РЕГИОНАЛЬНАЯ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СЕЙСМОГРАВИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ В СВЯЗИ С ПЕРСПЕКТИВАМИ ЕГО НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ

Начиная с 60-х годов прошлого века, с открытием в Равнинном Крыму газовых месторождений, повысился интерес к Южному нефтегазоносному региону Украины. По прогнозным данным /7/ треть неразведанных ресурсов углеводородов от неосвоенных ресурсов Украины находится в пределах акваторий Черного и Азовского морей. Большой интерес представляет северо-западный шельф Черного моря, где на сегодняшний день открыто восемь (шесть газовых и два газоконденсатных) месторождений, три из которых, Голицына, Одесское, Штормовое, по величине запасов отнесены к средним /3/.

Несмотря на длительный период проведения исследований и разного рода геологоразведочных работ, из-за низкой разбуренности и незначительной глубинности бурения (максимальная глубина 4638 м. скв.3-Голицына), остаются актуальными задачи детализации геологического строения; прогнозирования распостранения ослабленных геодинамических зон и связанных с ними пород с улучшенными коллекторскими свойствами.

С целью решения упомянутых геологических задач, а также учитывая необходимость использования полного спектра имеющихся геолого-геофизических данных для получения пространственного представления о морфологических особенностях и распределении физических параметров геологических тел в пространстве, авторами построена региональная пространственная сейсмогравитационная модель глубинного строения северо-западного шельфа Черного моря методом компъютерной обработки геолого-геофизических данных с использованием «Технологии интегральной интерпретации комплекса гравиметрических и геолого-геофизических данных для оценки перспектив нефтегазоносности» /4,9/.

Для создания модели были использованы фондовые материалы государственного регионального геологического предприятия «Причерноморгеология» /6/:

1) аномальное гравитационное поле в редукции Буге масштаба 1:500000;
2) структурные карты по горизонтам отражения в отложениях осадочного чехла М 1:200000;
3) данные о батиметрии северо-западной части Черного моря;
4) карты средних скоростей, составленных для уровней 5000 м, 15000 м, 25000 м от дневной поверхности /2/
5) сводная петрофизическая характеристика отложений осадочного чехла юга Украины /5/
6) результаты интегрального моделирования в пределах Голицынской площади /9/

Процесс синтезирования априорной пространственной модели площади включал в себя три этапа.

1. Формирование параметров осадочного чехла – проводилось на основании использования геолого-геофизической структурной модели, сформированной с использованием структурных карт по основным сейсмическим отражающим горизонтам. Для насыщения структурной модели геоплотностными свойствами использовались петрофизические характеристики пород, которые слагают осадочный чехол северо-западного шельфа Черного моря с учётом их глубинного местоположения.
2. Формирование параметров домеловых отложений – на основании пересчета геоскоростных данных, полученных при интерпретации материалов ГСЗ в плотностные характеристики разреза на основе использования формулы Гарднера
3. $$\sigma_i = a * \sqrt[4]{V_{пл.i}}\ , \qquad (1)$$
4. где σ_i - плотность пород i-того пласта (г/см3), a – коэфициент пропорциональности, который исходя из анализа фактических геоскоростных и геоплотностных данных был принят равным 0.33; $V_{пл.i}$ – интервальная скорость в пределах i -того пласта (м/с) рассчитанная по соотношению,

$$V_{пл.i} = \frac{H_i - H_{i-1}}{t_{0i} - t_{0i-1}}, \qquad (2)$$

где t_{0i} – время прохождения волны до кровли i -того пласта

$$t_{0i} = \frac{H_i}{V_{ср.i}}, \qquad (3)$$

где H_i - глубина залегания кровли i -того пласта, для которого определено распределение средней скорости, $V_{ср.i}$ -средняя скорость распространения упругих волн;

5. Формирование параметров пород верхней мантии базируется на структурной карте поверхности Мохо, построенной по данным ГСЗ (Соллогуб В.Б., Соллогуб Н.В., 2001), ниже которой задано значение плотности σ=3.2 г/см^3, принятое по справочным данным.

Кроме этого, для каждого из сейсмостратиграфических горизонтов определен геологически обоснованный диапазон возможного изменения плотности, а также, учитывая литологические характеристики и данные о пористости соответственных отложений, сформирован критерий оптимальности, который отвечает за априорную классификацию отложений с позиции их коллекторских свойств – коллектора, неколлектора.

Гравитационная верификация качества созданной априорной геоплотностной модели, проведенная на основе решения прямой пространственной задачи гравиразведки, показала несоответствие между модельным и измеренным аномальными гравитационными полями на величину среднеквадратического отклонение 96 мГл. Учитывая сложное тектоническое строение региона, присутствие разных типов земной коры, зависимость характера гравитационного поля от влияния масс, находящихся гипсометрически ниже поверхности Мохо, такое значительное отклонение могло быть связано с недостаточным учетом характера изменения положения границы Мохо, а также плотностных свойств пород верхней мантии.

В результате уточнения положения поверхности Мохо на основе решения, относительно ее параметров, обратной пространственной структурной задачи гравиметрии, а относительно плотностных свойств пород верхней мантии - обратной пространственной линейной задачи гравиметрии, было получено среднеквадратическое отклонение 19 мГл, что было принято как принципиальное соответствие уточненной априорной модели измеренному гравитационному полю.

Используя полученную скорректированную априорную геоплотностную модель в качестве начального приближения, в результате решения обратной пространственной линейной задачи гравиметрии, выполнено прогнозирование характера поведения плотностных свойств как в породах домелового комплекса, условно относимого к породам фундамента, так и осадочного чехла. Достигнутое среднеквадратическое отклонение между модельным и наблюденным гравитационными полями составило 1.339 мГл, что согласуется с погрешностью задания исходного гравитационного поля; относительно первоначальной невязки оно составляет величину 1.4%.

Таким образом, в результате реализации «Технологии интегральной интерпретации геолого-геофизических данных» для территории северо-западного шельфа Черного моря была создана пространственная интегральная сейсмогравитационная модель, согласованная со всем имеющимся комплексом геолого-геофизических сведений о глубинном строении этой территории, сейсмическими данными и гравитационным полем.

Наличие такого соответствия позволило, используя пространственную интегральную сейсмогеоплотностиою модель:

1) показать, что границы известных геодинамических и тектонических структур отображаются в градиентных характеристиках поведения ее параметров; при этом, наряду с известными границами, выделен ряд новых, в том числе протрассированы северные границы Предскифийского краевого прогиба и Качинского блока, которые имеют важное значение для прогноза нефтегазоносности, а также определено местоположение Южнокрымской сутуры, наличие которой доказывалось в работах В.В. Юдина /11/;
2) подтвердить положение известных и провести трассирование новых линий региональных тектонических нарушений;
3) для пород осадочного комплекса и верхней части домеловых отложений провести прогнозирование характера распределения зон понижения плотности и связанных с ними зон развития пород с улучшенными коллекторскими свойствами;
4) подтвердить высокую – до 80% корреляцию результатов опробования скважин и спрогнозированных по параметрам пространственной интегральной геоплотностной модели направлений развития коллекторов;
5) определить первоочередные направления поисково-разведочных работ на нефть и газ в пределах северо-западного шельфа Черного моря;
6) подтвердить высокую геологическую эффективности применения «Технологии интегральной интерпретации комплекса геолого-геофизических данных» при региональном изучении нефтегазоперспективных территорий и прогнозировании регионального развития пород с улучшенными коллекторскими свойствами.

Литература

1. Атлас Геологія і корисні копалини України. Київ. Такі справи. 2001р. – 168 с.
2. *Белокуров В.С.* Поле скоростей продольных сейсмических волн в земной коре Черноморского региона. Геофизический сборник 44 / В.С. Белокуров. – Киев: Наукова думка. 1971. – 96 с.
3. *Гожик П.Ф.* Нафтогазоперспективні об'єкти України. Наукові і практичні основи пошуків родовищ вуглеводнів у північно-західному шельфі Чорного моря: Монографія / П.Ф. Гожик, І.І. Чебаненко, М.І. Євдощук, Б.Л. Крупський, В.В. Гладун, Т.М. Галко, Б.Й. Маєвський та ін. – К.: ЕКМО, 2007. – 232 с.

4. *Кобрунов А.И.* Теория интерпретации данных гравиметрии для сложнопостроенных сред: Учебное пособие / А.И. Кобрунов. – Киев: УМК ВО, 1989. – 100 с.
5. *Кольцов С.В.* Сейсмостратиграфічні критерії вивчення глибинної будови та перспективи нафтогазоносності Північнокримського прогину і прилеглих територій: дис. кандидата геол. наук: 04.00.22 / Кольцов Сергій Віталійович. – Івано-Франківськ, 2007. – 254 с.
6. *Коморный А.Ф. и др.* «Комплексная интерпретация материалов региональных сейсморазведочных работ МОВ ОГТ северо-западного шельфа Черного моря». Отчет по объекту 2/96: Одесса. 2001.
7. *Мельничук П.М.* Особливості геологічної будови і перспективи нафтогазоносності нижньокрейдових відкладів північно-західного шельфу Чорного моря. Автореф. …канд. геол. Наук / ІФНТУНГ. – Івано-Франківськ, 2005. – 18 с.
8. Перспективи нафтогазоносності глибокозанурених горизонтів осадових басейнів України: зб. наукових праць / під ред. Б.Й. Маєвського, – Івано-Франківськ:Факел,2005. – 219 с.
9. *Петровский А.П.* Автоматизированная система GSIC-количественной комплексной интерпретации данных сейсмогравиметрии для персональных компьютеров / А.П. Петровский, А.И. Кобрунов, В.Н. Суятинов // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: Материалы 27-й сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского, Москва, 31 января - 4 февраля 2000 г. / Под ред. акад. В.Н. Страхова. – М.:ОИФЗ РАН, 2000. – С. 133–135.
10. *Петровский О.П.* Прогнозування перспектив нарощування ресурсної бази вуглеводнів в межах Голіцинської площі на основі створення інтегральної геолого-геофізичної моделі. Геодинамика, сейсмичность и нефтегазоносность Черноморско-Каспийского региона. Сборник тэз докладов / О.П. Петровский,П.М. Чепіль,П.М. Мельничук, Г.О. Жученко, Н.С. Ганженко, Т.О. Федченко, Б.Б. Габльовський. – Симферополь.2005. – 135 с.
11. *Юдин В.В.* Геодинамика Черноморско-Каспийского региона. Монография /В.В. Юдин. – Киев: УкрГГРИ, 2008. – 117 с.