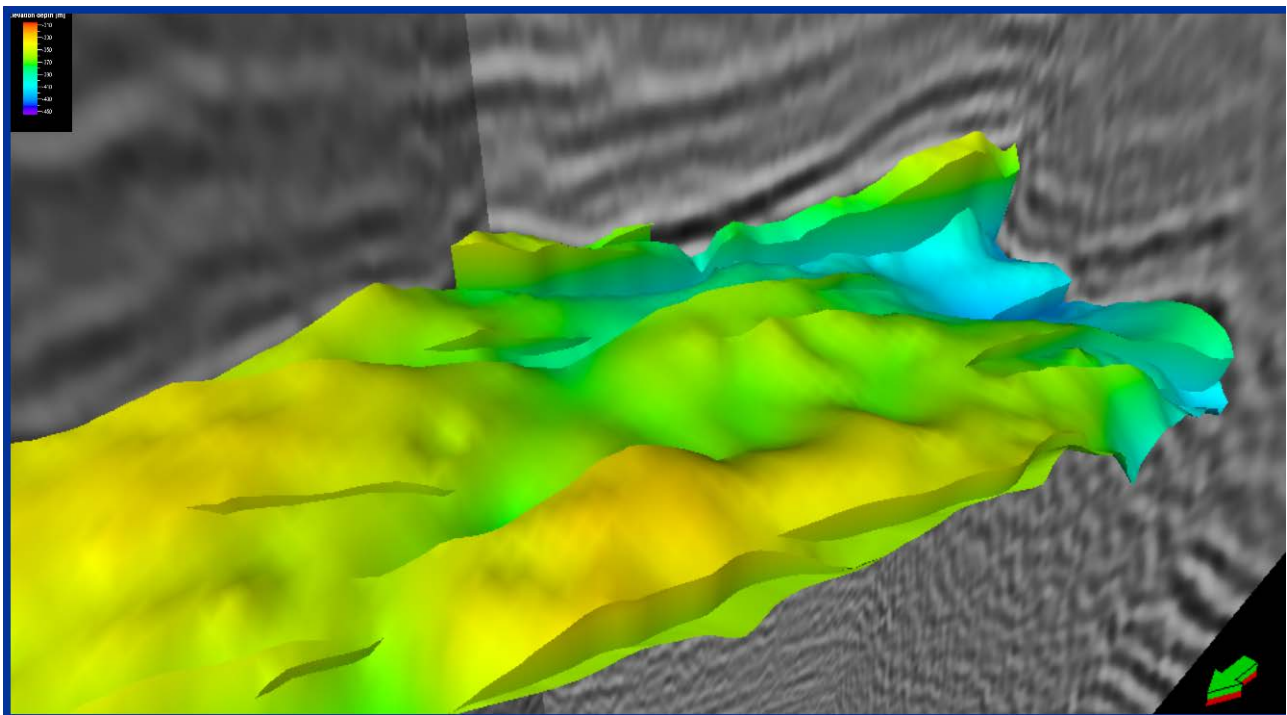
Чрез модула сеизмична интерпретация в Petrel, могат да бъдат въведени големи обеми 2D и 3D сеизмични профили в SEG-Y формат с предварително зададени параметри. Трябва да се зададат правилните байт позиции и може да се прочете хедъра на файла. Всички пресечки се зареждат

автоматично, като има възможност за зареждане на SEG-Y файла с отделен координатен файл. Хоризонтите и разломните нарушения могат да бъдат интерпретирани в 3D, което улеснява качествения контрол на интерпретацията. Всички сеизмични данни се зареждат в подпапки (seismic survey folders), които са подразделения на главната сеизмична папка (seismic main folder). Тук се съдържат и интерпретационните папки (interpretation folders), в които се намират всички интерпретирани хоризонти и разломни нарушения.

След въвеждане на сеизмичните данни, те лесно се визуализират. 3D сеизмичните данни могат да се визуализират както като обемен куб, така и във вид на сеизмични разрези или дълбочинни пресечки. Сеизмичните разрези могат да бъдат визуализирани във всички посоки x-(inline), y-(crossline), z-(timeslice), както и във вид на произволни неправилни очертания или различни комбинации, включително между отделни 2D профили, които се пресичат (composite lines).

Сеизмичните данни и интерпретацията могат да бъдат визуализирани в различни прозорци: 2D, 3D, Interpretation, Intersection и Map window. При 2D интерпретацията се използва Interpretation window, където в процеса Сеизмична интерпретация (Seismic interpretation) са налични всички интерпретационни инструменти, включително за увеличаване и свиване на изображението.

Изготвя се детайлен разломен модел, който се обработва в 3D. Когато интерпретацията бъде завършена се построява 3D грид във време (Time Grid), който се трансформира в дълбочина чрез определен скоростен модел (Velocity model) и процеса дълбочинно превръщане (Depth conversion) в Petrel, за да може да се построи 3D дълбочинен геоложки модел.



Фигура 4. Част от геоложки модел, изготвен въз основа на 3D сеизмика

Софтуерният пакет Petrel предлага разбираем и бърз процес за сеизмична интерпретация и своевременен качествен контрол (QC), улеснен метод на калибриране на данните от акустичния каротаж, параметри на импулса (wavelet), създаване на синтетични сеизмограми за 2D и 3D сеизмични данни и детайлно геоложко моделиране.

Литература

- Antares, 2013, Technical specifications, 1-23
- Schlumberger, 2010, PetrelReservoir Engineering, 23-64, 107-135



Приложение на геофизичните резултати при създаването на геоложки модели в софтуерния пакет Petrel

Ася Илиева¹

Софтуерът Petrel предоставя възможности за интегрирането на голяма база данни, тяхната обработка, интерпретация и визуализация. В резултат от въвеждане основно на геоложки, геохимични и геофизични данни, и тяхната детайлна корелация, се изграждат реалистични 3D геоложки модели. Резултатите от геофизичните изследвания, представени чрез каротажни криви и 2D или 3D сеизмични профили се зареждат в софтуера, където се обработват и интерпретират. Въз основа на тази интерпретация се правят структурни построения, които са в основата на геоложкото моделиране, приложимо в световната практика при търсенето и проучването на нефтени и газови находища.