

**ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ С ЦЕЛЬЮ  
ВЫДЕЛЕНИЯ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНЫХ СТРУКТУР НА ТЕРРИТОРИИ  
ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА**

*УО «Гомельский государственный университет  
им. Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь,  
daxxon@mail.ru*

*В связи с постепенным истощением запасов горючих полезных ископаемых на территории Республики Беларусь проводится переработка материалов данных сейсморазведки 2D, а также постепенное покрытие территории Припятского прогиба сейсморазведочными работами 3D.*

Припятский прогиб находится на юго-востоке Беларуси. Его длина 180 километров, ширина – 130 километров. Он расчленен разломами на многочисленные структуры второго порядка, которые имеют вид горстов, грабенов, погребенных выступов, приразломных поднятий и опусканий. Припятский прогиб – это стратегически важная для Беларуси нефтегазоносная область, которая является частью крупной Днепровско-Припятской нефтегазоносной провинции [1, 2].

В настоящее время сейсморазведка является ведущим методом геофизических исследований земной коры. Лидирующее положение метода в разведочной геофизике обусловлено его большой глубиной при высокой детальности исследований.

Сейсморазведка основана на изучении распространения в горных породах искусственно возбуждаемых упругих волн. Вызванные взрывом, ударом или вибрацией сейсмического источника, упругие колебания распространяются во все стороны и проходят в толщу земной коры. Здесь они претерпевают преломление и отражение на границах горных пород с различными упругими свойствами и частично возвращаются к дневной поверхности, где во множестве точек наблюдения регистрируются высокоточной аппаратурой. По записям этих волн строят сейсмические изображения геологических объектов, что позволяет определить их глубины и формы, а также прогнозировать их литологический состав.

Благодаря своим возможностям сейсморазведка играет ключевую роль в региональных исследованиях земной коры, особенно – в изучении мощных осадочных толщ. Чрезвычайно велико значение метода при поисках и разведке месторождений нефти и газа как на суше, так и на море. Сейсморазведку применяют для поисков углей и многих нерудных полезных ископаемых, а также для решения гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических задач. Все более активно она участвует в решении задач рудной геологии, изучающей сложные комплексы кристаллических пород.

В данный момент преобладающую часть геофизической информации о строении земных недр получают с помощью отраженных волн. По этой причине метод отраженных волн (МОВ) является основным, хотя практическая сейсморазведка начиналась с метода преломленных волн (МПВ). [3]

Одним из главных признаков классификации сейсморазведки является мерность исследований, т. е. число координат, по которым изучаются геометрия и свойства среды. По этому признаку различают одномерную (1D), двумерную (2D), трехмерную (3D) и четырехмерную (4D) сейсморазведки. Индекс D происходит от английского слова *Dimension* – измерение.

Одномерную (1D) сейсморазведку проводят при скважинных исследованиях, рас-

полагая источники или приемники на некоторой линии, называемой вертикальным профилем, совпадающим со стволом скважины. Целью исследований является изучение распределения параметров среды вдоль ствола скважины.

Двухмерная (2D) сейсморазведка основана на проведении профильных наблюдений. При этом источники и приемники располагают на земной поверхности или вблизи ее (в мелких скважинах), а предметом изучения является геометрия границ и распределение свойств среды на некоторой субвертикальной поверхности проходящей через линию наблюдений. Эта поверхность называется лучевой. В случае наблюдений вкрест простирания плоской отражающей или преломляющей границы, покрытой однородной средой, эта поверхность представляет собой вертикальную плоскость, которая является плоскостью сейсмического разреза.

Трехмерная (3D) сейсморазведка основана на применении площадных, реже пространственных систем наблюдений. Обычно используются площадные расстановки приемников на поверхности земли (или вблизи ее), обрабатываемые из нескольких пунктов возбуждения, также расположенных на исследуемой площади. Предметом изучения 3D сейсморазведки служит объемное (трехмерное) строение среды: пространственная геометрия отражающих и преломляющих границ и объемное распределение физических свойств среды.

Четырехмерная (4D) сейсморазведка или сейсмический мониторинг, представляет периодические во времени исследования с помощью 3D сейсморазведки с периодом (в зависимости от поставленной геологической задачи) от нескольких суток до нескольких месяцев или лет. Такая сейсморазведка предназначается для изучения геодинамики среды – изменений ее объемного строения и пространственного распределения физических свойств среды. Исследования такого рода пока не вышли из стадии единичных экспериментов. Тем не менее, в нефтегазовой промышленности массовое внедрение сейсморазведки должно произойти в ближайшие годы, в особенности в области контроля за разработкой месторождений (изучение движения контуров газ–нефть, нефть–вода).

При проведении геологоразведочных работ на нефть в пределах данной территории широкое применение получила 2D и 3D сейсморазведка по методике общей глубинной точки (ОГТ) – разновидности метода отраженных волн. Сейсмические исследования 2D методом ОГТ в пределах Припятского прогиба проводились начиная с 1974 года, однако в связи с тем, что сейсморазведка 2D не способна решить все геологические задачи в условиях сложной тектонической обстановки данной территории, в настоящее время проводятся повторные сейсморазведочные работы в модификации 3D.

В сейсморазведке 3D, в отличие от работ по технологии 2D, плотность точек на единицу площади исследований резко возрастает, что дает возможность формировать куб сейсмической информации, на основе которого в последующем открываются возможности получения непрерывных сечений волнового поля во всех направлениях. Это обеспечивается тем, что в сейсморазведке 3D сейсмические колебания регистрируются во множестве точек, расположенных на определенной площади в окрестности источника упругих волн. При этом всегда имеется возможность производить регистрацию сейсмических волн как на продольных, так и на непродольных профилях. Появляется возможность охватить большую часть возможных азимутов подхода сейсмических волн к точкам регистрации.

Сочетание высокой плотности точек и продольно – непродольного профилирования по совокупности позволяет определять и, в дальнейшем, учитывать направление прихода сейсмических волн. Это делает результаты наблюдений по технологии 3D существенно более качественными по сравнению с данными съемки 2D. В силу этого трехмерная регистрация данных позволяет достаточно надежно проследивать относительно протяженные, но сравнительно малоразмерные в плане объекты.

Другой отличительной особенностью работ 3D является возможность использования на этапе обработки информации о *пространственных годографах отраженных*

*волн*, что позволяет на стадии суммирования данных поднять на порядок выше качество ослабления (подавления) как кратных волн-помех, так и случайных помех.

Операция миграции трехмерных волновых полей, по сравнению с миграцией двумерных данных, также открывает новые возможности в получении существенно большей пространственной разрешенности сейсмических записей в плане. В конечном счете, все это и приводит к более качественному восстановлению пространственного положения отражающих границ, повышению динамической выразительности сейсмических записей. Все вышесказанное и объясняет, почему для изучения районов со сложным геологическим строением в настоящее время все более широко используется сейсморазведка с применением площадных систем наблюдений волнового поля [4].

При проведении сейсморазведочных работ в районах со сложными глубинными сейсмогеологическими условиями (криволинейные крутопадающие границы, резкие несогласия и прочее) для получения объективных и достоверных сведений о геологическом строении изучаемой среды необходимо учитывать трехмерность структуры отраженного сейсмического волнового поля. Это связано с тем, что в пункты приема колебаний приходят отраженные волны, лучевые траектории которых лежат в различно ориентированных плоскостях.

Если не учитывать эти особенности волнового поля при регистрации и обработке, то можно допустить серьезные ошибки при истолковании полученных результатов наблюдений. Ярким примером таких сложных геологических условий (солянокупольная тектоника) и является Припятский прогиб.

В районах со сложными глубинными условиями при профильном варианте изучения среды (2D сейсморазведка - продольное профилирование) нередко трудно однозначно опознать волны, у которых направление распространения не лежит в вертикальных плоскостях, содержащих линии профилей. Указанное обстоятельство не позволяет не только правильно оконтуривать, но иногда даже и просто обнаруживать эти сложно построенные объекты [5].

В качестве примера преимущества 3D сейсморазведки над 2D сейсморазведки представить следующий рисунок.

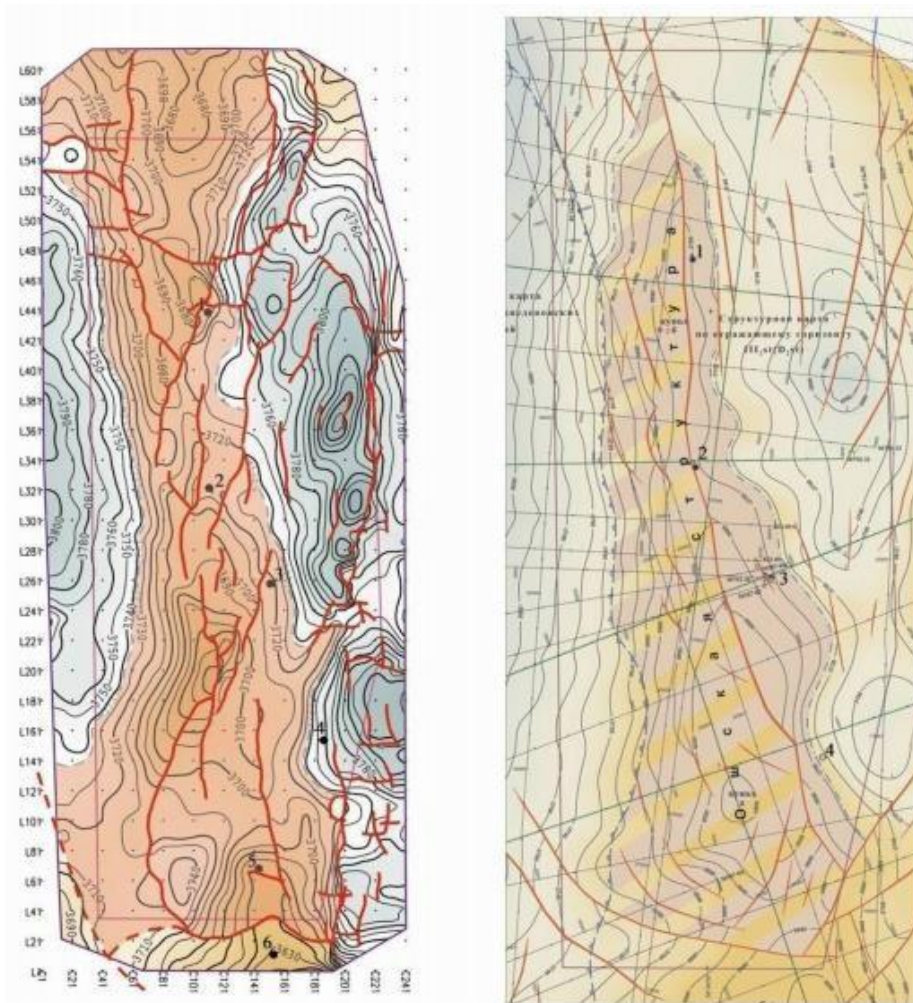


Рисунок 1 – Структурные построения по данным:  
 а) 3D сейсморазведки; б) 2D сейсморазведки [6]

На рисунке 1 наглядно представлено отличие в представлениях о разрывной тектонике. После интерпретации материалов 2D сейсморазведки предполагалось весьма протяженное нарушение, протягивающееся через всю площадь и отделяющее приподнятый и опущенный блоки. По данным 3D видны кулисообразные нарушения, сформированные в результате сдвигов и приводящие к формированию приразломных структур весьма характерных форм. Если по данным 2D сейсморазведки при последующей разработке предполагалось выклинивание пласта в западной части площади и залежь представлялась стратиграфически экранированной, то по данным 3D она представляется структурной [6].

В настоящее время 3D сейсморазведка приобрела большую популярность, однако, как показывают исследования, этот метод не так уж надежен. Так, при рассмотрении трехмерной сейсморазведки в сравнении с двухмерной, можно сделать следующие выводы:

- 1 трехмерная сейсморазведка, по сути, отличается от сейсморазведки 2D лишь возможностью учета пространственного сейсмического сноса;
- 2 глубинность исследований 2D и 3D сейсморазведки одинакова;
- 3 применяемая на практике горизонтальная детальность съемки 3D чрезмерна и не соответствует физически обоснованным параметрам;

4 горизонтальная детальность сейсмической съемки 3D впоследствии не используется при геологическом и гидродинамическом моделировании месторождений;

5 в экономическом плане: работы по покрытию территории 3D сейсморазведкой на порядок дороже, чем 2D.

6 выявленные по сейсмическим данным структуры целесообразно опосредованно скважинами и затем проводить детальные сейсморазведочные работы.

После приведенных фактов можно сделать заключение о том, что в настоящее время детализационные работы можно проводить и в модификации 3D, но, только при определенных сейсмогеологических условиях, это является весьма желательным. Тем не менее, при наличии средств детальные работы на наиболее ответственных и недостаточно изученных бурением участках месторождений все же лучше выполнять в модификации 3D, в связи с тем, что общая информативность и надежность интерпретации при правильном подходе может быть на 20–30 % выше [7].

В настоящее время целесообразность проведения двухмерной либо трехмерной сейсморазведки определяется исходя из геологического задания, изученности местности, технического оснащения и бюджета.

В случае, когда территория изучена слабо, имеет смысл провести сейсморазведку по методике 2D, так как она позволяет за меньшее время охватить большие по сравнению с 3D сейсморазведкой участки и дать общие представления о изучаемой территории.

В условиях сложного тектонического строения Припятского прогиба сейсморазведка является практически безальтернативным методом поиска нефтяных и газовых месторождений. С каждым годом совершенствуются сейсмические станции, увеличивается количество каналов приема, появляются новые методики интерпретации полевого материала. В условиях современного динамично развивающегося мира, в ближайшие 50 лет есть вероятность полной автоматизации полевых работ и получения конечного материала очень высокого качества, способного в полной мере отразить тектоническую обстановку в недрах Земли.

### Список использованной литературы

1 Махнач А.С. Геология Беларуси / А. С. Махнач [и др.]; науч. ред. А. В. Матвеев. – Минск : Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.

2 Познякевич, З.Л. Геология и нефтегазоносность запада Восточно-Европейской платформы / З.Л. Познякевич, А.М. Синичка, Ф.С. Азаренко. – Минск : Беларуская навука, 1997. – 696 с.

3 Боганик, Г.Н. Сейсморазведка: учебник для вузов / Г.Н. Боганик, И.И. Гурвич. – Тверь : издательство АИС, 2006 – 774 с.

4 Урупов, А.К. Основы трехмерной сейсморазведки / А.К. Урупов. – М. : Изд-во РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. – 510 с.

5 Бондарев, В.И. Сейсморазведка. Учебник для студентов высших учебных заведений России, обучающихся по специальности 130201 «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» / В.И. Бондарев. – Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, 2007. – 702 с.

6 Белонин, М.Д. Типано-Печорская провинция: геологическое строение, нефтегазоносность и перспективы освоения / М.Д. Белонин, О.М. Прищепа. – СПб. : Наука, 2004. – 396 с.

7 Бобков, В.Е. Проблемы интерпретации данных сейсморазведки при с целью повышения эффективности поисков и разведки нефти в условиях Припятского прогиба / В.Е. Бобков // Молодой ученый. – Минск : Изд-во БГУ, 2016.

S.S. KSENZOV

**FEATURES OF SEISMIC EXPLORATION WORKS FOR PURPOSE OF  
OIL-PERSPECTIVE STRUCTURES ON THE TERRITORY OF PRYPYATSKY  
DAMPING**

*Due to the gradual depletion of reserves of combustible minerals in the territory of the Republic of Belarus, 2D seismic data is processed, as well as gradual coverage of the territory of the Pripjat Trough with 3D seismic surveys.*

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ