

УДК 550.837.6

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПОИСКОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ В КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ УКРАИНЫ

**Шеремет Е. М., Тиркель М. Т., Туманов В. В.,
Агаркова Н. Г., Николаев И. Ю., Семенов А. В.**
(УкрНИМИ НАН Украины, г. Донецк, Украина)

Протягом тривалого періоду (1998-2010 р.) УкрНДМІ НАН України проводить дослідження з виявлення покладів вуглеводневої сировини геоелектричними методами в Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ), на узбережжі Азовського моря, у континентальній частині Керченського півострова, у Добруджі. У статті розглянуті результати цих робіт.

For a long time (1998 – 2010) UkrNIMI NANU has been carrying out investigations to delineate hydrocarbon stock deposits employing geoelectrical methods in the Dnieper-Donets cavity (DDC), at the coast of the Azov Sea, in the continental part of the Kerch peninsula in Dobrudja. In article results of these works are considered.

Предпосылками применения геоэлектрического метода АМТЗ, разрешающая способность которого по глубине составляет 0,5 – 2,0 км, стали наблюдения об эпигенетическом преобразовании пород, залегающих над нефтяной залежью. В процессе эпигенетических преобразований резко меняются физические свойства пород, сопротивление которых увеличивается в 5 – 10 раз, вследствие процессов выщелачивания гидрослюд, монтмориллонита, полевых шпатов и выноса кальцита. Анализ распределения сопротивлений показал, что повышенные значения сопротивления приурочены к областям скопления углеводородного сырья.

Технология поиска нефти и газа методом АМТЗ включает в себя следующие этапы анализа и обработки данных:

- построение геолого-геофизической модели по данным электрокаротажа скважин;
- построение блочной модели по геолого-геофизической модели электрокаротажа скважин;
- построение геоэлектрических разрезов и карт по данным полевых наблюдений;
- сопоставление геоэлектрических разрезов с геолого-геофизической моделью по данным электрокаротажа скважин;
- прогноз участков, перспективных на нефть и газ.

В 1997 – 2000 годы УкрНИМИ НАНУ разработана технология оконтуривания нефтегазовых месторождений электроразведочным методом АМТЗ в пределах Северного борта ДДВ [1], выполнены полевые электроразведочные работы на двух эталонных месторождениях углеводородов и шести перспективных площадях: Юльевської, Безлюдівської, Белогорівської, Любашівської, Богодухівської Гашинівської, Гранатовської-1 и Гранатовської-2. Начиная с 2003 года и по 2007 год, отдел электромагнитных методов исследований УкрНИМИ НАНУ выполнял НИР в Северной части ДДВ. В 2009 году, с целью исследования перспективного на нефтегазоконденсатное сырье района в пределах Преддубовинского палеозойского прогиба (Татарбунарский и Саратовский районы Одесской области) были выполнены геоэлектрические исследования в зоне сочленения Восточно-Европейской и Западно-Европейской платформ (Добруджа).

В настоящей статье приводятся результаты геоэлектрических исследований методом АМТЗ на Краснодаркульской площади ДДВ в пределах Казачьей структуры и в Северной Добруджи.

Краснодаркульская площадь ДДВ

Исследуемая площадь находится в пределах северо-восточного фланга Северного борта Днепровско-Донецкой впадины вблизи его границы с южным склоном Воронежского кристаллического массива.

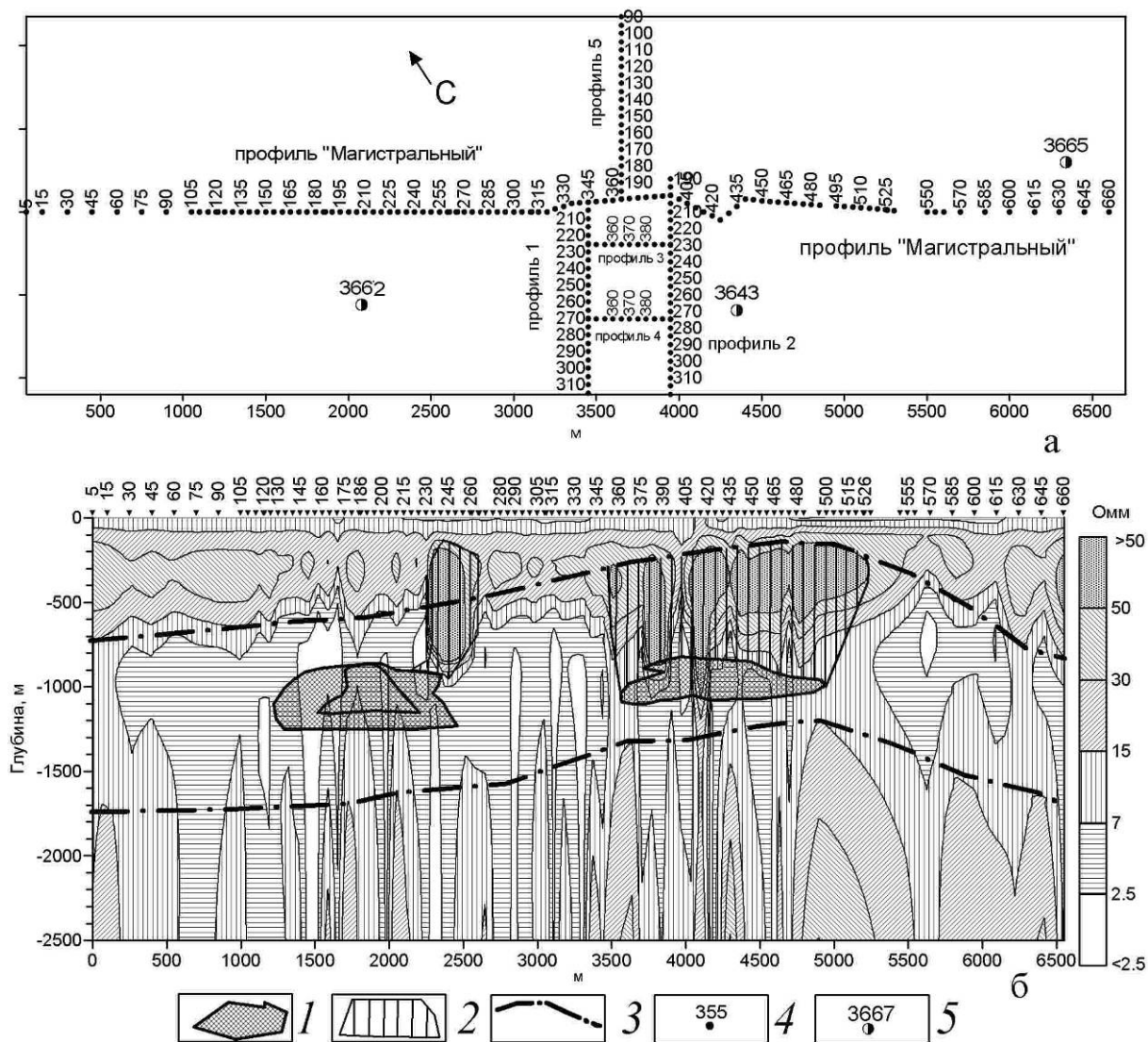
Перспективы нижнекаменноугольных отложений на нефтегазоконденсатное сырье в Северном Донбассе связаны, в основном, с карбонатными рифогенными отложениями с высокими

коллекторскими свойствами. Максимальная плотность скопления углеводородов приурочена к восточной части Северо-Донбасского нефтегазоносного района, в российской части которого открыты нефтяные залежи, причем наблюдается закономерная приуроченность газовых залежей к пластам песчаников и трещиноватых известняков среднего карбона и нефтяных залежей к органогенным известнякам. В этом же районе расположено самое крупное нефтегазоносное месторождение Северного Донбасса – Марковское. В непосредственной близости от Краснодаркульской площади расположено Крутовское месторождение с двумя нефтяными залежами в кавернозных органогенных карбонатах серпуховского яруса.

О перспективности Краснодаркульской площади свидетельствуют многочисленные нефтепроявления, отмеченные при структурно-поисковом бурении в свитах C_2^6 - C_2^7 .

Основой для планирования исследований Казачьей структуры методом АМТЗ послужили данные сейсморазведочных работ Луганской геофизической экспедиции. По данным сейсморазведочных работ методом общей глубинной точки (МОГТ) был построен динамический сейсмический разрез, на котором впоследствии были выделены две зоны, интерпретируемые как углеводородные ловушки. Разрешающая глубинность сейсмического разреза – 2000 м. Длина профиля – 8500 м. По линии сейсморазведочного профиля, охватывая вышеуказанные зоны, пройден профиль АМТЗ «Магистральный». Профиль «Магистральный» повторяет линию сейсморазведочного профиля в плане размещения точек наблюдений. Предварительно перед началом геоэлектрических исследований была построена геолого-геофизическая модель по данным электрокаротажа четырех буровых скважин глубиной около 800 м, расположенным непосредственно на участке работ, а также привлечены материалы глубокой скважины, удаленной от участка, но пробуренной в геологических условиях, аналогичных условиям участка исследований.

Построение геоэлектрического разреза по профилю АМТЗ «Магистральный» выявило ряд высокоомных аномалий, которые явились основанием для проведения дополнительных профилей (рис. 1б).

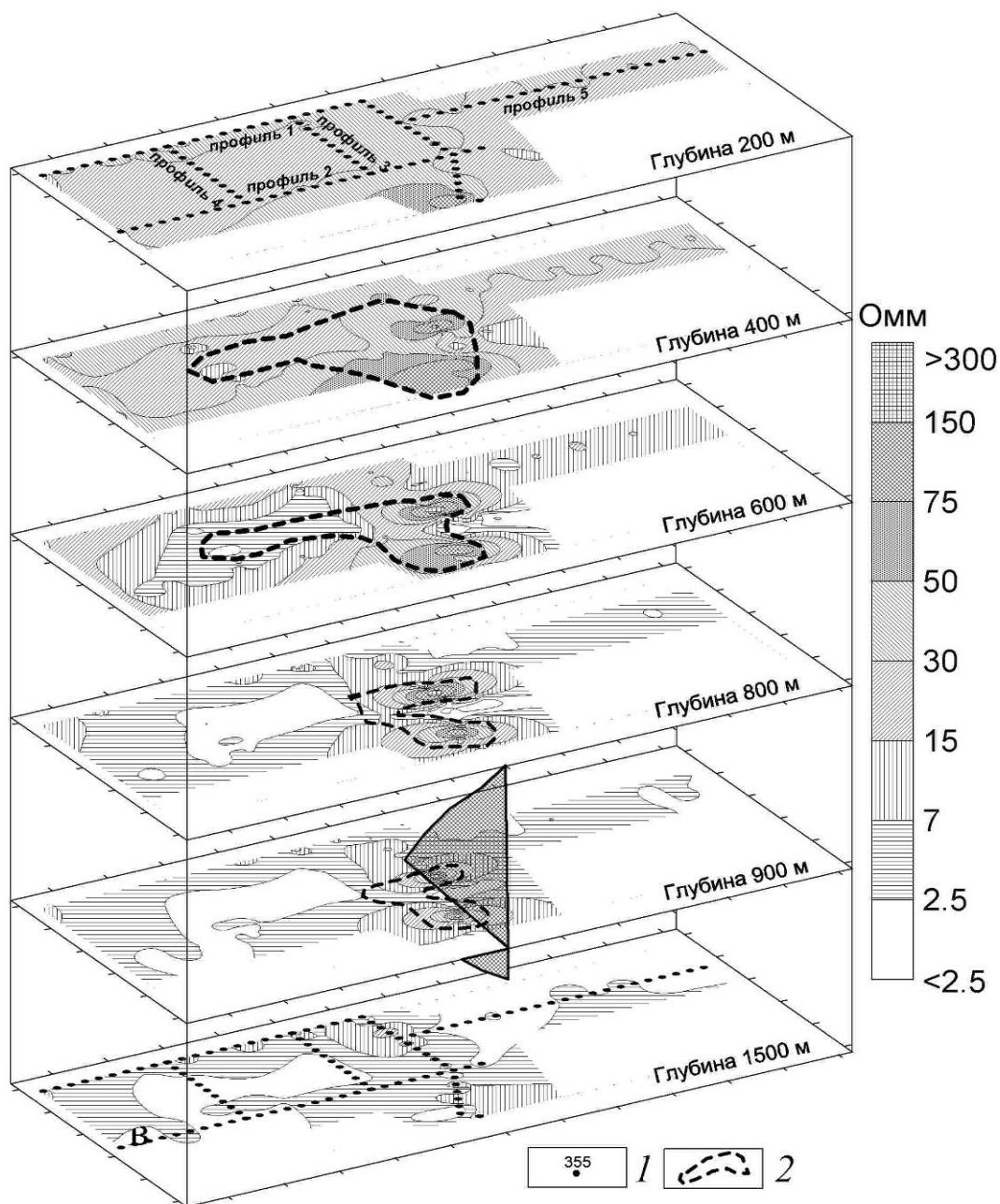


а – схема расположения точек АМТЗ; б – геоэлектрический разрез по профилю Магистральный. 1 – предполагаемые углеводородные ловушки по данным сейсморазведки; 2 – зона насыщения углеводородными флюидами по данным АМТЗ; 3 – контур низкоомной структуры, выделенной по локальным экстремумам изоом (обводненные породы); 4 – точка АМТЗ и ее номер; 5 – скважина и ее номер

Рис. 1. Результаты геоэлектрических исследований методом АМТЗ на Казачьей структуре Краснодаркульской площади

Результаты геоэлектрических исследований отображены в виде объемной модели погоризонтных глубинных планов площади высокоомной аномалии над структурной ловушкой (рис. 2).

Отчетливо видно, что аномалия имеет наибольшее площадное распространение на горизонте 400-600 м и затухает на глубине 900 м.



1 – точка АМТЗ и ее номер; 2 – контур высокоомной аномалии по значениям продольного и поперечного электросопротивления (перспективная площадь)

Рис. 2. Погоризонтное распределение значений продольного электросопротивления на Казачьей структуре Краснодарской площади

По данным обобщенной геологической модели ниже песчано-алевролит-аргиллитовой толщи верхней части (от 150 до 750 – 800 м) геологического разреза со значениями сопротивлений в интервале 15 – 30 Ом·м с глубины 900 м должны идти известняки с сопротивлениями в 25 – 60 Ом·м. Но, фактически, по данным геоэлектрических разрезов (1D и 2D-инверсии) этого не наблюдается, а, напротив, на глубинах 0,9 – 1,75 км толща пород характеризуется весьма низкими значениями электросопротивлений в 2,5 – 5 Ом·м, которые обычно присущи высокопроводящим породам. Это может быть обводненная алевролит-аргиллитовая толща или чрезвычайно пористо-трещиноватые карбонатные породы с заполненными водой пустотами. В самом разрезе по данным 2D-инверсии сопротивления пород начинают расти лишь с глубины 1,8 км.

По результатам проведенных исследований предложены два варианта интерпретации природы высокоомных аномалий.

Вариант I. Если исходить из того, что структурная ловушка по данным сейсморазведки находится в толще обводненных пород, представленной известняками, то тогда следует ожидать, судя по геоэлектрическим высокоомным аномалиям, наличие в ее пределах газоконденсатных залежей. Бурение должно подтвердить подобное предположение.

Вариант II. Структурные ловушки по данным сейсморазведочных работ приурочены к границам раздела более высокоомной (15 – 30 Ом·м) алевролит-аргиллитовой и низкоомной (2,5 – 5,0 Ом·м) толщам пород. Низкоомная часть геологического разреза предположительно сложена обводненной алевролит-аргиллитовой толщей, которая является практически неперспективной на залежи углеводородного сырья. Следовательно, рассматриваемые структурные ловушки являются ложными.

Геоэлектрические аномалии над ними отображают единый процесс преобразования толщ пород за счет флюидов, исходящих от газоконденсатных залежей, находящихся на глубинах более 1,8 км (область значений электросопротивлений 30 – 75 Ом·м). В этом варианте, глубина бурения скважин должна быть увеличена до 1,8 – 2,0 км.

Геоэлектрические исследования в зоне сочленения Восточно-Европейской и Западно-Европейской платформ (Северная Добруджа).

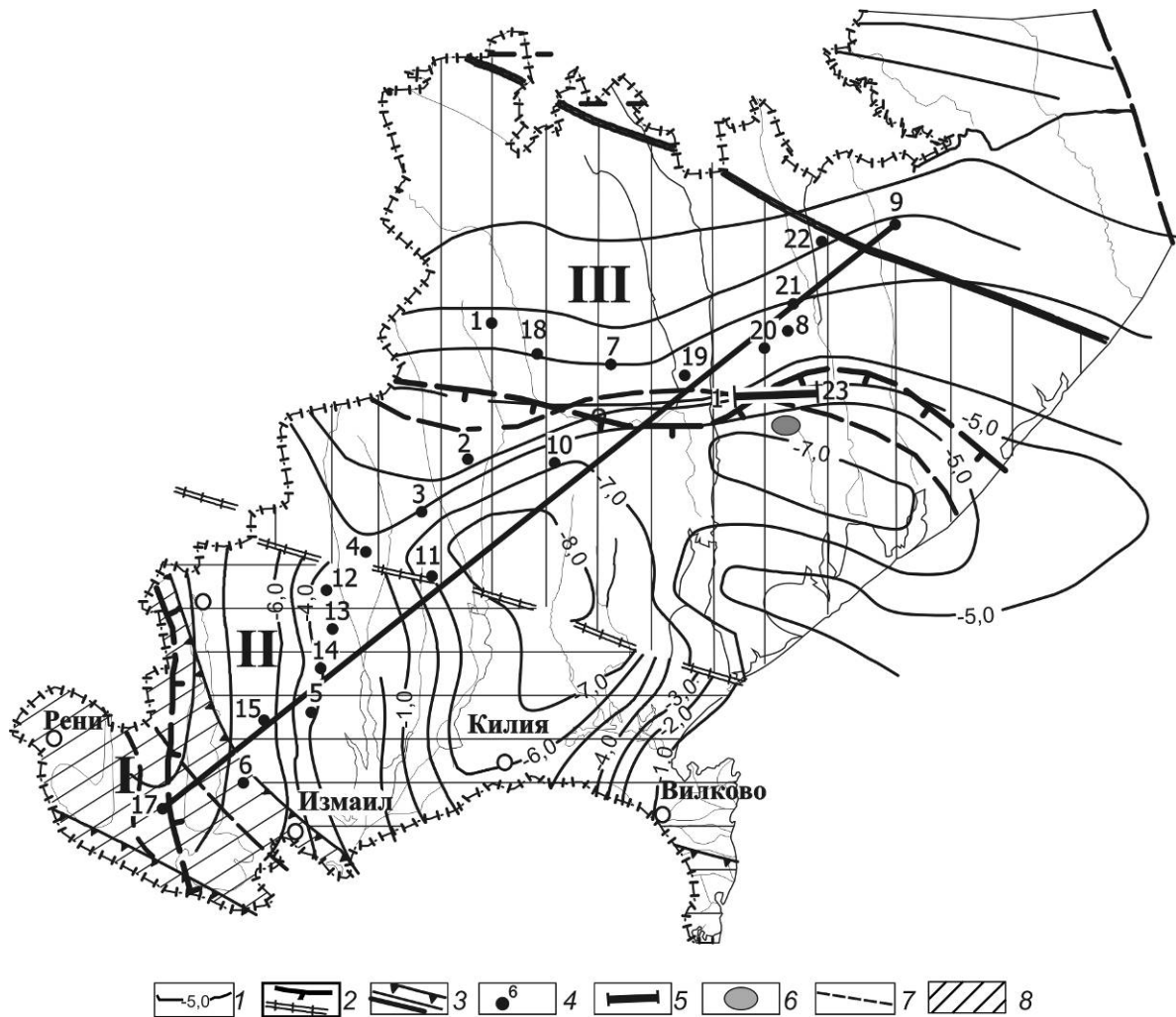
Согласно [2] на исследуемой территории (Татарбунарского и Саратовского районов Одесской области) небольшие по запасам (до 3 млн. т.) месторождения нефти в отложениях верхнего и среднего девона на глубинах 2600 – 3300 м, открытые в 70-ые годы, связаны с локальными поднятиями (Восточно-Саратское, Жолтоярское и др.) в пределах Преддобруджинского палеозойского прогиба. Продуктивная толща сложена переслаивающимися известняками, доломитами и ангидритами с локальными прослойками мергелей.

В 1990 – 2001 гг. на исследуемой территории НПП «Геопром» вместе с Институтом прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии выявлены аномальные участки, расположенные параллельно речной долине реки Днестр и Днестровскому заливу. По мнению авторов [2], аномалии электромагнитного поля следует связывать с возможной нефтеносностью рифогенных образований силурийского возраста на глубинах 1200 – 1400 м, а также с возможными залежами в отложениях нижнего девона и верхнего протерозоя-кембрия. Многими исследователями в публикациях по перспективам нефтегазоносности палеозойских отложений Преддобруджинского прогиба [3-5] также отмечается, что «главные перспективы на нефть и газ в Преддобрудже стоит связывать с карбонатными (рифогенными) образованиями».

Геоэлектрические разрезы по результатам 1D инверсии.

Профиль «Рени-Беляевка» (рис. 3) расположен в юго-западной части Одесской области. Начало профиля находится в двух километрах к северу от с. Новосельское (между г. Рени и г. Измаилом), конец профиля – в четырех километрах к северо-востоку от с. Подгорное (неподалеку от г. Белгород-Днестровский). Длина профиля 155 км. Общее количество наблюдений по профилю – 21 пункт. Среднее расстояние между пунктами – 7 км. На каждом пункте наблюдений проводились исследования методами МТЗ и АМТЗ. Линия X ориентировалась на север, линия В – на восток.

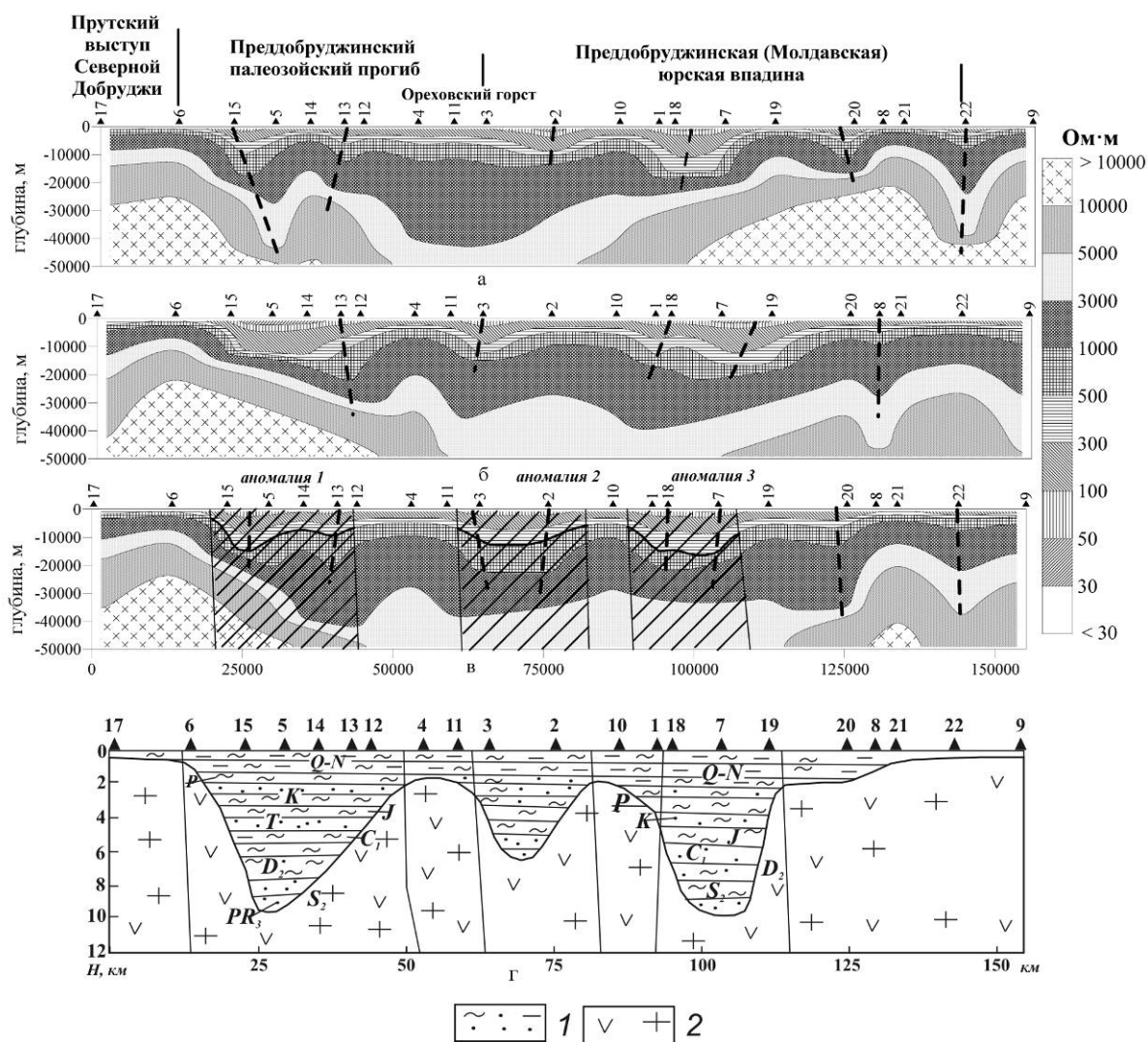
Профіль пересекає послідовно з юго-востока на северо-восток складчасту структуру Прутського виступа Северної Добруджі, Преддобруджинський палеозойський прогиб, Преддобруджинську (Молдавську) юрську впадину.



1 – изолинии поверхности фундамента; 2 – границы тектонических структур; 3 – тектонические нарушения; 4 – пункты МТЗ и АМТЗ; 5 – линия профиля АМТЗ; 6 – Восточно-Саратское нефтяное месторождение, 7 – тектонические нарушения по данным АМТЗ; 8 – перспективные участки. I – складчатое сооружение Прутского выступа Северной Добруджи; II – Преддобруджинский палеозойский прогиб; III – Преддобруджинская (Молдавская) юрская впадина

Рис. 3. Тектоническая схема Днестровско-Прутского междуречья

Распределение электросопротивления на глубинном разрезе до 50 км (частота 0,02 – 8,00 Гц) (рис. 4) свидетельствует об увеличении значений сопротивления от низких (30 – 100 Ом·м) на глубинах до 10 км к высоким (300 – 3000 Ом·м) с последовательным увеличением значений от 300 – 500 Ом·м с глубины 10 км.



- 1 – кристаллические породы фундамента;
- 2 – осадочные породы чехла

Рис. 4. Результаты геоэлектрических исследований в Северной Добруджи

Разломы выделяются в виде низкоомных аномалий, как оси синклиналиподобных зон.

В геологическом отношении разрез с глубины 7 км до 10 км сложен осадочными отложениями нижнего кембрия и неопротерозоя, представленными гравелитами, песчаниками, аргиллитами, алевролитами. С глубины 10 км начинаются кристаллические породы фундамента – плагиограниты, кристаллосланцы и др.

Исходя из представлений о перспективности на углеводородное сырье тех тектонических структур, в которых наиболее полно по мощности представлены осадочные отложения всех структурных ярусов стратиграфического разреза района исследований, можно выделить такие структуры и на геоэлектрическом разрезе регионального профиля «Рени-Беляевка». На разрезе (см. рис. 4 в) до глубины 50 км такими перспективными структурами являются низкоомные (30 – 300 Ом·м) синклинале-образные аномалии: аномалия 1 – в Преддобруджинском палеозойском прогибе и аномалии 2 и 3 в Преддобруджинской (Молдавской) юрской впадине. На рис. 4 г представлен прогнозный разрез по данным геоэлектрических исследований с учетом данных бурения и стратиграфического разреза района. Из рисунка видно, что наибольшая мощность осадочных отложений покровного чехла фундамента находится в пределах выделенных перспективных аномалий 1-3.

Выводы

Электроразведочные работы методами АМТЗ и МТЗ способны при использовании предлагаемой нами технологи поисков выявлять перспективные площади на газоконденсатное сырье с поверхности. Для выяснения природы структурных ловушек они более эффективны в комплексе с сейсморазведочными методами.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Шеремет Е. М., Белявский В. В., Николаев Ю. И. и др. Прогнозирование геоэлектрическими и геохимическими методами перспективных участков на нефть и газ в пределах Днепровско-Донецкой впадины // Сборник научных трудов ДОНТУ. Серия горно-геологическая. – Донецк, 2003. – С. 119–126.

2. Самсонов А. И., Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н., Божежа Д. Н. О предпосылках нахождения залежей нефти и газа в Одесской области // Сб. докладов IV Международной конференции «Геодинамика и нефтегазоносные структуры Черноморско-Каспийского региона», Гурзуф, 9-14 сентября 2002 г. – Симферополь, 2003. – С. 237 – 242.
3. Дворянин Є. С., Лизун С. О., Лукін О. Ю. Нафтоперспективність рифогено-карбонатних комплексів Азово-Чорноморського регіону // Тектоника и нефтегазоносность Азово-Черноморского региона в связи с нефтегазоносностью пассивных окраин континентов. – Симферополь, 2000. – С. 62 – 64.
4. Курилюк Л. В. До питання про сучасний стан підготовки і виявлених перспективних об'єктів та якість геологічного обґрунтування напрямків геологорозвідувальних робіт на нафту і газ в Україні // Тектоника и нефтегазоносность Азово-Черноморского региона в связи с нефтегазоносностью пассивных окраин континентов. – Симферополь, 2000. – С. 126 – 127.
5. Мачулина С. А., Гавриш В. К. О перспективах нефтегазоносных палеозойских отложений Предобруджинского прогиба в свете анализа новых геологических данных // Тектоника и нефтегазоносность Азово-Черноморского региона в связи с нефтегазоносностью пассивных окраин континентов. – Симферополь, 2000. – С. 148 – 149.