

## ТЕХНОЛОГИЯ ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ: РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ АПРОБАЦИИ ПРИ ПОИСКАХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ ЗЕМНОГО ШАРА. ЧАСТЬ I

Н.А. Якимчук<sup>1</sup>, И.Н. Корчагин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии,  
пер. Лабораторный, 1, г. Киев, 01133, Украина, e-mail: yakymchuk@gmail.com*

<sup>2</sup>*Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины,  
просп. Акад. Палладина, 32, г. Киев, 03680, Украина, e-mail: korchagin.i.n@gmail.com*

Приведены материалы дополнительной апробации мобильных прямопоисковых методов частотно-резонансной обработки и интерпретации спутниковых снимков и фотоснимков в различных регионах мира. В Каспийском регионе на площадях обследования зафиксированы отклики на резонансных частотах нефти, газоконденсата, газа и установлено наличие вертикальных каналов миграции флюидов и минерального вещества. Материалы работ на лицензионных участках в Днепровско-Донецкой впадине и крупных блоках в районе о-ва Крит свидетельствуют о том, что мобильную технологию можно использовать для повышения инвестиционной привлекательности лицензионных блоков и участков. Участки добычи и находок янтаря заслуживают детального изучения с целью обнаружения возможных скоплений углеводородов в разрезе в районах их расположения. Скопления углеводородов могут быть также обнаружены в нижних горизонтах угольных бассейнов, в пределах глубинных каналов миграции флюидов и минерального вещества. Сканированием разреза на двух площадях в Прикаспийской впадине установлено наличие глубинных каналов с корнями на глубинах 195 и 723 км, заполненных солью. В контурах этих каналов определены интервалы откликов на резонансных частотах нефти, в том числе на глубине 57 км. Участки расположения соляных каналов, штоков и шахт также можно считать перспективными на обнаружение нефти, конденсата и газа. Результаты исследований на локальных участках в сланцевых бассейнах Eagle Ford (США) и Vaca Muerta (Аргентина) свидетельствуют о наличии в этих бассейнах скоплений углеводородов в традиционных коллекторах в нижних горизонтах разреза. Апробация разработанных прямопоисковых методов показала их работоспособность, эффективность и целесообразность практического применения при поисках и разведке рудных и горючих полезных ископаемых.

**Ключевые слова:** прямые поиски, вертикальный канал, вулкан, глубинное строение, разрез, нефть, газ, водород, янтарь, соль, алмаз, кимберлиты, химические элементы, спутниковые данные, мобильная технология, аномалия, обработка данных дистанционного зондирования Земли, интерпретация, вертикальное зондирование.

**Введение.** На протяжении многих лет авторы целенаправленно исследуют проблему разработки мобильных и малозатратных методов и технологий «прямых» поисков и разведки рудных и горючих полезных ископаемых [2, 5–8, 13]. В течение последних трех лет проводилось тестирование модифицированных частотно-резонансных методов обработки спутниковых снимков и фотоснимков, а также разработанной на их основе методики оперативной интегральной оценки перспектив нефтегазоносности крупных поисковых блоков и локальных участков [15, 30]. Эти мобильные прямопоисковые методы широко апробированы в процессе проведения геофизических исследований в Украинской морской антарктической экспедиции в ноябре–декабре 2018 г. [14, 29]. Полученные в экспедиции результаты продемонстрировали и подтвердили работоспособность и эффективность указанных методов, а также возможность их использования при решении разнообразных геолого-геофизических, гидрологических и инженерно-геологических за-

дач. В настоящей статье представлены результаты масштабной апробации разработанных мобильных методов в разных регионах мира.

**Методы исследований.** При проведении экспериментальных исследований целенаправленно применялись методы частотно-резонансной обработки и декодирования спутниковых снимков и фотоснимков, вертикального сканирования (зондирования) разреза с целью определения (оценки) глубин залегания и мощностей различных комплексов пород и искомым полезным ископаемым, а также методика интегральной оценки перспектив нефтегазоносности локальных участков и крупных блоков [14, 15, 30].

Важными компонентами в использованных модификациях прямопоисковых методов являются базы (наборы, коллекции) химических элементов, минералов, образцов нефти и конденсата, а также осадочных, магматических и метаморфических пород, резонансные частоты которых используются в процессе обработки спутниковых снимков. Коллекция образцов нефти в базе включает в себя 117

экземпляров, газоконденсата — 15 образцов. База осадочных пород состоит из 11 групп, а коллекция фотоснимков магматических и метаморфических пород — из 18 групп [14]. Фотоснимки наборов образцов осадочных, метаморфических и магматических пород заимствованы из электронного документа на сайте [12].

Некоторые результаты, полученные с применением используемого набора мобильных прямопоисковых методов, представлены в публикациях [14–17, 29–32].

При исследованиях на локальных участках или в пределах крупных блоков (а также их более мелких фрагментов) выполнялась следующая последовательность действий.

1. На начальном шаге работ с использованием имеющихся частот образцов углеводородов (нефти, газоконденсата и газа) устанавливалось наличие (или отсутствие) в пределах блока (участка) обледования возможных скоплений нефти, газа и конденсата. На этом же шаге обработки снимков оценивалось наличие в разрезе некоторых других минералов и химических элементов — янтаря, угля, воды, сланцевого газа, газогидратов, углерода, водорода, кислорода.

2. Определялись группы осадочных пород, слагающих разрез обследуемого участка.

3. Устанавливалось наличие в разрезе группы магматических и метаморфических пород.

4. С помощью методики вертикального скани-

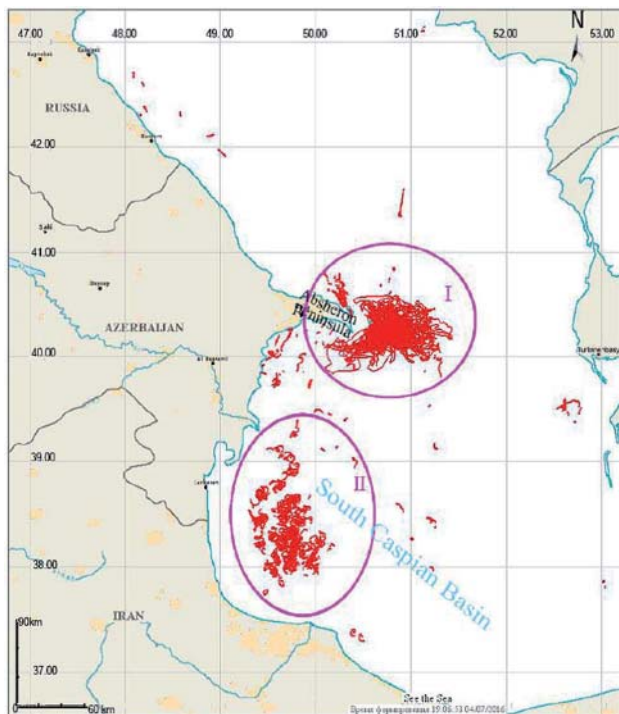
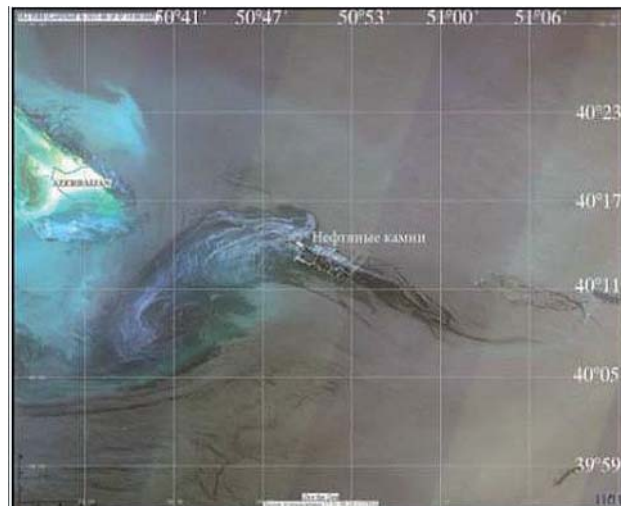
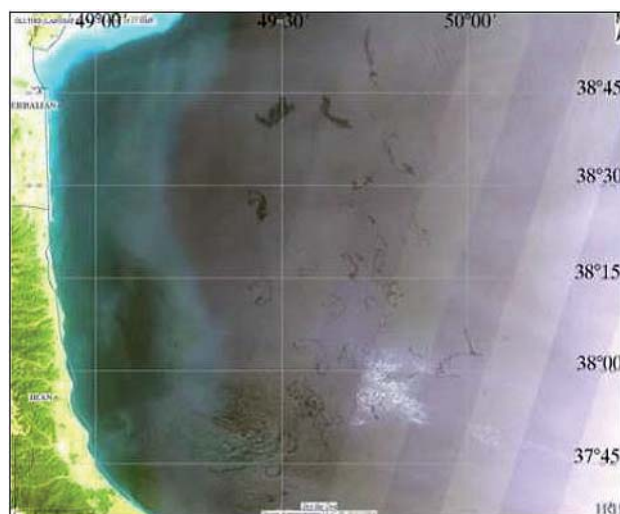


Рис. 1. Карта нефтяных slickов, выявленных по снимкам SAR в Каспийском море в 2010 г. [9, 25]

Fig. 1. Map of oil slicks revealed from SAR imagery in the Caspian Sea in 2010 [9, 25]



а



б

Рис. 2. Спутниковые снимки участков расположения нефтяных slickов [9, 25]. Пояснения в тексте

Fig. 2. Satellite images of oil slicks location areas [9, 25]

рования разреза определялись глубины залегания групп осадочных, а также магматических и метаморфических пород.

5. Оценивались глубины залегания (интервалы наличия) и мощности отдельных типов флюидов и минералов, наличие которых в разрезе было установлено на начальных шагах обработки снимков.

**Каспийский регион.** При проведении исследований прежде всего оценивались перспективы обнаружения скоплений углеводородов в глубинных горизонтах разреза.

**Зона нефтяных slickов в районе Нефтяные Камни.** Карты нефтяных slickов в Каспийском (рис. 1) и Черном морях, а также спутниковые снимки (рис. 2) участков нефтяных загрязнений представлены в статьях [9, 25].

С поверхности при обработке спутникового снимка участка (рис. 2, а) были зафиксированы отклики на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря.

Зарегистрированы также сигналы от 1–6-й групп осадочных пород, отклики от магматических и метаморфических пород отсутствовали.

Фиксацией откликов на различных глубинах (50, 150, 250, 300, 400, 470 км) положение корня глубинного канала (вулкана), заполненного осадочными породами, определено на глубине 470 км.

Подтверждено наличие границы на глубине 57 км, выше которой фиксируются отклики на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря, а ниже — водорода и углерода.

Сканированием разреза с глубины 200 м, шаг 1 м с переходом на шаг 5 м после глубины 5 км, определены следующие интервалы глубин откликов на частотах нефти, м: 1) 122–2670; 2) 3775–4900; 3) 8600–14900; 4) 17300–19000 (прослежено до глубины 20 км). Сканирование с целью фиксации интервалов откликов на резонансных частотах конденсата и газа не проводилось.

#### **Зона нефтяных сликов на юго-западе Каспия.**

При обработке спутникового снимка участка расположения нефтяных сликов в юго-западной части Каспия (рис. 2, б) зафиксированы отклики на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря, угля а также 1–6-й групп осадочных пород. Сигналы от магматических пород не зарегистрированы.

Фиксацией откликов от 3-й группы осадочных пород на различных глубинах (50, 150, 250, 350, 450 км) корень канала (старого) осадочных пород установлен на глубине 470 км.

На границе (глубине) 57 км получены отклики на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря.



Рис. 3. Блок Умид-Бабек с прилегающими структурами и нефтегазовыми месторождениями на спутниковом снимке местности

Fig. 3. Umid-Babek block with surrounding structures and oil&gas fields on the satellite image of area

Сканированием разреза с глубины 200 м, шаг 1 м, установлены следующие интервалы глубин откликов на частотах нефти, м: 1) 1180–2580; 2) 3940–5000; переход на шаг 5 м: 3) 11200–14450; 4) 16950–19350 (прослежено до глубины 20 км). Сканирование с целью фиксации интервалов откликов на резонансных частотах конденсата и газа не проводилось.

**Участок месторождения Умид-Бабек.** Информация о блоке Umid-Babek (в том числе расположение структур и месторождений углеводородов на рис. 3 заимствована из статьи [28].

При обработке фрагмента снимка участка расположения блока Умид-Бабек (оранжевый прямоугольный контур на рис. 3) с поверхности зафиксированы отклики на частотах нефти, конденсата, газа, янтаря, кислорода (слабый) и водорода (слабый), а также 1, 2-й (сильный), 3–5-й (сильный) и 6-й групп осадочных пород. Сигналы от магматических пород отсутствовали.

На глубине 57 км отклики от нефти, конденсата, газа и янтаря фиксировались, а водорода, углерода и кислорода не получены, на поверхности 57,1 км наоборот — только от водорода, углерода и кислорода.

Сканированием разреза с земной поверхности, шаг 1 м, установлены следующие интервалы глубин фиксации откликов на частотах конденсата, м: 1) 760–1000; 2) 1190–1450; 3) 1800–2300; 4) 2490–2650; 5) 3940–4580; 6) 4860–5410; 7) 5720–6300; 8) 6670–6950; 9) 7300–7400; 10) 7780–8700; с глубины 10 км — шаг 10 м: 11) 11 600–13 100; 12) 17 080–21 380; 13) 25 570–32 540; с глубины 34 км — шаг 500 м: 14) 39 500–55 100 м.

Интервалы регистрации сигналов на частотах нефти и газа не определяли.

**Участок месторождения Бахар.** В результате обработки фрагмента снимка в пределах участка Бахар (лиловый (верхний) прямоугольный контур на рис. 3) зафиксированы отклики на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря, а также 1–6-й групп осадочных пород. Сигналы от магматических пород не зарегистрированы.

Фиксацией откликов от группы 2 осадочных пород на различных глубинах (50, 150, 250, 350, 450 км) корень канала осадочных пород установлен на глубине 470 км.

Сканированием разреза с поверхности 200 м, шаг 1 м, установлены следующие интервалы глубин фиксации откликов на частотах нефти, м: 1) 1100–2400; 2) 2950–3080; 3) 3245–4000; 4) 4170–4850; 5); шаг 5 м: 5) 5320–5750; 6) 11520–13620; 7) 16590–19690 (прослежено до глубины 20 км).

Интервалы регистрации сигналов на частотах конденсата и газа не определяли.

**Поисковый блок Балыкши.** Обработанный спутниковый снимок блока показан на рис. 4. На первом этапе исследований проведена частотно-резонансная обработка спутникового снимка всего

блока. На следующем этапе снимок блока был разбит двумя перпендикулярными линиями на четыре отдельных фрагмента, частотно-резонансная обработка которых проводилась отдельно.



Рис. 4. Спутниковый снимок территории расположения блока Балыкши

Fig. 4. Satellite image of the territory of the Balykshi block

При обработке снимка всего блока с поверхности зафиксированы сигналы на частотах 1–6-й групп осадочных пород. Отклики от магматических пород отсутствовали.

Фиксацией откликов на различных глубинах от группы 3 осадочных пород установлено наличие вертикального канала миграции глубинных флюидов, заполненного осадочными породами. Отклики от указанной группы пород фиксировались до глубины 194 км; на глубине 195 км отклики отсутствуют. Можно сделать вывод, что корень этого канала расположен в слое плавления пород.

С поверхности на обследованном блоке зарегистрированы также сигналы на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря.

В пределах блока подтверждено наличие границы 57 км; до этой глубины фиксировались отклики на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря, ниже — водорода и углерода.

*Особенности результатов:* 1) сигналы (отклики) на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря; 2) наличие глубинного канала с корнем на глубине 194 км, заполненного осадочными породами; 3) наличие границы на глубине 57 км, ниже которой отклики от нефти, конденсата и газа отсутствуют.

*Фрагмент 1.* С поверхности на обследованном фрагменте блока зафиксированы сигналы (отклики) на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря.

На границе (поверхности) 56,9 км отклики на частотах осадочных пород и нефти отсутствовали. Сделан вывод о том, что в пределах фрагмента 1 блока нет корня глубинного канала, заполненного осадочными породами.

Сигналы на частотах нефти фиксировались на глубине 16 км, на глубине 17 км они уже отсутствовали. На поверхности 16 км зарегистрированы сигналы от 1–7-й групп магматических пород.

*Особенности результатов:* 1) сигналы (отклики) на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря; 2) отсутствие откликов на частотах нефти ниже глубины 17 км.

*Фрагмент 2.* С поверхности зафиксированы сигналы от 1–6-й групп осадочных пород; отклики от 1–7-й групп магматических пород фиксировались с задержкой более 7 с.

На поверхности (глубине) 16 км отклики от 1–4-й групп осадочных пород не фиксировались, а от 11-й (соль) — зарегистрированы. На этой же глубине зафиксированы сигналы от 1–7-й групп магматических пород. На поверхности 16 км отсутствовали также отклики на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря из нижней части разреза, а из верхней части такие сигналы зарегистрированы.

Глубинный канал миграции флюидов и минерального вещества в пределах этого фрагмента блока отсутствует.

Залежи нефти, конденсата и газа могут находиться в интервале разреза до глубины 16 км.

*Особенности результатов:* 1) сигналы (отклики) на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря; 2) отсутствие откликов на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря ниже глубины 16 км.

*Фрагмент 3.* С поверхности зафиксированы сигналы на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря, на глубине 16 км отклики от углеводородов и янтаря отсутствовали.

На глубине 16 км зарегистрированы также сигналы 1–6-й и 11-й (соль) групп осадочных пород и от 1–4, 6-й и 7-й групп — магматических.

*Особенности результатов:* 1) сигналы (отклики) на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря; 2) отсутствие откликов на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря ниже глубины 16 км.

*Фрагмент 4.* На поверхности (глубине) 16 и 56 км сигнал нефти зафиксирован. На глубине 57 км зафиксированы отклики на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря.

С поверхности фиксировались отклики от 1–6-й групп осадочных пород. На поверхности (границе) 16 км сигналы от магматических пород отсутствовали. Сигналы от группы 2 осадочных пород фиксировались до глубины 195 км.

*Особенности результатов:* 1) сигналы (отклики) на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря; 2) наличие глубинного канала с корнем на глубине 194 км, заполненного осадочными породами; 3) на-

личие границы на глубине 57 км, ниже которой отклики от нефти, конденсата и газа отсутствуют.

**Месторождение Кашаган.** Положение месторождения в Каспийском море показано на рис. 5; фрагмент снимка на участке его расположения обозначен прямоугольным контуром. Отметим, что месторождение Кашаган расположено к югу от поискового блока Балыкши (см. рис. 4, 5).

С поверхности на обследованном участке зафиксированы сигналы на частотах нефти, конденсата (сильный) и газа (слабый); отклики от янтаря отсутствовали.

Зарегистрированы сигналы только от 7-й (известняки) группы осадочных пород, от магматических пород отклики отсутствовали.



Рис. 5. Положение месторождения Кашаган относительно поискового блока Балыкши

Fig. 5. The position of the Kashagan field relative to the Balykshi prospecting block

Фиксацией откликов на различных глубинах (150, 250, 350, 450, 470 км) корень глубинного канала (вулкана), заполненного известняками, определен на глубине 470 км.

Подтверждено наличие границы 57 км: выше этой границы фиксируются отклики на частотах нефти, конденсата и газа. Однако сигналы на частотах янтаря на обследованной площади месторождения отсутствуют.

**Особенности результатов:** 1) сигналы (отклики) на частотах нефти, конденсата и газа; 2) отсутствие сигналов на частотах янтаря; 3) наличие глубинного канала с корнем на глубине 470 км, заполненного известняками (карбонатами); 4) наличие границы на глубине 57 км, ниже которой отклики от нефти, конденсата и газа отсутствуют.

**Центр Прикаспийской впадины.** В рамках проекта «Евразия» в центральной части Прикаспийской впадины планируется бурение параметрической скважины глубиной до 15 км. Положение проектной скважины показано на рис. 6. При обработке снимка локального фрагмента территории в центре впадины (рис. 7, прямоугольный контур) зафиксиро-

рованы отклики на частотах нефти, конденсата и газа, сигналы от янтаря отсутствовали. Подтверждено наличие границы 57 км, ниже которой отклики от нефти, конденсата и газа отсутствуют.

На обследованном участке зарегистрированы отклики только от соли (группа 11 осадочных пород). Фиксацией откликов от соли на различных глубинах (50, 150, 350, 450, 470, 480, 700, 720 км) корень соляного канала (вулкана) определен на глубине 723 км. Сканированием разреза с шагом 10 см верхняя граница соли определена на глубине 46 м;



Рис. 6. Карта-схема расположения опорной скважины «Каспий-1»

Fig. 6. Map-scheme of the «Caspian-1» reference well location

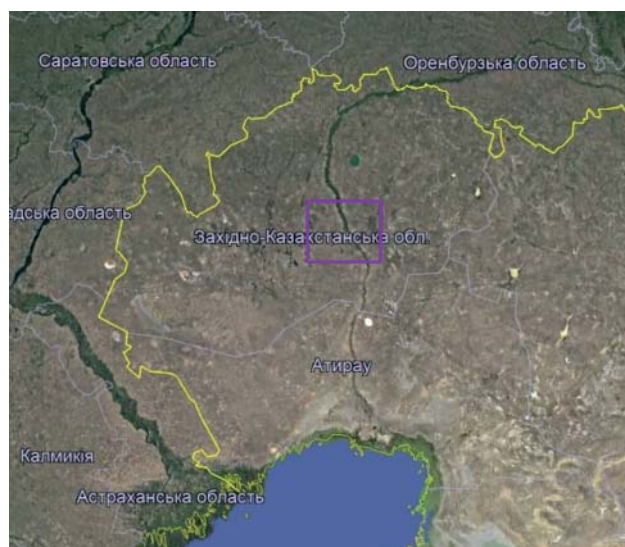


Рис. 7. Спутниковый снимок Прикаспийской впадины. Обработанный фрагмент снимка обозначен прямоугольным контуром

Fig. 7. Satellite image of the Caspian basin. The processed fragment of the image is indicated by a rectangular outline

отклики от соли фиксировались при сканировании разреза с разным шагом до глубины 723 км.

Зафиксированы следующие интервалы глубин откликов на частотах нефти при сканировании разреза с шагом 10 см, 1 и 10 м: 1) 70—3300; 2) 4950—6840; 3) 14500—16750 м (далее сканирование не проводилось).

На поверхности (глубине) 6 км зафиксированы также отклики от натрия, магния, алюминия, кремния, хлора, аргона, калия, серебра, палладия.

**Алтатинско-Ершовская зона.** В процессе интегральной оценки перспектив нефтегазоносности этой зоны использовались материалы из публикации [4]. Положение площади исследований в Прикаспийском регионе показано на рис. 8. Проведена частотно-резонансная обработка снимка (рис. 9), подготовленного с учетом схемы расположения блока на рис. 8 (приближенно).

С поверхности на участке расположения блока зарегистрированы отклики (сигналы) на резонансных частотах нефти, конденсата и газа, а также 11-й (соль) группы осадочных пород. Отклики от магматических пород не зарегистрированы. Не зафиксированы также сигналы от янтаря и угля.

Фиксацией откликов от 11-й группы осадочных пород на различных глубинах установлено наличие глубинного канала, заполненного солью, с корнем на глубине 194 км. Это слой плавления («жидкого» состояния) пород. Верхняя граница соли установлена с глубины 1,5 км. Отметим, что во всех выявленных исследованиями соляных каналах сигналы на частотах янтаря и угля не фиксируются.

При сканировании разреза определены следующие интервалы глубин откликов на резонансных частотах нефти, м: 1) 1620—2790; 2) 4260—6760; с глубины 7 км — шаг 5 м: 3) 13340—22580 (прослежено до глубины 25 км).

Интервалы глубин откликов на частотах конденсата и газа не определяли.

**Перспективный участок на северо-востоке Каспия.** При проведении работ использовались ма-

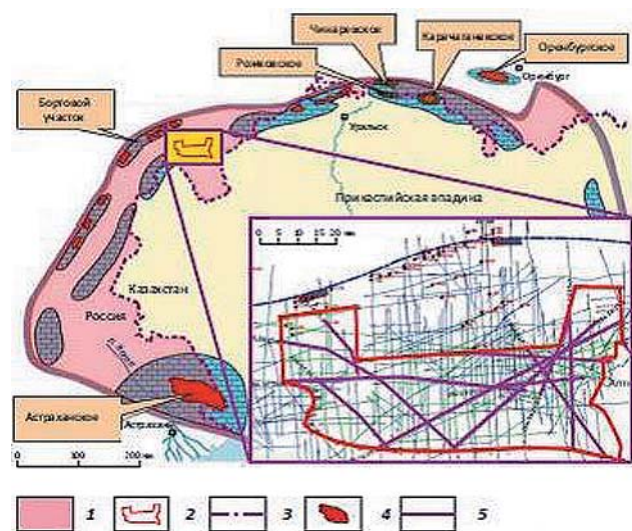


Рис. 8. Положение Алтатинско-Ершовской зоны в Прикаспийском регионе [4]: 1 — российская часть Прикаспия; 2 — участок исследования; 3 — государственная граница; 4 — месторождения углеводородов; 5 — профили МОГТ-2Д, обработанные ЦГЭ

Fig. 8. The position of the Altatinsk-Ershov zone in the Caspian region [4]: 1 — Russian part of Pre-Caspian; 2 — study area; 3 — state border; 4 — HC fields; 5 — seismic lines processed in CGE



Рис. 9. Спутниковый снимок Алтатинско-Ершовской зоны в Прикаспийском регионе

Fig. 9. Satellite image of the Altatinsk-Ershov zone in the Caspian region

териалы из публикации [1]. Проведена частотно-резонансная обработка снимка (рис. 10), подготовленного с учетом карты-схемы гравиметрических аномалий в статье [1] (приближенно).

С поверхности на участке обследования зарегистрированы отклики (сигналы) на резонансных частотах нефти, конденсата и газа, а также 8-й (доломиты) и 9-й (слабый сигнал) (мергели) групп осадочных (карбонаты) пород. Отклики от магматических пород не зарегистрированы. Не зафиксированы также сигналы от янтаря и угля.

Фиксацией откликов от 8-й группы осадочных пород на различных глубинах в пределах обследованного блока установлено наличие глубинного канала, заполненного осадочными породами 8-й и 9-й (отдельные элементы) групп, с корнем на глубине 470 км.

Интервалы глубин откликов на частотах нефти, конденсата и газа в пределах этого блока не определяли.

**Лицензионные блоки.** В последнее время для демонстрации потенциальных возможностей технологии интегральной оценки перспектив обнаружения скоплений углеводородов в пределах крупных блоков и локальных участков с ее использованием были проведены поисковые исследования демонстрационного характера на этапах получения лицензий



Рис. 10. Спутниковый снимок участка в северо-западной части Каспийского моря

Fig. 10. Satellite image of the area in the northwestern part of the Caspian Sea

на недропользование. Некоторые результаты работ описаны ниже.

**Украина.** Оценка перспектив нефтегазоносности четырех блоков (рис. 11) проведена на этапе лицензирования с целью подготовки дополнительных рекомендаций потенциальному покупателю лицензий. Информация о блоках (в том числе координаты) приведена в документе [26].

Результаты оперативно выполненных исследований сводятся к следующему.

**Блок А.** С поверхности зафиксированы сигналы на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря, а также 1–6-й групп осадочных пород. Отклики от магматических пород отсутствовали

Фиксацией откликов на различных глубинах в пределах обследованного участка установлено наличие вертикального канала миграции глубинных флюидов, заполненного осадочными породами. Отклики от групп 1–6 осадочных пород зафиксированы на глубинах до 200 км; можно сделать вывод, что корень этого канала расположен в слое плавления пород.

Сканированием разреза определены интервалы

глубин откликов на резонансных частотах нефти: с дневной поверхности, шаг 50 см: 1) 820–940; 2) 1390–1700; с глубины 3200 м — шаг 1 м: 3) 4775–4910; 4) 5680–5770; 5) 9080–10100 м (далее проследивание не проводилось).

Интервалы глубин откликов на резонансных частотах конденсата и газа не определялись.

По результатам обработки блок рекомендован для оформления лицензии.

**Блок Б.** С поверхности зафиксированы очень слабые сигналы на частотах нефти, конденсата, газа. Зарегистрированы также сигналы 1 (слабый), 2–5-й, 7–11-й групп осадочных пород, а также 1–5-й и 7–9-й групп магматических. Зафиксирован слабый сигнал на частоте водорода.

Для более обоснованного решения вопроса о целесообразности оформления лицензии на блок необходимо провести детальную обработку спутникового снимка блока.

По результатам обработки блок не рекомендован для оформления лицензии.

**Блок В.** С поверхности не зафиксированы сигналы на частотах нефти, конденсата и газа. Получены

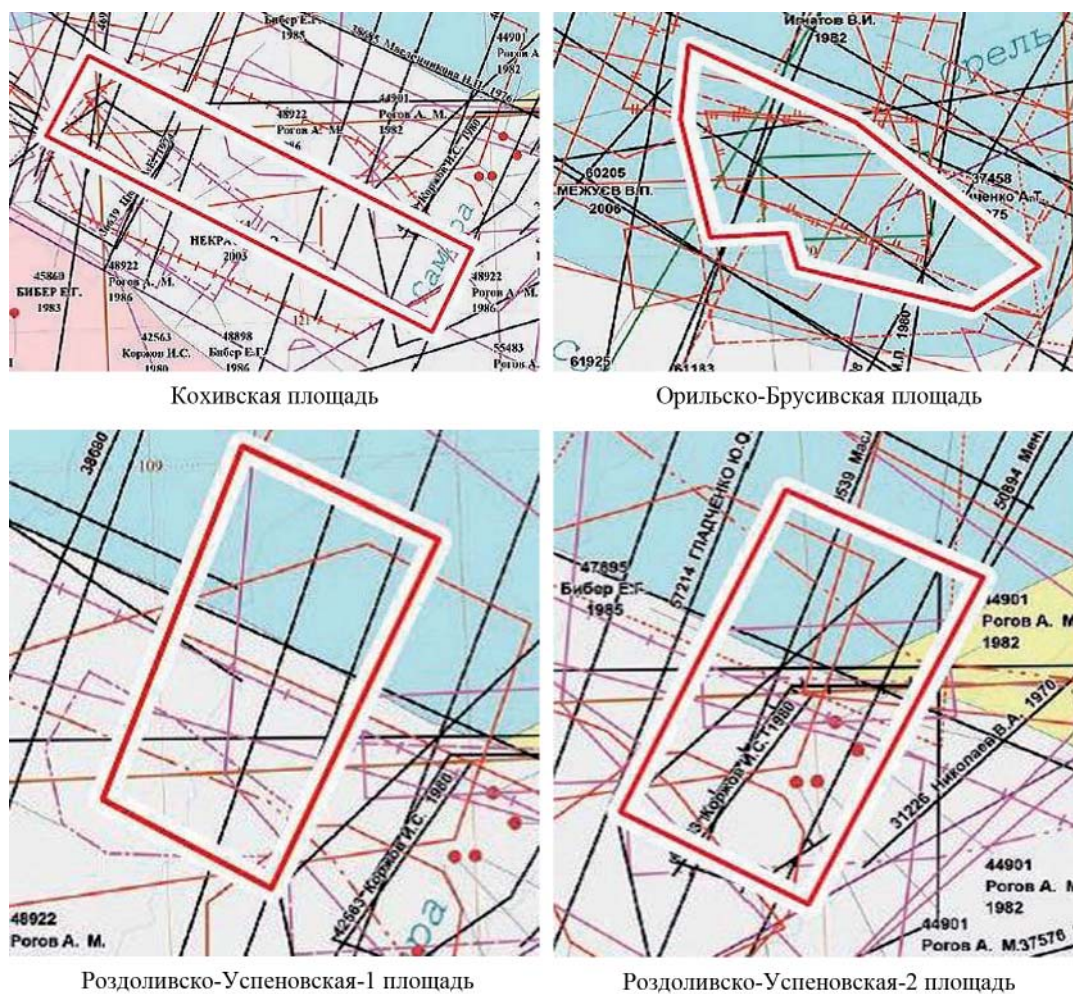


Рис. 11. Карты геофизических исследований и расположения сейсмических профилей в районах расположения поисковых площадей [26]

Fig. 11. Maps of geophysical surveys and the seismic profiles location on the prospecting areas [26]

сигналы от 2 (слабый), 3 (слабый), 4 (слабый), 5-й (слабый), 7—11-й групп осадочных пород и 1—5-й, 11—13-й групп магматических. Зарегистрирован слабый сигнал на частоте водорода.

Глубинного канала миграции флюидов и минерального вещества не обнаружено.

По результатам обработки блок не рекомендуется для оформления лицензии.

**Блок Г.** С поверхности на обследованном блоке зафиксированы очень слабые сигналы на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря. Зарегистрированы также сигналы 1—5-й, 11-й групп осадочных пород, а также 1, 6 и 7-й групп магматических пород. Зафиксирован слабый сигнал на частоте водорода.

Для более обоснованного решения вопроса о целесообразности оформления лицензии на блок необходимо провести детальную обработку спутникового снимка блока.

По результатам обработки блок не рекомендован для оформления лицензии.

**Район о-ва Крит (Греция).** На сайте [19] приведена информация о подписании соглашения компаниями Exxon Mobil, Total и Hellenic Petroleum на совместное геологическое изучение и бурение скважин в пределах двух блоков, расположенных к западу и юго-западу от о-ва Крит. На рис. 12 показано положение поисковых блоков в районе острова; розовым цветом обозначены участки проведения исследований. Подготовленные для частотно-резонансной обработки спутниковые снимки показаны на рис. 13. Результаты оперативной обработки спутниковых снимков двух блоков сводятся к следующему. Ниже не указывается, по какому блоку конкретно получены результаты частотно-резонансной обработки.

**Блок А.** С поверхности при частотно-резонансной обработке снимка отклики (сигналы) на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря не зафиксированы!

В пределах блока зарегистрированы отклики от 9 (мергели), 10 (кремнистые породы) (хороший сигнал) и 11-й (соль) групп осадочных пород. Сигналы от групп магматических пород не зафиксиро-

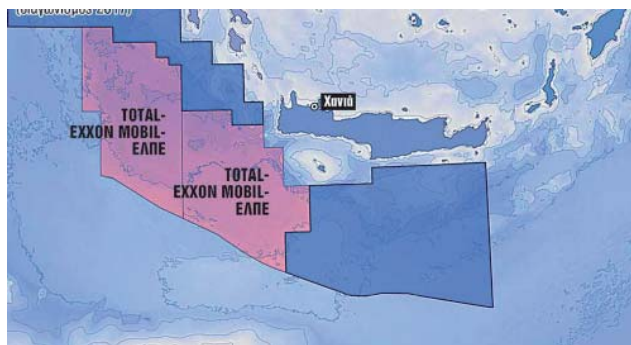


Рис. 12. Карта-схема расположения поисковых блоков в районе о-ва Крит (Средиземное море) [19]

Fig. 12. Map-scheme of search blocks location in the area of Crete island (Mediterranean Sea) [19]

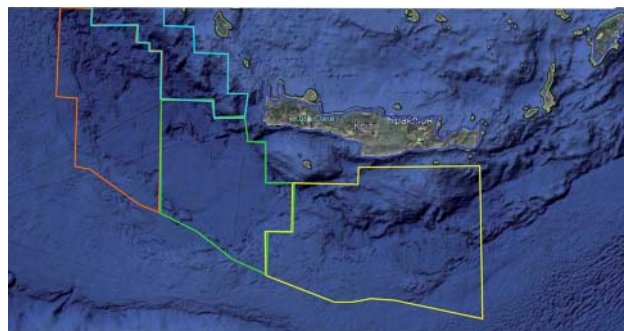


Рис. 13. Контуры поисковых блоков в районе о-ва Крит (Средиземное море) на карте Google Maps региона

Fig. 13. The contours of the search blocks in the Crete island area (Mediterranean Sea) on the Google Maps of region

ваны. Фиксацией откликов на различных глубинах в пределах блока установлено наличие глубинных каналов миграции флюидов, минерального вещества и химических элементов, заполненных солью (группа 11) и кремнистыми породами (группа 10). Корни этих каналов расположены на глубине 470 км. Нижняя граница группы 9 осадочных пород (мергелей) расположена в интервале глубин 6—7 км.

**Блок Б.** С поверхности зафиксированы отклики (сигналы) на резонансных частотах нефти, конденсата, газа и янтаря!

В разрезе блока установлено наличие 7-й (известняки) группы осадочных пород, отклики от всех групп магматических пород не зафиксированы. Фиксацией откликов на различных глубинах в пределах блока установлено наличие глубинного канала, заполненного известняками. Корень канала определен на глубине 470 км.

При сканировании разреза с земной поверхности, шаг 1 м, и с глубины 6 км, шаг 5 м, аномальные отклики (сигналы) на резонансных частотах нефти получены из семи интервалов разреза. Верхняя граница первого интервала определена на глубине 1700 м, а нижняя граница седьмого — на глубине 8980 м. Сканирование разреза проводилось только до глубины 10 км.

Сканирование разреза с целью определения интервалов глубин откликов на резонансных частотах конденсата и газа не проводили.

**Исследования на участках добычи янтаря и угольных месторождениях.** В публикациях [14, 31] представлены результаты применения мобильных прямопоисковых геофизических методов на участках добычи янтаря, а также приведены свидетельства в пользу его эндогенного происхождения. Эти материалы засвидетельствовали целесообразность выполнения такого плана работ в других регионах, в том числе в районах добычи янтаря и на локальных участках его обнаружения. Ниже анализируются материалы дополнительных исследований в данном направлении. Прежде всего обследовались участки добычи янтаря с целью обнаружения скоплений нефти,



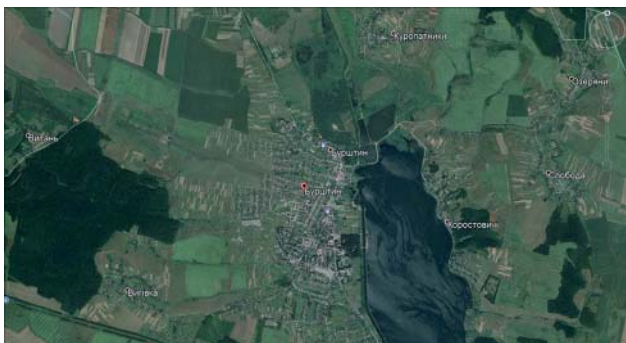


Рис. 14. Спутниковый снимок участка расположения населенного пункта Бурштын (Украина)

Fig. 14. A satellite image of the site of the Burshtyn settlement location (Ukraine)



Рис. 15. Спутниковый снимок участка расположения населенного пункта Бурштыново (Польша)

Fig. 15. Satellite image of the site of Burshtynovo settlement location (Poland)

газа и конденсата в глубинных горизонтах разреза.

**Район г. Бурштын (Украина).** Спутниковый снимок участка расположения г. Бурштын приведен на рис. 14. При его обработке зафиксированы отклики на частотах нефти, конденсата, газа (сильный), а также 3, 4 (слабый) — 7-й (очень сильный) групп осадочных пород и 7-й группы магматических пород.

Фиксацией откликов от пород на различных глубинах корень канала (вулкана) магматических пород (7 группа) определен на глубине 195 км, а 7-й группы осадочных пород (карбонаты) — на глубине 470 км.



а



б



в

Рис. 16. Спутниковые снимки и фотоснимки карьеров добычи янтаря: а — Россия (карьер Приморский); б — Германия (затопленный); в — Доминиканская Республика

Fig. 16. Satellite images and photographs of amber quarries: а — Russia (Primorsky quarry); б — Germany (flooded); в — Dominican Republic

На поверхности (границе) 57 км зафиксированы сигналы нефти, конденсата, газа и янтаря.

Сканированием разреза с земной поверхности, шаг 1 м, зафиксированы следующие интервалы глубин откликов на резонансных частотах нефти, м: 1) 790—1430; 2) 1750—2200; 3) 3200—4060; 4) 5000—5200 (далее не прослежено).

При сканировании разреза с земной поверхности, шаг 1 см, сигналы (сильные) на частотах янтаря зафиксированы начиная с глубины 1,1 м.

**Польша.** На рис. 15 показан спутниковый снимок участка расположения населенного пункта Бурштыново. Частотно-резонансной обработкой этого снимка зафиксированы отклики на резонансных частотах нефти, конденсата, газа и янтаря. Детально снимок не обрабатывали.

**Карьеры и участки добычи янтаря.** На сайте [27] размещены фотоснимки и спутниковые снимки карьеров добычи янтаря в России (карьер Приморский), Германии (затопленный) и в Доминиканской Республике (рис. 16). При частотно-резонансной обработке спутниковых снимков и фотографий этих карьеров зарегистрированы сигналы на резонансных частотах нефти, конденсата, газа и янтаря (в некоторых случаях достаточно интенсивные).

На сайте [21] представлен фотоснимок участка добычи янтаря в Украине (рис. 17, а). В результате частотно-резонансной обработки фотоснимка зафиксированы отклики на резонансных частотах нефти, конденсата (сильные), газа и янтаря, а также от 1—6-й групп осадочных пород. Сигналы от магматических пород не зарегистрированы. Корень канала миграции глубинных флюидов, заполненный осадочными породами, определен на глубине 194 км. На поверхности (границе) 57 км зафиксированы сигналы от нефти, конденсата (сильные), газа и янтаря. Более детально снимок не обрабатывали.

На сайте [20] приводятся фотоснимки участка опытной добычи янтаря в Беларуси (рис. 17, б). Частотно-резонансной обработкой одного из фотоснимков зафиксированы отклики на резонансных частотах нефти, конденсата, газа и янтаря. Детальная обработка фотоснимка не проводилась.



а



б

Рис. 17. Фотоснимки участков добычи янтаря. Пояснения в тексте  
 Fig. 17. Photos from the sites of amber extraction

**Англия.** Спутниковый снимок карьера янтаря в Англии показан на рис. 18. Информация об этом карьере приведена на сайте [22]. При обработке небольшого фрагмента этого снимка (обозначенного прямоугольным контуром) получены отклики на частотах нефти, конденсата, газа и янтаря, а также от 1–6-й групп осадочных пород. Сигналы от магматических пород не зафиксированы. Корень глубинного канала осадочных пород определен на глубине 194 м.

На поверхности (границе) 57 км фиксируются отклики от нефти, конденсата, газа и янтаря, на поверхности 57,1 км — сигналы от кислорода, углерода, водорода, фосфора, азота.

Сканированием разреза с земной поверхности, шаг 1 м, получены следующие интервалы глубин откликов на резонансных частотах нефти, м: 1) 450—1030; 2) 1620—2360; 3) 2770—3180; 4) 3630—4320; 5) 5700—7820; 6) 12550—14820 (прослежено до глубины 15 км).

При обработке всего снимка на рис. 18 зарегистрированы сигналы от сланцевого газа, янтаря, 2-й и 3-й групп осадочных пород. Корень канала осадочных пород установлен на глубине 194 км.

**Индия.** Снимок участка крупного месторождения янтаря в Индии показан на рис. 19. Обработанный небольшой фрагмент снимка, обозначенный прямоугольным контуром. Зафиксированы отклики на частотах конденсата, газа (сильный), янтаря,

газогидратов, воды и льда; сигналы от нефти отсутствовали.

Зарегистрированы сигналы от 1–6-й групп осадочных пород; от магматических пород отклики не получены.

Фиксацией откликов от группы 1 осадочных пород на различных глубинах (50, 150, 250, 350, 450, 550, 650, 750 км) корень канала (вулкана) осадочных пород установлен на глубине 723 км.

На поверхности (глубине) 57 км зарегистрированы сигналы от конденсата, газа, янтаря, газогидратов. Сигналы воды фиксируются до глубины 69 км.

Сканированием разреза, шаг 1 м, зафиксированы такие интервалы глубин откликов на частотах конденсата, м: 1) 890—2600; 2) 2830—3700; 3) 4880—5080; с глубины 5 км — шаг 5 м: 4) 8450—11700; 5) 13700—14000 (прослежено до глубины 15 км).

Интервалы глубин откликов на частотах янтаря определены сканированием с шагом 10 см: 1) 2—72; 2) 83—91 м (прослежено до глубины 100 м).

Сигналы на частотах бурого угля зафиксированы в интервале глубин 20—300 м, а газогидратов — в интервалах 550—880 и 920—1050 м.

Проведенные исследования на месторождении янтаря в Индии заставили авторов обратить внимание на следующие обстоятельства. Во-первых, участок обнаружения янтаря расположен в пределах месторождения бурых углей. Во-вторых, на обследованном участке не получены отклики на резонанс-

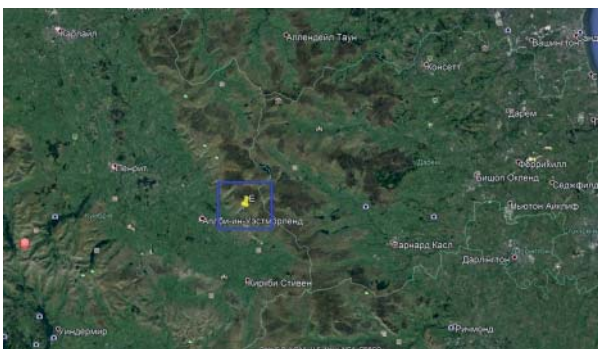


Рис. 18. Спутниковый снимок участка находок янтаря в Англии  
 Fig. 18. Satellite image of the amber finds site in England

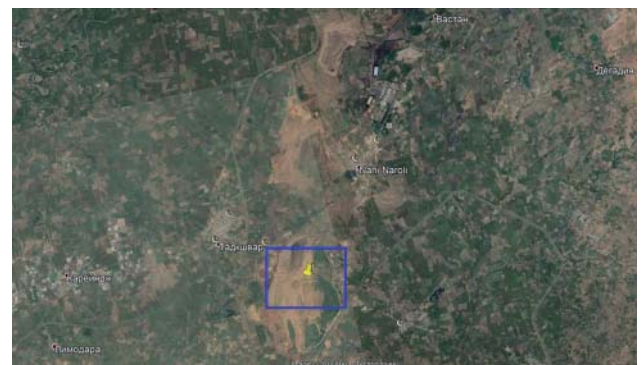


Рис. 19. Спутниковый снимок участка месторождения янтаря в Индии  
 Fig. 19. Satellite image of an amber deposit in India

ных частотах нефти, в том числе на поверхности (глубине) 57 км. В этой ситуации закономерно возникли следующие вопросы: «Получены ли отклики на резонансных частотах нефти на других месторождениях бурого угля? Не могут ли быть перспективными площади буроугольных месторождений на обнаружение конденсата, газа, янтаря и газогидратов в нижних горизонтах разреза?» В связи с указанным дополнительно исследовались месторождения углей (в том числе бурых) в Беларуси и Украине.

**Лельчицкое месторождение бурых углей (Беларусь).** Спутниковый снимок участка расположения месторождения представлен на рис. 20. При частотно-резонансной обработке снимка зарегистрированы сигналы от бурого угля, конденсата, газа (интенсивный), янтаря, газогидратов, 1, 2, 4–6-й групп осадочных пород. Сигналы от нефти и магматических пород отсутствовали.

Фиксацией откликов от первой группы осадочных пород на различных глубинах корень канала этих пород установлен на глубине 195 км.

Отклики от бурого угля при сканировании разреза с шагом 10 см и 1 м зафиксированы в интервале глубин 72–677 м.

Сигналы от янтаря зафиксированы на поверхности (границе) 677 м.

На глубине 57 км получены отклики от янтаря, бурого угля, газа, конденсата, воды, газогидратов; сигналы от нефти отсутствовали. На поверхности (глубине) 57,1 км отклики от перечисленных выше компонент (кроме воды) отсутствовали; отклики от воды зафиксированы до глубины 69 км. Сканированием разреза с поверхности, шаг 1 м, установлены следующие интервалы глубин откликов на частотах конденсата, м: 1) 90–320; 2) 680–1200; 3) 1750–2000; 4) 2500–3250; 5) 3980–4640; с глубины 5 км — шаг 5 м: 6) 6700–8720; 7) 12100–12800; 8) 14900–15400 (далее не прослежено).

Сканированием установлено также два интерва-

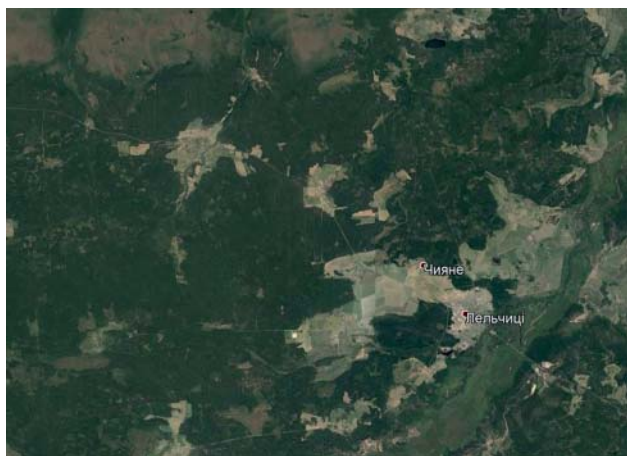


Рис. 20. Спутниковый снимок участка в районе Лельчицкого месторождения бурых углей (Республика Беларусь)

Fig. 20. A satellite image of the site in the region of the Lelchitskiy brown coal deposit (Republic of Belarus)

ла глубин откликов на частотах газа в верхней части разреза: 1) 90–200; 2) 430–750 м; глубже сканирование не проводилось.

**Участок в районе г. Червоноград (Украина).** На рис. 22 представлен спутниковый снимок территории Львовско-Волынского каменноугольного бассейна Украины. При обработке фрагмента этого снимка в районе г. Червоноград (обозначен на рис. 22 прямоугольным контуром) зафиксированы отклики (сильные) от бурого угля, конденсата, газа, янтаря, газогидратов, воды; сигналы от нефти отсутствовали.

С использованием образцов группы 1 осадочных пород корень глубинного канала осадочных пород установлен на глубине 723 км!

На поверхности (глубине) 57 км зарегистрированы отклики от воды, газогидратов, янтаря, газа; сигналы от нефти отсутствовали. Отклики от воды фиксировались до поверхности (глубины) 69 км.

Сигналы от бурого угля зарегистрированы в интервале глубин 12–215 м, янтаря — 12–64 м.



Рис. 21. Спутниковый снимок участка обследования в районе Новомосковского угольного месторождения (Украина)

Fig. 21. A satellite image of the survey site in the region of the Novomoskovsk coal field (Ukraine)

Сканированием разреза с поверхности, шаг 1 м, установлены следующие интервалы глубин откликов на частотах газа, м: 1) 50–530; 2) 1200–2100; 3) 2620–3800; 4) 4480–4820; шаг 5 м с глубины 5 км: 5) 7000–8750; 6) 10300–11600; 7) 12100–12550; 8) 13000–13700 м (прослежено до глубины 15 км).

**Новомосковское угольное месторождение (Днепропетровская область).** При обработке спутникового снимка площади в районе месторождения (рис. 21) зафиксированы сигналы от бурого угля, газогидратов, янтаря, газа, конденсата, 1-й и 2-й (очень слабый) групп осадочных пород; отклики от нефти и магматических пород отсутствовали.

Фиксацией откликов на различных глубинах корень канала осадочных пород определен на глубине 723 км.

На поверхности (границе) 57 км получены отклики от янтаря, газогидратов, газа, конденсата; сигналов от нефти не зафиксировано.

Сканированием разреза отклики от бурого угля

зарегистрированы в интервале глубин 4—98 м (шаг—10 см), а от янтаря — 170—265 м (шаг 1 м).

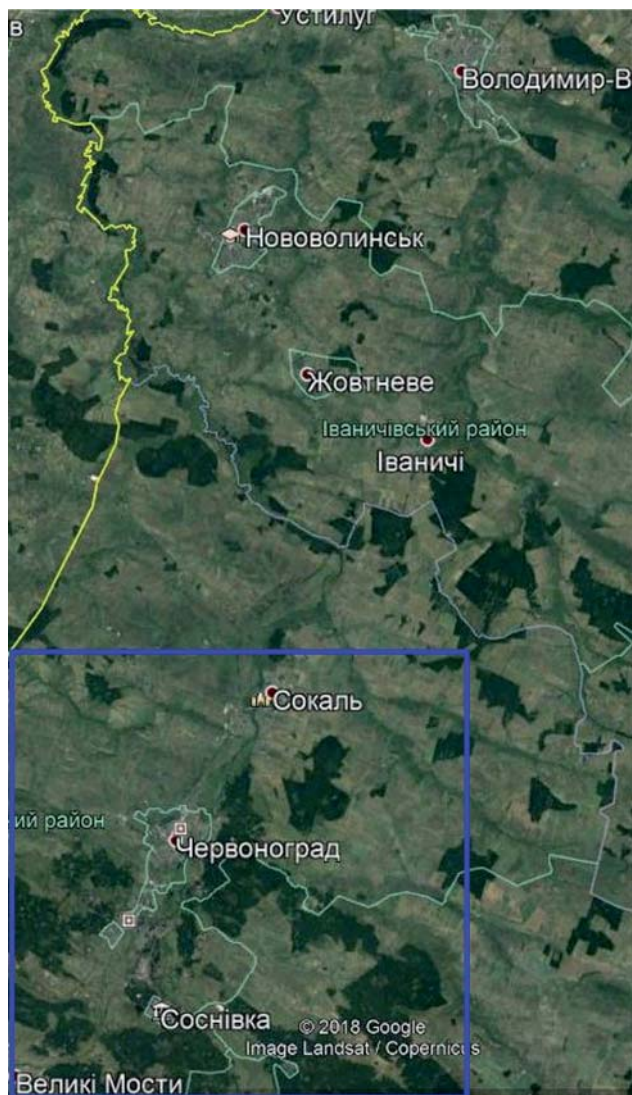


Рис. 22. Спутниковый снимок площади Львовско-Волынского угольного бассейна (Украина)

Fig. 22. Satellite image of the area of the Lviv-Volyn coal basin (Ukraine)

Сканированием разреза с поверхности (глубины) 100 м, шаг 1 м, установлены следующие интервалы глубин откликов на частотах газа, м: 1) 170—580; 2) 950—1430; 3) 1630—1720; 4) 2490—3100; 5) 3450—4170; 6) 4360—4770; шаг 5 м: 7) 6950—8950; 8) 14260—16400 (далее не прослежено).

При сканировании с использованием частот газоконденсата получены следующие интервалы глубин откликов, м: 1) 1570—2570; 2) 3250—3650; 3) 3950—4240; 4) 5050—5150; шаг 5 м: 5) 5600—6890; 6) 9300—10050; 7) 10870—13000 (прослежено до глубины 15 км).

**Львовско-Волынский угольный бассейн.** В процессе обработки всего снимка на рис. 22 зарегистрированы отклики от нефти, конденсата, газа, янтаря, угля и воды. Получены сигналы от 2 (слабый), 3 (сла-

бый), 4 (слабый), 5 (слабый), 6 (слабый), 7 (сильный), 8—11-й, групп осадочных пород и 1—10-й групп магматических пород.

Установлено наличие глубинного канала с корнем на глубине 723 км, заполненного магматическими породами 7-й группы, и каналов с корнями на глубине 470 км, заполненных осадочными породами и магматическими породами 6-й группы.

Сканированием разреза, шаг 10 см, 50 см и 1 м сигналы на частотах угля получены в интервале глубин 20—1130 м (прослежено до глубины 2 км).

Сканированием разреза с поверхности, шаг 1 м, отклики от нефти зафиксированы в следующих интервалах глубин, м: 1) 260—1280; 2) 1500—2600; 3) 3430—4570; 4) 5950—7950; переход на шаг 5 м: 5) 8650—9900; 6) 10850—13700 прослежено до глубины (15 км).

Отклики от нефти, конденсата, газа и янтаря получены также на поверхности (глубине) 57 км.

**Угольный бассейн в районе г. Караганда.** Снимок участка обследования представлен на рис. 23. При его обработке отклики от нефти, конденсата, газа и янтаря не зафиксированы, сигналы от угля получены. Зарегистрированы отклики от 2, 7 (очень слабый), 8, 11-й групп осадочных пород и 11, 12, 14-й (очень слабый) групп магматических пород.

Сигналы от угля фиксировались до глубины 1300 м, примерно на такой же глубине фиксировались отклики от соли из верхней части разреза.

Получены также отклики от алмазов. Корень канала группы 11 магматических пород (кимберлиты) установлен на глубине 195 км, а группы 8 осадочных пород (доломиты) — на глубине 723 км.

Отклики от алмазов получены в интервале глубин 85—110 км.

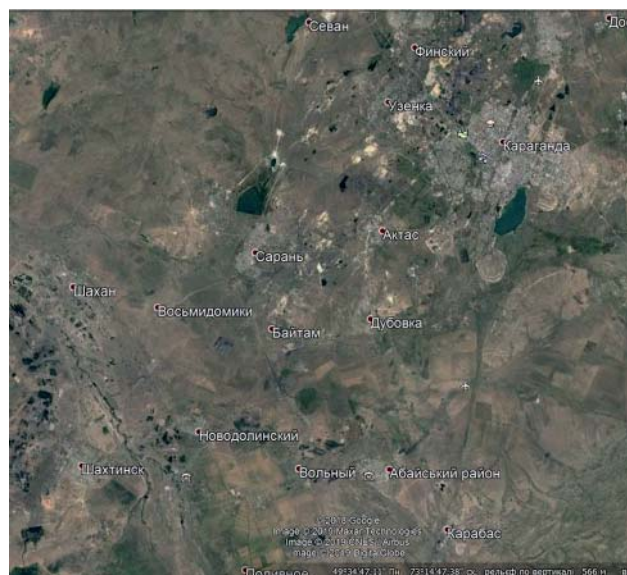


Рис. 23. Спутниковый снимок площади в районе Карагандинского угольного бассейна (Республика Казахстан)

Fig. 23. Satellite image of the area in the Karaganda coal basin (Republic of Kazakhstan)

Сигналы от водорода и базальтов не зарегистрированы при обработке фрагмента снимка локального участка, который на рис. 23 можно принять за зону водородной дегазации.

**Экибастузский угольный бассейн.** При частотно-резонансной обработке спутникового снимка (рис. 24) получены отклики от нефти, конденсата, газа, янтаря и 1–6-й групп осадочных пород; сигналы от магматических пород не зарегистрированы. Отклики от угля фиксировались примерно до глубины 1400 м.

Установлен глубинный канал осадочных пород с корнем на глубине 470 км.

Сканированием с шагом 1 м определены следующие интервалы глубин откликов от нефти, м: 1) 1450–3175; 2) 3690–4800; с глубины 5 км — шаг 5 м: 3) 5380–9700; 4) 10750–12800 (прослежено до 15 км).



Рис. 24. Спутниковый снимок площади в районе Экибастузского угольного бассейна (Республика Казахстан)

Fig. 24. Satellite image of the area in the region of the Ekibastuz coal basin (Republic of Kazakhstan)

**Исследования на участках расположения месторождений соли.** В процессе апробации используемых методов отклики на частотах углеводородов достаточно часто фиксировались на участках обнаружения глубинных каналов, заполненных солью. Напомним, что сигналы от нефти, конденсата и газа зарегистрированы также при проведении исследовательских работ в Прикаспийской впадине (см. выше). В связи с изложенным был выполнен небольшой объем рекогносцировочных работ с целью фиксации откликов от углеводородов и определения корней соляных каналов на участках расположения соляных шахт (рис. 25). Координаты расположения шахт, заимствованные из различных сайтов в Интернете, в статье не приводятся. Результаты работ рекогносцировочного характера сводятся к следующему.

**Соляная шахта в г. Величка (Польша).** При обработке фотоснимка зафиксированы отклики от соли

(очень сильный), нефти, конденсата и газа, сигналы от янтаря отсутствовали. Корень соляного вулкана определен на глубине 195 км.

Отклики от нефти, конденсата и газа фиксировали до поверхности (глубины) 57 км, на глубине 57,1 км сигналы от них отсутствовали.

Сканированием разреза, шаг 1 м, сигналы от нефти получены в интервалах глубин, м: 1) 370–1420; 2) 2120–2370; 3) 3480–3640; 4) 3770–4950; 5) 4400–4540; переход на шаг 5 м с глубины 5 км: 6) 5650–7300; 7) 8300–9420; 8) 10700–11300; 9) 14800–15000 (прослежено до глубины 15 км).

**Соляная шахта в Бохни (Польша).** При обработке фотоснимков галереи зафиксированы отклики от соли, нефти, конденсата и газа, сигналы от янтаря отсутствовали. Корень соляного вулкана определен на глубине 723 км.

Отклики от нефти, конденсата и газа фиксировали на поверхности (глубине) 57 км, на глубине 57,1 км сигналы от них отсутствовали.

**Соляная шахта Турда (Трансильвания, Румыния).** При обработке фотоснимков зафиксированы отклики от соли, нефти, конденсата и газа, сигналы от янтаря отсутствовали. Корень соляного вулкана определен на глубине 195 км.

Отклики от углеводородов фиксировали на поверхности (глубине) 57 км, на глубине 57,1 км сигналов не было.

**Соляные озера в Турде (Румыния).** При обработке фотоснимков двух озер отклики от углеводородов и янтаря не зафиксированы, получены сигналы от соли и 1-й группы осадочных пород.

При обработке фрагментов снимков с озерами зафиксированы также сигналы от 7-й группы магматических пород. Корень канала этих пород установлен на глубине 723 км.

В пределах озера на фотоснимке слева сигналы от воды зафиксированы на глубине (поверхности) 69 км. Сканированием разреза с шагом 10 см, 1 м, 5 м, 25 м отклики от воды фиксировались с поверхности до глубины 69 км.

**Соляная шахта в Берхтесгадене (окрестности Мюнхена и Зальцбурга).** При обработке фотоснимков с поверхности получены сигналы от соли, нефти, конденсата и газа, отклики от янтаря и 7-й группы магматических пород не зарегистрированы. Корень соляного вулкана определен на глубине 195 км.

Сигналы от углеводородов фиксировались также до поверхности (глубины) 57 км.

**Соляная шахта в г. Луцк.** При обработке фотоснимка фрагмента шахты получены отклики от соли; корень соляного канала определен на глубине 195 км.

На поверхности 50 км зафиксированы отклики от нефти, конденсата (сильный), газа; Сигналы от углеводородов фиксировались до глубины 57 км, а на поверхности 57,1 км они отсутствовали.

**Соляная пещера в с. Качика (польская Румыния).** При обработке фрагмента спутникового снимка



Шахта в г. Величка (Польша)



Шахта в г. Бохни (Польша)



Шахта в Турде (Румыния)



Соляные озера в Турде (Румыния)



Шахта в Берхтесгадене (Германия)



Шахта в г. Луцк (Украина)



Пещера в с. Качика (Румыния)



Шахта в г. Солотвино (Украина)



Шахта г. Соледача (Украина)



Шахта Прайд (Румыния)



Шахта Немокон (Колумбия)



Шахта в Полковице (Люблин, Польша)



Шахта Хевра



Шахта в г. Бахмут (Украина)

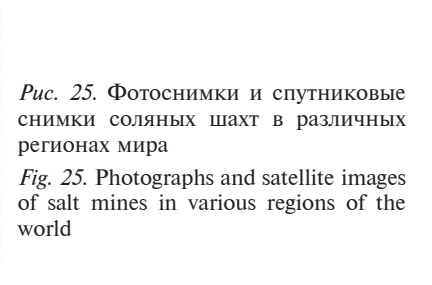


Рис. 25. Фотоснимки и спутниковые снимки соляных шахт в различных регионах мира

Fig. 25. Photographs and satellite images of salt mines in various regions of the world

участка расположения шахты сигналы от углеводородов не зафиксированы. Сканированием, шаг 10 см, отклики от соли получены в интервале глубин 10—207 м.

При обработке всего снимка получены сигналы от 1—6-й групп осадочных пород и 7-й группы

— магматических. Отклики от осадочных пород на поверхности (глубине) 50 км отсутствовали, а от 7-й группы магматических пород зафиксированы на глубине 50 и 150 км.

Соляная шахта в г. Солотвино. При обработке фотоснимка галереи отклики от углеводородов и ян-

таря не получены. Сигналы от соли зафиксированы в интервале глубин 0—245 м.

*Соляная шахта г. Соледар.* В процессе обработки фотоснимка получены отклики от соли; корень соляного канала определен на глубине 194 км.

Сигналы от углеводородов зафиксированы с поверхности, а также на глубине 57 км; на поверхности (границе) 57,1 км отклики от углеводородов отсутствовали.

*Соляная шахта Прайд (округ Харгита, Румыния).* На участке обследования отклики от углеводородов не зафиксированы. Получены сигналы от 7-й и 11-й (соль) групп осадочных пород, а также от 11-й группы магматических пород.

Установлено наличие канала осадочных пород 7-й группы с корнем на глубине 195 км.

Сканированием сигналы от соли получены в интервале глубин 0—1083 м.

*Соляная шахта Немокон (Колумбия).* В результате обработки фотоснимка установлено наличие соляного канала с корнем на глубине 723 км.

Получены отклики от нефти, конденсата и газа с поверхности, а также на глубине 57 км.

*Соляная шахта в Полковице (район г. Люблин, Польша).* При обработке фрагмента спутникового снимка зафиксированы отклики от нефти, конденсата и газа с поверхности и до глубины 57 км.

Установлено наличие соляного канала с корнем на глубине 195 км.

*Соляные шахты Хевра.* Сигналы от углеводородов при обработке фотоснимка не получены. Сканированием разреза отклики от соли зафиксированы в интервале глубин 0—660 м. Установлено наличие канала магматических пород 7-й группы с корнем на глубине 723 км.

Отклики от воды получены на глубинах 2, 22, 30, 40, 50, 60, 68,9 и 69 км.

*Соляные шахты г. Бахмут.* При обработке фотоснимка сигналы от углеводородов не получены. Сканированием разреза отклики от соли зафиксированы в интервале глубин 0—1775 м. Установлено наличие канала магматических пород 7-й группы с корнем на глубине 723 км.

Сигналы от воды получены на глубине 69 км.

**Месторождения солей в Республике Беларусь.**  
*Старобинское месторождение.* Спутниковый снимок месторождения солей показан на рис. 26. При его обработке зафиксированы отклики от 11-й группы осадочных пород (соль), сигналы от магматических пород не получены. С поверхности также получены отклики от нефти, конденсата и газа, от янтара сигналы отсутствовали.

Фиксацией откликов от соли на различных глубинах корень соляного канала установлен на глубине 470 км. При сканировании разреза с поверхности, шаг 1 см, отклики от соли зафиксированы с глубины 50 см.

Отклики от нефти, конденсата и газа зарегистрированы также на поверхности (границе) 57 км.

На глубине 57,1 км отклики от углеводородов отсутствовали, а также не было сигналов от воды из нижней и верхней частей разреза.

Сканированием разреза с дневной поверхности, шаг 1 м, отклики от нефти зафиксированы в следующих интервалах глубин, м: 1) 690—1900; 2) 2450—3400; 3) 3650—4300; шаг 5 м после



Рис. 26. Спутниковый снимок Старобинского месторождения солей (Республика Беларусь)

Fig. 26. Satellite image of Starobinsky salt deposit (Republic of Belarus)

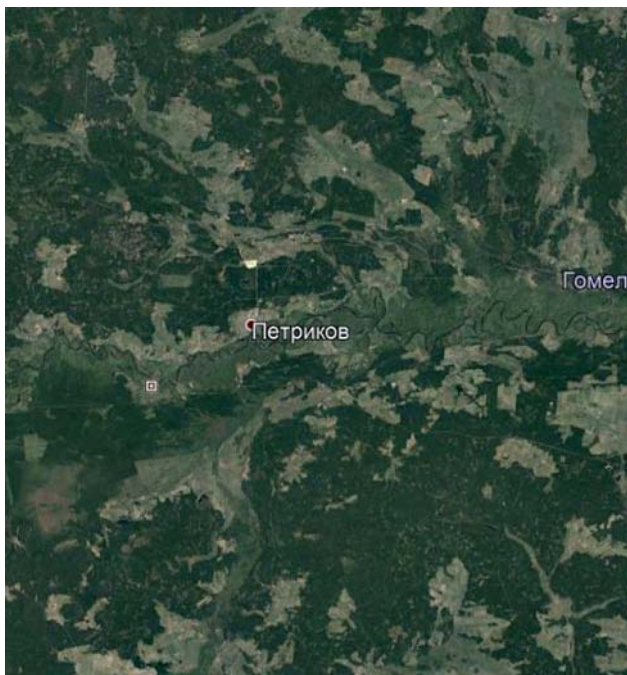


Рис. 27. Спутниковый снимок Петриковского месторождения солей (Республика Беларусь)

Fig. 27. Satellite image of the Petrikovskiy salt deposit (Republic of Belarus)

глубины 5 км: 4) 8250—8850; 5) 9700—10350; 6) 12100—12700 м (прослежено до глубины 15 км).

**Петриковское месторождение.** Спутниковый снимок месторождения показан на рис. 27. При его обработке зафиксированы отклики от нефти и соли; сигналы от конденсата, газа, янтаря, газогидратов, воды и магматических пород отсутствовали.

Корень соляного канала (вулкана) определен на глубине 195 км. При сканировании с шагом 10 см отклики от соли получены с глубины 24 м.

Отклики от нефти и соли зафиксированы на поверхности (границе) 57 км, от конденсата и газа сигналов не было.

Сканированием разреза с глубины 24 м, шаг 1 м, отклики от нефти получены в интервалах глубин, м: 1) 1020—2350; 2) 2480—3500; 3) 3790—4410; с глубины 5 км — шаг 5 м: 4) 7900—10200; 5) 11200—12500 (прослежено до глубины 15 км).

**Экспериментальные исследования в бассейнах сланцевого газа.** На локальных участках в бассейнах добычи сланцевого газа работы проводились с целью обнаружения возможных (прогнозируемых) скоплений углеводородов (нефти, газа, конденсата, янтаря) в традиционных коллекторах в нижних (в том числе глубинных) горизонтах разреза.

**Бассейн Eagle Ford (США).** Спутниковые снимки бассейна (рис. 28) заимствованы из документа на сайте [18]. Сопоставление рис. 28, б и 28, в позволяет сформировать представление о количестве скважин, пробуренных на отдельных участках бассейна за 15 лет.

При обработке фрагмента снимка со скважинами (рис. 28, в) зафиксированы отклики от нефти, конденсата, газа и янтаря, а также от 1—6-й групп осадочных пород; сигналы от магматических пород отсутствовали.

Фиксацией откликов от 2-й группы осадочных пород на различных глубинах корень канала осадочных пород установлен на глубине 470 км.

На поверхности (границе) 57 км получены отклики от нефти, конденсата, газа и янтаря, а на поверхности 57,1 км — от кислорода, водорода, углерода, азота, фосфора (от нефти сигналов не было).

На поверхности (глубине) 57 км из верхней части разреза получены отклики только от фосфора; от кислорода, водорода, углерода и азота сигналов не было.

Сканированием разреза с земной поверхности, шаг 1 м, получены отклики от нефти из интервалов глубин, м: 1) 380—650; с глубины 1 км — шаг 5 м: 2) 2270—3550; 3) 5200—7600; 4) 11250—14700 (прослежено до глубины 15 км).

Определены интервалы глубин откликов от газа сканированием, м: 1) 380—650; с глубины 1 км — шаг 5 м: 2) 2270—3550; 3) 5200—7600; 4) 11250—14700 (прослежено до глубины 15 км). Отклики от конденсата получены из интервала глубин 585—765 м.

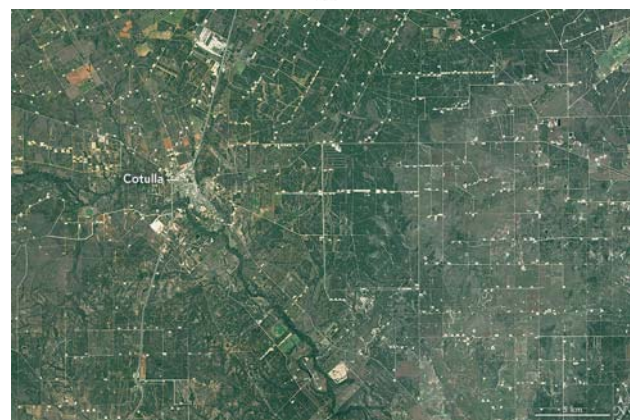
Сигналы от 1-й группы осадочных пород зафиксированы сканированием в интервале глубин 410—630 м. В интервале 2270—3550 м откликов от 1-й группы осадочных пород не получено; сигналы от 2-й группы зафиксированы в интервале 2270—3580 м.



а



б



в

Рис. 28. Спутниковые снимки сланцевого бассейна Eagle Ford (США) и отдельного его участка (прямоугольный контур) [18]. а — 15 февраля 2016 г.; б — 17 декабря 2000 г.; в — 18 декабря 2015 г.

Fig. 28. Satellite images of the Eagle Ford (USA) shale basin and its individual site (rectangular outline) [18]: а — February 15, 2016; б — December 17, 2000; в — December 18, 2015



Дополнительно обработан небольшой фрагмент темного снимка на рис. 28, а. Отклики от 1-й группы осадочных пород получены из интервала 350—650 м. При сканировании разреза с шагом 10 см сигналы от газа зафиксированы из интервала глубин 370—634 м.

Отметим, что очень интенсивный сигнал получен от газа и 1-й группы осадочных пород; отклики фиксировались из интервала глубин 345—650 м. Это позволило сделать предварительный вывод: сланцевый газ находится в осадочных породах 1-й группы.

Выполнены также дополнительные эксперименты с целью определения образцов 1-й группы осадочных пород, содержащих газ. Отклики получены только от одного образца — брекчии аргиллитовой. Сигналы от этого образца зафиксированы сканированием из интервала глубин 380—625 м; с глубины 2000 м сигналы от брекчии отсутствовали.

Целесообразно обратить внимание на следующее обстоятельство. На рис. 29 показаны отдельные районы (counties) в разных штатах США с наиболее крупными объемами добычи углеводородов (в том числе из сланцевых пластов) [24]. Подготовлены спутниковые снимки всех семи этих районов (counties) для оценки перспектив нефтегазоносности глубинных горизонтов разреза. При обработке этих снимков фиксировались отклики от брекчии и сланцевого газа.

**Бассейн Vaca Muerta (Аргентина).** Фотоснимок участка добычи сланцевого газа в бассейне Vaca Muerta представлен на рис. 30 [23]. При его частотно-резонансной обработке получены отклики от газа, конденсата, нефти, янтаря, угля, брекчии (аргиллитовой), а также от 1—6-й групп осадочных пород. Сигналы от магматических пород не зафиксированы.

Фиксацией откликов от 2-й группы осадочных пород на различных глубинах корень канала осадочных пород установлен на глубине 470 км.

Отклики от нефти зафиксированы на поверхности (глубине) 57 км, на глубине 57,1 км они отсутствовали.



Рис. 29. Карта-схема расположения отдельных районов (counties) в различных штатах США, в которых добыты наибольшие объемы углеводородов в сланцевых пластах [24]

Fig. 29. A map showing the location of individual areas (counties) in various US states that produce the largest volumes of hydrocarbons in shale plays [24]

Сигналы от брекчии аргиллитовой зарегистрированы фиксацией откликов на различных глубинах и сканированием в интервале 345—730 м.

Сканированием разреза с шагом 1 м отклики от нефти зафиксированы в интервалах глубин: 1) 1120—3820; 2) 7300—10250 м (прослежено до глубины 15 км).

На поверхности (границе) 800 м сигналы от сланцевого газа (газ + брекчия) не получены, а от газа зафиксированы. Отклики от газа получены в интервале 960—1130 м; глубже сигналы отсутствовали.

На поверхности (границе) 1130 м получены отклики (слабые) от конденсата из верхней части разреза, из нижней части сигналов не было.

**Исследования на площади двух алмазоносных трубок в Архангельской области (Россия).** В статьях [15, 32] приведены материалы экспериментальных работ, проведенных с целью изучения возможности применения мобильных прямопоисковых методов для обнаружения и локализации алмазоносных кимберлитовых трубок и определения интервалов трубок с включениями алмазов. Дополнительные исследования аналогичного характера проведены на площади в Архангельской области, в пределах которой расположены две алмазоносные кимберлитовые трубки. Спутниковый снимок площади обследования представлен на рис. 31.

При частотно-резонансной обработке всего снимка зафиксированы отклики на резонансных частотах кимберлитов и алмазов. Сигналы от осадочных пород не зарегистрированы.

В результате обработки снимка локального участка расположения верхней трубки (рис. 31, фрагмент в лиловом прямоугольнике) зафиксированы отклики на частотах кимберлитов и алмазов. Фиксацией откликов на частотах кимберлитов корень трубки определен на глубине 723 км. Сканированием разреза с изменением шага сканирования отклики на частотах алмазов получены в интервале глубин 4 м — 33,320 км. Второй интервал фиксации сигналов от алмазов начался с глубины 97 км.



Рис. 30. Фотоснимок участка добычи сланцевого газа в бассейне Vaca Muerta (Аргентина) [23]

Fig. 30. A photograph of a shale gas production site in the Vaca Muerta basin (Argentina) [23]



Рис. 31. Спутниковый снимок алмазоносных кимберлитовых трубок в Архангельской области (Россия)

Fig. 31. Satellite image of diamondiferous kimberlite pipes in the Arkhangelsk region (Russia)

При обработке локального участка расположения нижней трубки (рис. 31, фрагмент в зеленом прямоугольнике) зарегистрированы отклики на частотах кимберлитов и алмазов. Корень кимберлитовой трубки зафиксирован на глубине 723 км. Отклики на частотах алмазов зафиксированы сканированием разреза в интервале глубин 50 м—33,3 км. Второй интервал фиксации сигналов от алмазов определен на глубине 96 км.

При частотно-резонансной обработке всего снимка (рис. 31, без участков расположения трубок) также зафиксированы отклики на резонансных частотах кимберлитов и алмазов. Сигналы на частотах кимберлитов зарегистрированы в интервале глубин 0—723 км. Отклики на частотах алмазов фиксировались начиная с глубины 3 м.

При проведении детальной частотно-резонансной обработки спутникового снимка (рис. 31, без участков расположения трубок) существующие на этой площади кимберлитовые трубки могут быть обнаружены и локализованы. Могут быть определены глубины залегания кимберлитов, а также интервалы с включениями алмазов.

**Выводы и заключение.** Исследования с целью дополнительной апробации мобильных прямопоисковых методов являются продолжением ранее выполненных работ, результаты которых представлены в публикациях [14—17, 29—32]. Сформулированные в них выводы справедливы в целом и по отношению к представленным выше материалам.

Целесообразно еще раз обратить внимание на важную особенность прямопоисковых частотно-резонансных методов. В отличие от классических геофизических используемые методы позволяют наполнять изучаемый разрез соответствующими комплексами осадочных, метаморфических и магматических пород, а также определять интервалы разреза, перспективные на обнаружение горючих и рудных полезных ископаемых, в процессе измерений (ре-

гистрации сигналов) разработанными аппаратурно-измерительными устройствами (т. е. без дополнительных этапов моделирования и геологической интерпретации результатов геофизических измерений).

В Каспийском регионе с использованием методики интегральной оценки перспектив нефтегазоносности крупных блоков и локальных участков исследования демонстрационного характера проведены на участках расположения месторождений нефти и газа (на суше и на море), на площадях обнаруженных нефтяных загрязнений, в пределах крупных поисковых блоков, а также на участке в центре Прикаспийской впадины. На площадях обследования зафиксированы аномальные отклики на резонансных частотах нефти, газоконденсата, газа и установлено наличие вертикальных каналов миграции флюидов и минерального вещества (в аспекте водородной дегазации Земли [11]). Мобильный метод интегральной оценки перспектив нефтегазоносности предоставляет возможность существенно ускорить и оптимизировать геолого-разведочный процесс на углеводороды.

Результаты экспериментальных исследований, а также материалы апробации используемых методов [14—17, 29—32] позволяют сделать вывод о том, что мобильная прямопоисковая технология частотно-резонансной обработки и интерпретации спутниковых снимков и фотоснимков может найти применение на этапах лицензирования с целью повышения инвестиционной привлекательности лицензионных блоков и участков, которые выставляются на аукционы. Материалы интегральной оценки перспектив обнаружения скоплений нефти, газа и газоконденсата в пределах обследованных поисковых блоков дают возможность более обоснованно планировать последовательность дальнейших действий относительно целесообразности приобретения лицензий, а также последовательности проведения детальных геолого-геофизических работ в их пределах. О результатах исследований на некоторых площадях в этом направлении отметим следующее.

А. В Республике Казахстан в пределах поискового блока Балыкши выделен фрагмент территории, который необходимо дополнительно исследовать с целью бурения первоочередной поисковой скважины.

Б). В Украине по данным оперативно проведенных работ в ДДВ выданы рекомендации Инвестору для оформления лицензии на одну поисковую площадку из четырех обследованных.

В). В Греции, в районе о-ва Крит, геолого-геофизическое изучение и бурение поисковых скважин необходимо начинать с поискового блока, при обработке спутникового снимка которого получены отклики на резонансных частотах углеводородов.

В пределах перспективных на обнаружение углеводородов участков и блоков, выделенных на этапе интегральной оценки их нефтегазоносности, могут быть проведены детальные исследования с исполь-

зованием частотно-резонансных методов обработки спутниковых снимков. Исследования детального характера позволяют:

- обнаружить и локализовать в пределах блоков и участков отдельные аномальные зоны фиксации откликов (сигналов) на резонансных частотах нефти, конденсата, газа;
- определить (и уточнить с использованием более мелкого шага сканирования) в пределах закартированных аномальных зон с использованием методики вертикального сканирования разрезы интервалы глубин откликов на резонансных частотах нефти, газа и конденсата;
- определить типы пород-коллекторов в интервалах глубин откликов на частотах углеводородов;
- установить тип пород-покрышек для обнаруженных интервалов глубин откликов на резонансных частотах нефти, конденсата и газа;
- определить типы нефти и конденсата, от которых фиксируются сигналы (отклики) в интервалах глубин разреза (в частотно-резонансных методах традиционно используются 117 образцов нефти и 15 образцов газоконденсата).

Экспериментальные исследования рекогносцировочного характера предоставили дополнительные свидетельства в пользу глубинного (эндогенного) происхождения нефти, конденсата, газа и янтаря. Заслуживает внимания то обстоятельство, что в глубинных каналах миграции флюидов и минерального вещества, заполненных осадочными породами, сигналы на частотах янтаря фиксируются вместе с откликами от нефти, конденсата и газа на глубинах до 57 км. В связи с этим можно говорить о том, что янтарь представляет собой углеводороды в твердой фазе.

Дополнительными исследованиями на практически всех обследованных участках добычи и находок янтаря зафиксированы сигналы (отклики) от углеводородов. Сканированием сигналы от нефти, конденсата и газа зарегистрированы также в глубинных горизонтах разреза. Следовательно, разрезы таких участков (площадей) заслуживают детального изучения с целью обнаружения возможных скоплений нефти, конденсата и газа.

В монографиях [3, 10] представлены подробные карты и схемы добычи янтаря, его находок на территориях Украины и Республики Беларусь, а также положение Балтийско-Днепровской янтареносной провинции. Согласно анализу этих материалов, участки (области) установленной янтареносности могут существенно расширить области нефтегазосности Украины и Республики Беларусь. Оперативная частотно-резонансная обработка спутниковых снимков этих участков позволит обнаружить и локализовать площади для проведения детальных геолого-геофизических работ с целью поисков возможных скоплений нефти, конденсата и газа в ниж-

них горизонтах разреза этих площадей.

Выполненные работы свидетельствуют также о том, что скопления углеводородов могут быть обнаружены в нижних горизонтах угольных бассейнов в пределах глубинных каналов миграции флюидов и минерального вещества. На обследованных участках месторождений бурого угля отклики на частотах нефти не фиксируются.

Сканированием разрезов на двух площадях в Прикаспийской впадине установлено наличие глубинных каналов с корнями на глубинах 195 и 723 км, заполненных солью. В контурах этих каналов определены интервалы глубин откликов на резонансных частотах нефти, в том числе на поверхности (границе) 57 км. Соляные каналы зафиксированы и на участках обследованных соляных шахт, в пределах расположения которых регистрировались отклики (сигналы) от углеводородов. Участки расположения соляных каналов, штоков и шахт также могут быть перспективными на обнаружение нефти, конденсатов и газа. Отметим, что отклики от янтаря в контурах соляных каналов не фиксируются.

Результаты исследований на локальных участках в сланцевых бассейнах Eagle Ford (США) и Vaca Muerta (Аргентина) свидетельствуют о наличии в них скоплений углеводородов в традиционных коллекторах нижних горизонтов разрезов. Есть также основания считать, что сланцевый газ связан с аргиллитовой брекчией.

В центральных частях обследованных алмазосносных трубок в Архангельской области (Россия) оценены глубины залегания корней кимберлитов и интервалы регистрации аномальных откликов на резонансных частотах алмазов.

В заключение отметим, что результаты апробации разрабатываемых прямопоисковых методов в разных регионах мира показывают их работоспособность, эффективность и возможность применения при поисках и разведке рудных и горючих полезных ископаемых. Целесообразность дальнейших исследований в этом направлении (использовании частотно-резонансного принципа регистрации полезных сигналов для разработки малозатратных и мобильных методов «прямых» поисков горючих и рудных полезных ископаемых) не вызывает сомнений.

#### Список библиографических ссылок

1. Ажгалиев Д.К., Коврижных П.Н., Шагиров Б.Б., Каримов С.Г. Особенности строения и развития карбонатов в палеозое южного обрамления Прикаспийского бассейна. *Известия УГУ*. 2018. Вып. 3(51). С. 73–82. DOI 10.21440/2307-2091-2018-3-73-82
2. Баженов В.Г., Якимчук Н.А., Грузин С.В., Пидлисина И.С. Метод и аппаратура для измерения напряженности электрических полей при геолого-геофизических исследованиях. Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. Київ, 2014. Вип. 11. С. 17–29.
3. Богдасаров М.А. Янтарь из антропогенных отложений

- Беларуси. Брест: Изд-во Сергея Лаврова, 2001. 124 с.
4. Гогоненков Г.Н., Корчагин О.А., Грошев В.Г. и др. Новые направления и методика поисковых работ на углеводороды в глубоководнопогруженных зонах российского сектора Прикаспийской впадины. *Геология нефти и газа*. 2019. № 2. С. 85–92.
  5. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Электрорезонансное зондирование и его использование для решения задач экологии и инженерной геологии. *Геологический журнал*. 2003. № 4. С. 24–28.
  6. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Экспресс-технология «прямых» поисков и разведки скоплений углеводородов геоэлектрическими методами: результаты практического применения в 2001–2005 гг. *Геоинформатика*. 2006. № 1. С. 31–43.
  7. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Новые возможности оперативной оценки перспектив нефтегазоносности разведочных площадей, труднодоступных и удаленных территорий, лицензионных блоков. *Геоинформатика*. 2010. № 3. С. 22–43.
  8. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Частотно-резонансный принцип, мобильная геоэлектрическая технология: новая парадигма геофизических исследований. *Геофизический журнал*. 2012. Т. 34, № 4. С. 167–176.
  9. Митягина М.И., Лаврова О.Ю., Бочарова Т.Ю. Спутниковый мониторинг нефтяных загрязнений морской поверхности. *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2015. Т. 12, № 5. С. 130–149. <http://jr.rse.cosmos.ru/article.aspx?id=1426>
  10. Рудько Г., Литвинюк С. Месторождения янтаря Украины и их геолого-экономическая оценка; Киев; Черновцы: Букрек, 2017. 240 с.
  11. Шестопалов В.М., Лукин А.Е., Згоник В.А. и др. Очерки дегазации Земли. Киев: ТОВ «БАДАТА-Интек сервис». 2018, 632 с.
  12. «Электронный петрографический справочник-определитель магматических, метаморфических и осадочных горных пород» для оперативного использования при создании Госгеолкарт1000/3 и 200/2 для территории Российской Федерации. Санкт-Петербург, 2015. <http://rockref.vsegei.ru/petro/>
  13. Якимчук М.А. Электричне поле і його роль у житті Землі. *Геоинформатика*. 2014. № 3. С. 10–20.
  14. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. *Геоинформатика*. 2019. № 1. С. 5–27.
  15. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Интегральная оценка структуры некоторых вулканов и кимберлитовых трубок Земли. *Геоинформатика*. 2019. № 1. С. 28–38.
  16. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Украинский шит: новые данные о глубинном строении и перспективах обнаружения залежей нефти, газоконденсата, газа и водорода. *Геоинформатика*. 2019. № 2. С. 5–18.
  17. Якимчук Н.А., Левашов С.П., Корчагин И.Н. Прямопоисковая мобильная технология: результаты апробации при поисках скоплений водорода и каналов миграции глубинных флюидов, минерального вещества и химических элементов. *Геоинформатика*. 2019. № 2. С. 19–42.
  18. Eagle Ford: Shale Revolution: As Clear as Night and Day <https://earthobservatory.nasa.gov/images/87725/shale-revolution-as-clear-as-night-and-day>
  19. ExxonMobil-Total-ELPE sign agreement for energy exploitation off Crete. <https://www.keeptalkinggreece.com/2019/06/27/greexe-exxonmobil-total-elpe-crete-energy/>
  20. <https://news.tut.by/society/565507.html>
  21. <http://uapress.info/uk/news/show/122859>
  22. <http://www.aakz.com/British-and-Irish-amber.html>
  23. [http://www.biodiversidadla.org/Documentos/Argentina\\_Vaca\\_Muerta\\_un\\_megaproyecto\\_que\\_se\\_extiende](http://www.biodiversidadla.org/Documentos/Argentina_Vaca_Muerta_un_megaproyecto_que_se_extiende)
  24. Lea advances to nation's N 2 county in oil production <https://www.hobbsnews.com/2019/05/14/lea-advances-to-nations-no-2-county-in-oil-production/>
  25. Mityagina M., Lavrova O. Satellite Survey of Inner Seas: Oil Pollution in the Black and Caspian Seas. *Remote Sens*. 2016. Vol. 8. N 875. 24 p.; DOI:10.3390/rs8100875 [www.mdpi.com/journal/remotesensing](http://www.mdpi.com/journal/remotesensing)
  26. Oil and GAS Ukraine. 3rd International oil and gas licensing round. Licensing rounds information and opportunities. 2019. <https://www.goukrainenow.com/>
  27. PrinWest. <http://prinwest.com/ru/jantar>
  28. Veliyev R.V. About petrophysical characteristics and oil and gas bearing capacity of reservoir rocks in deep layers of south Caspian basin (in the example of Umid&Babek structures). Readings of A.I. Bulatov : Materials of III International scientific and practical conference (On March 31, 2019): in 5 v. : Conference bulletin; under the general ed. O.V. Savenok. Krasnodar: Publishing House — South, 2019. Vol. 1: Forecast, search and investigation of oil and gas fields. Oil and gas geology. Prospecting and trade geophysics. P. 18–23.
  29. Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Bakhmutov V.G., Solovjev V.D. Geophysical researches for the hydrocarbon accumulations searching in Ukrainian marine Antarctic expedition of 2018. 18th EAGE International Conference on Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects. 2019, Kyiv, 13-16 May 2019. Abstract 15003\_ENG. 5 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201902018 <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=98441>
  30. Yakymchuk N.A., Levashov S.P., Korchagin I.N. Integral evaluation of the oil and gas prospect of search blocks and areas by the frequency-resonance method of satellite images processing. 18th EAGE International Conference on Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects. 2019, Kyiv, 13–16 May 2019. Abstract 15004\_ENG. 5 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201902019 <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=98442>
  31. Yakymchuk N.A., Levashov S.P., Korchagin I.N. New evidence of amber endogenous genesis. 18th EAGE International Conference on Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects. 2019, Kyiv, 13–16 May 2019. Abstract 15002\_ENG. 5 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201902017 <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=98440>
  32. Yakymchuk N.A., Levashov S.P., Korchagin I.N. Studying the deep structure of kimberlite pipes by the results

## ТЕХНОЛОГІЯ ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ДЗЗ: РЕЗУЛЬТАТИ ПРАКТИЧНОЇ АПРОБАЦІЇ ПРИ ПОШУКАХ КОРИСНИХ КОПАЛИН У РІЗНИХ РЕГІОНАХ ЗЕМНОЇ КУЛІ. ЧАСТИНА I

М.А. Якимчук<sup>1</sup>, І.М. Корчагін<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, пров. Лабораторний, 1, м. Київ, 01133, Україна, e-mail: yakymchuk@gmail.com

<sup>2</sup>Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, просп. Акад. Палладіна, 32, м. Київ, 03680, Україна, e-mail: korchagin.i.n@gmail.com

Наведено матеріали додаткової апробації мобільних прямопошукових методів частотно-резонансної обробки та інтерпретації супутникових знімків і фотознімків у різних регіонах світу. У регіоні Каспію на площах обстеження зафіксовано відгуки на резонансних частотах нафти, газоконденсату, газу та встановлено наявність вертикальних каналів міграції флюїдів і мінеральних речовин. Матеріали робіт на ліцензійних ділянках у Дніпровсько-Донецькій западині та блоках у районі о-ва Крит свідчать, що мобільну технологію можна використовувати для підвищення інвестиційної привабливості ліцензійних блоків. Ділянки видобутку та знахідок бурштину заслуговують детального вивчення з метою виявлення можливих скупчень вуглеводнів у розрізі в районах їх розташування. Скупчення вуглеводнів можуть бути також виявлені в нижніх горизонтах вугільних басейнів, у межах глибинних каналів міграції флюїдів та мінеральних речовин. Скануванням розрізу на двох площах у Прикаспійській западині встановлено наявність глибинних каналів з коренями на глибинах 195 і 723 км, заповнених сіллю. В контурах цих каналів встановлено інтервали відгуків на частотах нафти, в тому числі на поверхні (глибині) 57 км. Ділянки розташування соляних каналів, штоків і шахт також можна вважати перспективними на виявлення нафти, конденсату та газу. Результати досліджень на локальних ділянках у сланцевих басейнах Eagle Ford (США) і Vaca Muerta (Аргентина) свідчать про наявність у цих басейнах скупчень вуглеводнів у традиційних колекторах в нижніх горизонтах розрізу. Апробація розроблених прямопошукових методів показала їх працездатність, ефективність та доцільність практичного застосування при пошуках і розвідці рудних та горючих корисних копалин.

**Ключові слова:** прямі пошуки, вертикальний канал, вулкан, глибинна будова, розріз, нафта, газ, водень, бурштин, сіль, алмаз, кімберліти, хімічні елементи, супутникові дані, мобільна технологія, аномалія, обробка даних дистанційного зондування Землі, інтерпретація, вертикальне зондування.

## TECHNOLOGY OF FREQUENCY-RESONANCE PROCESSING OF REMOTE SENSING DATA: RESULTS OF PRACTICAL APPROBATION DURING MINERAL SEARCHING IN VARIOUS REGIONS OF THE GLOBE. PART I

N.A. Yakymchuk<sup>1</sup>, I.N. Korchagin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, prov. Laboratory, 1, Kiev, 01133, e-mail: yakymchuk@gmail.com

<sup>2</sup>Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, e-mail: korchagin.i.n@gmail.com

**Purpose.** The materials of additional testing of mobile direct-prospecting methods in various regions of the world are presented. Experimental studies have been carried out (and will continue in the future) in order to demonstrate the operability, efficiency and potential capabilities of the developed methods during various geological and geophysical problems solving.

**Design/methodology/approach.** The developed mobile and low-cost technology includes modified methods of frequency-resonance processing and decoding of satellite images and photo images, vertical electric-resonance sounding (scanning) of a cross-section, as well as a method of integrated assessment of the prospects of oil and gas potential of large prospecting blocks and license areas. Separate methods of this direct-prospecting technology are based on the principles of the “substance” paradigm of geophysical research, the essence of which is to search for a specific substance - oil, gas, gas condensate, gold, zinc, etc.

**Findings.** In the Caspian region anomalous responses at the resonant frequencies of oil, gas condensate, and gas were recorded on the survey areas, and the presence of vertical channels of the fluids and minerals migration was established. Materials of operational work carried out on licensed areas in the DDB and large blocks in the area of Crete islands suggests that mobile direct-prospecting technology can be used at the licensing stages in order to increase the investment attractiveness of licensed blocks. The amber mining and finds sites deserve a detailed study in order to detect possible accumulations of oil, condensate and gas in the cross-section at the areas of their location.

Hydrocarbon accumulations can also be detected in the lower horizons of coal basins, within the deep channels of fluid and mineral matter migration. The presence of deep channels with roots at depths of 195 km and 723 km, filled with salt, were revealed in two areas of Caspian Basin by a cross-section scanning. In the contours of these channels, the response intervals at the resonant frequencies of oil, including on the surface of 57 km, were also established. Sites of salt channels, rods and mines can also be considered promising for the detection of oil, condensates and gas. However, responses from amber in the contours of salt channels are not recorded. The results of studies at local sites in the Eagle Ford and Vaca Muerta shale basins indicate the presence of hydrocarbon accumulations at these basins in traditional reservoirs in the lower horizons of the cross-section.

**The practical significance and conclusions.** The results of the developed direct-prospecting methods testing in various regions of the world testify of their efficiency, effectiveness and practical applicability during the search and exploration of ore and combustible minerals. The feasibility of further research in this direction (using the frequency-resonance principle of useful signals registering to develop low-cost and mobile methods of “direct” searches for minerals of different type) is not in doubt. The practical application of direct-prospecting technologies will help to accelerate and optimize the search and exploration process for ore and combustible minerals.

**Keywords.** Direct prospecting, vertical channel, volcano, deep structure, cross-section, oil, gas, hydrogen, amber, salt, diamond, kimberlites, chemical elements, satellite data, mobile technology, anomaly, remote sensing data processing, interpretation, vertical sounding.

## References

1. Azhgaliev D.K., Kovrizhnykh P.N., Shagirov D.D., Karimov S.G. Features of the structure and development of carbonates in the Paleozoic southern framing of the Caspian basin. *Izvestia USMU*. 2018. Issue 3 (51). P. 73–82. DOI 10.21440/2307-2091-2018-3-73-82 (in Russian).
2. Bazhenov V.G., Yakymchuk N.A., Gruzin S.V., Pidlisna I.S. Method and apparatus for measuring the strength of electric fields during the geological and geophysical studies. *Theoretical and applied aspects of geoinformatics*. Kyiv, 2014. Issue 11. P. 17–29 (in Russian).
3. Bogdasarov M.A. Amber from anthropogenic deposits of Belarus. Brest. Publishing house of Sergey Lavrov, 2001. 124 p. (in Russian).
4. Gogonenkov G.N., Korchagin O.A., Groshev V.G., Zakiev E.M., Yapparova A.R. New directions and methods of hydrocarbon exploration in deeply submerged zones of the Russian sector of the Caspian Basin. *Geology of oil and gas*. 2019. N 2. P. 85–92 (in Russian).
5. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Electric- resonance sounding and its use for solving the problems of environmental and engineering geology. 2003. *Geological Journal*. N 4. P. 24–28 (in Russian).
6. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Express technology of «direct» prospecting and exploration for hydrocarbon accumulations by geoelectric methods: results of practical application in 2001–2005. *Geoinformatyka*, 2006. N 1. P. 31–43 (in Russian).
7. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. New possibilities for the oil-and-gas prospects operative estimation of exploratory areas, difficult of access and remote territories, license blocks. *Geoinformatyka*. 2010. N 3. P. 22–43 (in Russian).
8. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Frequency-resonance principle, mobile geoelectric technology: new paradigm of geophysical investigations. *Geofizicheskiy zhurnal*. 2012. Vol. 34, N 4. P. 166–176 (in Russian).
9. Mityagina M.I., Lavrova O.Yu., Bocharova T.Yu. Satellite monitoring of oil pollution of the sea surface. Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2015. Vol. 12, N 5. P. 130–149. <http://jr.rse.cosmos.ru/article.aspx?id=1426> (in Russian).
10. Rudko George, Litvinyuk Stanislav. Ukrainian amber deposits and their geological and economic assessment. Kyiv; Chernivtsi: Bukrek, 2017. 240 p. (in Russian).
11. Shestopalov V.M., Lukin A.E., Zgonik V.A., Makarenko A.N., Larin N.V., Boguslavsky A.S. Essays on Earth's degassing. Kiev: BADATA-Intek Service, 2018. 632 p. (in Russian).
12. «Electronic petrographic reference book-identifier of magmatic, metamorphic and sedimentary rocks» for operational use in the creation of Gosgeolkart1000/3 and 200/2 for the territory of the Russian Federation. St. Petersburg, 2015. <http://rockref.vsegei.ru/petro/> (in Russian).
13. Yakymchuk N.A. Electric field and its role in life on Earth. *Geoinformatyka*. 2014, N 3. P. 10–20 (in Ukrainian).
14. Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Bakhmutov V.G., Solovjev V.D. Geophysical investigation in the Ukrainian marine Antarctic expedition of 2018: mobile measuring equipment, innovative direct-prospecting methods, new results. *Geoinformatyka*. 2019. N 1. P. 5–27 (in Russian).
15. Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Integral estimation of the deep structure of some volcanoes and cymberlite pipes of the Earth. *Geoinformatyka*. 2019. N 1. P. 28–38 (in Russian).
16. Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Ukrainian Shield: new data on depth structure and prospects of oil, gas condensate, gas and hydrogen accumulations detection. *Geoinformatyka*. 2019. N 2. P. 5–18 (in Russian).

17. Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Levashov S.P. Direct-prospecting mobile technology: the results of approbation during searching for hydrogen and the channels of migration of deep fluids, mineral substances and chemical elements. *Geoinformatyka*. 2019. N 2. P. 19–42 (in Russian).
18. Eagle Ford: Shale Revolution: As Clear as Night and Day <https://earthobservatory.nasa.gov/images/87725/shale-revolution-as-clear-as-night-and-day>
19. ExxonMobil-Total-ELPE sign agreement for energy exploitation off Crete. <https://www.keeptalkinggreece.com/2019/06/27/greexe-exxonmobil-total-elpe-crete-energy/>
20. <https://news.tut.by/society/565507.html>
21. <http://uapress.info/uk/news/show/122859>
22. <http://www.aakz.com/British-and-Irish-amber.html>
23. [http://www.biodiversidadla.org/Documentos/Argentina\\_Vaca\\_Muerta\\_un\\_megaproyecto\\_que\\_se\\_extiende](http://www.biodiversidadla.org/Documentos/Argentina_Vaca_Muerta_un_megaproyecto_que_se_extiende)
24. Lea advances to nation's No. 2 county in oil production <https://www.hobbsnews.com/2019/05/14/lea-advances-to-nations-no-2-county-in-oil-production/>
25. Mityagina M., Lavrova O. Satellite Survey of Inner Seas: Oil Pollution in the Black and Caspian Seas. *Remote Sens.* 2016. Vol. 8, N 875. 24 p.; doi:10.3390/rs8100875 [www.mdpi.com/journal/remotesensing](http://www.mdpi.com/journal/remotesensing)
26. Oil and GAS Ukraine. 3rd international oil and gas licensing round. Licensing rounds information and opportunities. 2019. <https://www.goukrainenow.com/>
27. PrinWest. <http://prinwest.com/ru/jantar>
28. Veliyev R.V. About petrophysical characteristics and oil and gas bearing capacity of reservoir rocks in deep layers of south Caspian basin (in the example of Umid&Babek structures). Readings of A.I. Bulatov: Materials of III International scientific and practical conference (On March 31, 2019) : in 5 v. : Conference bulletin; under the general editor O.V. Savenok. Krasnodar: Publishing House — South, 2019. V. 1: Forecast, search and investigation of oil and gas fields. Oil and gas geology. Prospecting and trade geophysics. P. 18–23.
29. Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Bakhmutov V.G., Solovjev V.D. Geophysical researches for the hydrocarbon accumulations searching in Ukrainian marine Antarctic expedition of 2018. 18th EAGE International Conference on Geoinformatics — Theoretical and Applied Aspects. 2019, Kyiv, 13–16 May 2019. Abstract 15003\_ENG. 5 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201902018 <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=98441>
30. Yakymchuk N.A., Levashov S.P., Korchagin I.N. Integral evaluation of the oil and gas prospect of search blocks and areas by the frequency-resonance method of satellite images processing. 18th EAGE International Conference on Geoinformatics — Theoretical and Applied Aspects. 2019, Kyiv, 13–16 May 2019. Abstract 15004\_ENG. 5 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201902019 <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=98442>
31. Yakymchuk N.A., Levashov S.P., Korchagin I.N. New evidence of amber endogenous genesis. 18th EAGE International Conference on Geoinformatics — Theoretical and Applied Aspects. 2019, Kyiv, 13–16 May 2019. Abstract 15002\_ENG. 5 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201902017 <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=98440>
32. Yakymchuk N.A., Levashov S.P., Korchagin I.N. Studying the deep structure of kimberlite pipes by the results of remote sensing data frequency-resonance processing. 18th EAGE International Conference on Geoinformatics — Theoretical and Applied Aspects. 2019, Kyiv, 13-16 May 2019. Abstract 15001\_ENG. 5 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201902016 <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=98439>

*Received 07/08/2019*