

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРЧЕНСКО-ТАМАНСКОГО ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ ПРИ ИНЖЕНЕРНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Иваненко А.Н., Брусиловский Ю.В., Хортов А.В., Веклич И.А.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
Россия, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36,
e-mail: ivanenko.ocean@gmail.com*

Статья поступила в редакцию 15.05.2020, одобрена к печати 30.07.2020

В статье приводятся результаты детальных геолого-геофизических инженерных работ на Керченско-Таманском шельфе. Эти работы были выполнены с целью выявления потенциально опасных участков при инженерном строительстве (например, разломные зоны, локальные скопления газа и др.). В работе рассмотрены методы выделения подобных участков, основанные на анализе и совместной интерпретации сейсмических материалов и материалов морской магнитной съемки. Отмечена высокая степень пространственного совпадения участков, идентифицированных этими независимыми методами, что значительно повышает степень достоверности их выделения. Установлены и идентифицированы ряд неблагоприятных для инженерного строительства элементов геологического разреза. Подробно рассмотрен анализ остаточных магнитных аномалий и их приуроченность к областям разрывных нарушений.

Ключевые слова: северо-западный шельф, сейсмоакустическое профилирование, магнитная съемка, плейстоцен-голоценовые отложения, аномалия «яркое пятно», сейсмокомплекс, отражающий горизонт

Введение

В 2019 г. Центр морских исследований (ЦМИ МГУ) и Лаборатория геофизических полей Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН продолжили исследования Керченско-Таманского шельфа Черного моря. Согласно плану научно-исследовательских работ предполагалось выполнить комплекс геофизических и геологических изысканий на двух природных полигонах для решения ряда литолого-стратиграфических и инженерно-геологических задач. Работы были выполнены на двух полигонах 1×1 км (рис. 1). Эти работы включали НСП (непрерывное сейсмическое профилирование) и ВРС МОВ ОГТ (высокоразрешающая сейсморазведка методом отраженных волн общей глубинной точки).

Помимо сейсморазведочных работ была выполнена детальная морская магнитная съемка. Основной задачей, стоящей перед группой морской магнитометрии, было обнаружение и локализация возможных техногенных объектов, картирование неоднородностей верхней части осадочного чехла, зон трещиноватости и геологических разрывных нарушений.

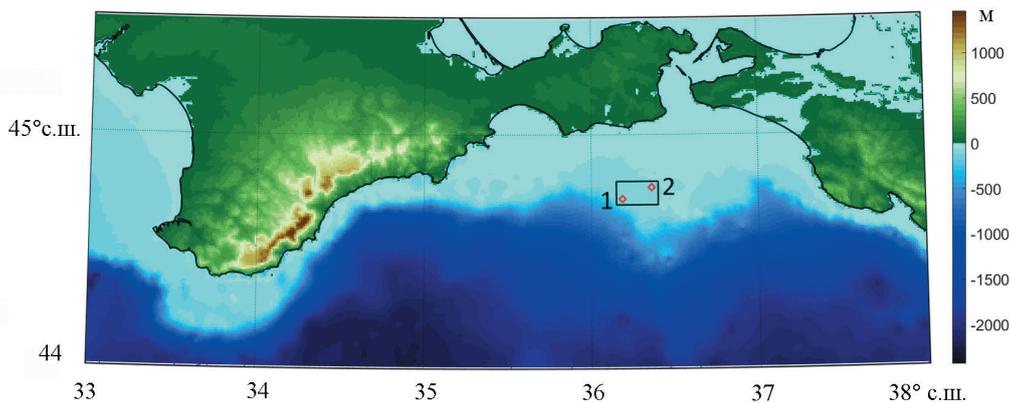


Рис. 1. Район исследований на Керченско-Таманском шельфе Черного моря и положение полигонов детальных работ.

Для выполнения экспедиционных работ было арендовано научно-исследовательское судно «Импульс», 1982 года постройки, водоизмещением 291 т, максимальная скорость – 10 узлов.

Краткий обзор геолого-геофизической изученности Керченско-Таманского шельфа

Район работ расположен на бровке Керченско-Таманского шельфа между Кавказским и Крымским горными сооружениями альпийского складчатого пояса в пределах двух тектонических структур: Керченско-Таманского поперечного прогиба и Индоло-Кубанского прогиба. Керченско-Таманский поперечный прогиб разделяет Горный Крым и Большой Кавказ, а меридионально – впадины Азовского и Черного морей (Бородулин и др., 1987). Помимо Керченского пролива, прогиб включает в себя западную часть Таманского и восточную часть Керченского полуостровов и прилегающий к ним шельф Черного моря. Центральная часть пролива заполнена четвертичными породами мощностью 50 м и более. Дно Керченского пролива сложено чаудинскими и постчаудинскими отложениями, перекрывающимися 40–60-метровым чехлом древнеэвксинских, карангатских, новоэвксинских и новочерноморских осадков (Федоров, 1974). В целом покров четвертичных образований Керченского пролива имеет незначительную мощность. На севере и юге пролива, в областях развития поперечных порогов, мощность четвертичного чехла осадков не превышает 20–30 м. В литологическом отношении четвертичные отложения весьма разнообразны и представлены глинистыми, песчано-алевритовыми, карбонатными (известняки и мергели) и железистыми отложениями. Характерной особенностью строения четвертичного осадочного чехла является преобладающее горизонтальное или слабо наклонное залегание пластов. В четвертичных отложениях пролива практически никогда не фиксируется складчатость.

Наиболее полно четвертичные отложения изучены в прибрежной полосе Керчь–Анапа. В большинстве случаев на полную мощность они вскрыты скважи-

нами на глубинах моря до 30 м. Верхняя часть разреза этих отложений до 4 м изучена посредством колонкового пробоотбора и инженерным бурением до 50 м. В пределах района работ толщина четвертичных отложений может превышать 50 м и достигать 250 м в районе конус выноса Палео-Дона и Кубани (Головинский и др., 2004). Большая часть четвертичных отложений на участках конуса, как считалось раньше, представлена новочерноморскими и современными осадками (Бородулин и др., 1987). Однако сейсмические записи отчетных работ показали неоднозначность таких выводов. Не исключается, что отмеченный конус выноса в действительности может представлять собой результат тектонических подвижек в конце плейстоцена, но этот вопрос требует дополнительного изучения.

Методика и оборудование сейсмических исследований

В качестве системы регистрации сейсмической информации использовался сейсмический комплекс, построенный на базе станции XZONE Bottom Fish, разработки «SI Technology» (Россия, Геленджик).

Для проведения работ с целью обеспечения глубинности исследования до 400 м использовались две группы по 34 электрода электроискрового источника типа «Спаркер» и многоканальная телеметрическая система сбора сейсмоакустических данных «XZone® Bottom Fish» с 96-ти активными каналами. Длина цифровой косы производства компании «Сплит» равнялась 300 м. Она состояла из 4 секций по 24 канала, с расстоянием между каналами – 3.125 м. Расстояние от источника до первого канала равнялось 60 м. Заглубление косы составляло 1.8 м. Шаг между пунктами излучения составлял 1.5–2 м. Положение косы контролировалось приемником GPS на концевом бую. Глубина воды в районе исследования не превышала 250 м. Для точного позиционирования приемной системы к концевому бую был прикреплен приемник GPS, который записывал координаты своего местоположения каждую секунду. При таком интервале записи заряда аккумулятора достаточно для обеспечения работы приемника на протяжении нескольких суток. В дальнейшем данные о местоположении концевого буя были использованы для корректировки навигационной модели 96-ти канальной косы. Отстрел выполнялся со скоростью 5 узлов, с энергией, подаваемой на группу, – 2500 Дж и без задержек между выстрелами.

Шаг дискретизации был установлен на минимально возможное значение для обеспечения качественной работы телеметрической системы и составил 0.25 мс. Такой шаг по времени обеспечивает достаточную дискретизацию для регистрации сигнала на частотах работы электроискрового источника (34 электрода) при накапливаемой энергии – 2500 Дж. В соответствии с энергией, подаваемой на каждый электрод, и глубиной буксируемой системы, центральная частота получаемого сигнала достигла 202 Гц. Длина сейсмической записи была установлена на 880 мс, что достаточно для полной записи сейсмической информации в соответствии с ТЗ на всем возможном диапазоне глубин (максимальная глубина моря на площади работ

не превышает 250 м). Проектное заглубление сейсмокося составляло около 1.8 м. Возбуждение сигнала производилось каждую секунду. Таким образом, шаг ПВ составлял 1.5–2.0 м. Выбор временного интервала излучения был обусловлен максимально возможной скоростью накопления энергии.

Методика обработки и интерпретации морской магнитной съемки

Магнитная съемка на обследуемых полигонах выполнялась цезиевым морским магнитометром G882, разработанным компанией «GEOMETRICS» (США). Съемка выполнялась по системе параллельных галсов с межпрофильным расстоянием 15 м на скорости 4.5–5 узлов. Густота секущих галсов составляла 30 м. Буксировка прибора выполнялась за центр тяжести гондолы магнитометра, что позволило буксировать его при такой скорости на глубине 25–30 м. Глубина буксировки гондолы контролировалась скоростью судна в реальном времени по показаниям датчика глубины, что позволяло удерживать ее с точностью ± 1 м.

С целью проверки используемой технологии съемки и настройки алгоритмов интерпретации, 16 октября 2019 г. были пройдены два встречных галса на рабочей скорости над известным техногенным объектом – затопленным судном «Емельян Пугачев», расположенным в 6 милях к СЗ от полигона 2. Это позволило оценить ошибку в продольном позиционировании датчика магнитометра, поскольку она разнонаправлена на встречных галсах. Если на галсах имеется отчетливая характерная магнитная аномалия, то совмещение ее экстремумов даст хорошую оценку удвоенной ошибки позиционирования. Над судном измерена отчетливая однодальняя отрицательная магнитная аномалия с локальным минимумом до 830 нТл. После совмещения минимумов на обоих профилях установлено, что продольная ошибка расчета координат датчика в нашем алгоритме, учитывающем провисание буксировочного кабеля, составила 2.5 м при длине выпускаемой забортной части – 264.5 м. Эта ошибка была учтена при последующей обработке данных на полигонах.

Для определения точных координат судна в ходе выполнения гидромагнитной съемки был использован приемник дифференциальной геодезической навигационной спутниковой системы Fugro StarPack с двумя антеннами AD-492, обеспечивающий точность привязки не менее 0.2 м.

Расчетная длина выпускаемого кабеля составляла 267 м, что было близко к максимально возможной конфигурации данной измерительной системы. Таким образом, с учетом глубины до дна на полигонах (80–100 м), прибор буксировался на расстоянии не более 55–70 м от возможных техногенных источников, лежащих на дне. С учетом чувствительности датчика (не менее 0.004 нТл) и достигнутого качества записи на галсах (случайная ошибка не превышала обычно 0.05–0.1 нТл), мы смогли выделять локальные магнитные аномалии амплитудой до 0.2–0.3 нТл. Используемое сочетание параметров съемки позволяет уверенно идентифицировать аномалии от техногенных объектов с массой железа от несколько сотен кг и выше.

Программное обеспечение для обработки полученных данных, построения и анализа карт аномального магнитного поля (АМП), решения прямых и обрат-

ных задач магнитометрии, а также для моделирования (как при построении моделей источников при геологической, так и при решении инженерных задач), разработано в Лаборатории геофизических полей Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН.

Первичная обработка измеренных значений модуля магнитного поля Земли (МПЗ) осуществляется с помощью многократно использованной и отлаженной технологии, разработанной в ИО РАН (Иваненко и др., 2012; Gorodnitskiy et al., 2013). Эта технология включает в себя набор методик и программных средств, позволяющих оперативно и качественно преобразовать входной поток исходных магнитных и навигационных данных в пригодный для количественной интерпретации материал.

После получения детальных карт магнитных аномалий для различных полигонов появляется возможность изучить свойства источников этих аномалий и подобрать адекватные им модели.

Из теории потенциала известно, что положение центра (магнитных) масс и магнитный момент источника аномалии по внешнему полю определяются однозначно. Поэтому, проведя с нужной детальностью и точностью измерения магнитной аномалии над изолированным объектом, мы можем определить координаты его центра магнитных масс, а зная его объем и магнитный момент – величину намагниченности слагающих его материалов.

В использованных нами алгоритмах «Linvers2D» и «Magdepth3D» реализованы как статистический подход к оцениванию положения источников аномалий потенциальных полей (по спектру поля), так и детерминистский (алгоритм т.н. «эйлеровской деконволюции»). В силу того, что первый способ работает в частотной, а другой – в пространственной области, оба они взаимно дополняют и контролируют друг друга. Программы также включает наш оригинальный итерационный способ оценивания геометрических параметров простых модельных источников по модулю аналитического сигнала аномалий и магнитуде вектора аномального поля (через соответствующие трансформации площадных данных).

При интерпретации площадных геофизических данных очень важным является качество картографического материала. Некоторые неучтенные помехи (продергивание датчика при качке судна, приводящее к ошибкам позиционирования, недоучет качки при многолучевом эхолотировании и т.п.) приводят к т.н. эффекту «затяжек» изолиний на геофизических картах (рис. 2а). Для подавления подобных помех нами разработан специальный анти-трекинговый фильтр, успешно очищающий данные от подобных помех (рис. 2б).

Результаты и обсуждение

Выполненные сейсморазведочные работы НСП (непрерывное сейсмическое профилирование) и ВРС МОВ ОГТ (высокоразрешающая сейсморазведка методом отраженных волн общей глубинной точки) позволили закартировать области развития песчаных отложений погребенной авандельты, разломных зон, а также приуроченные к ним локальные скопления углеводородов.

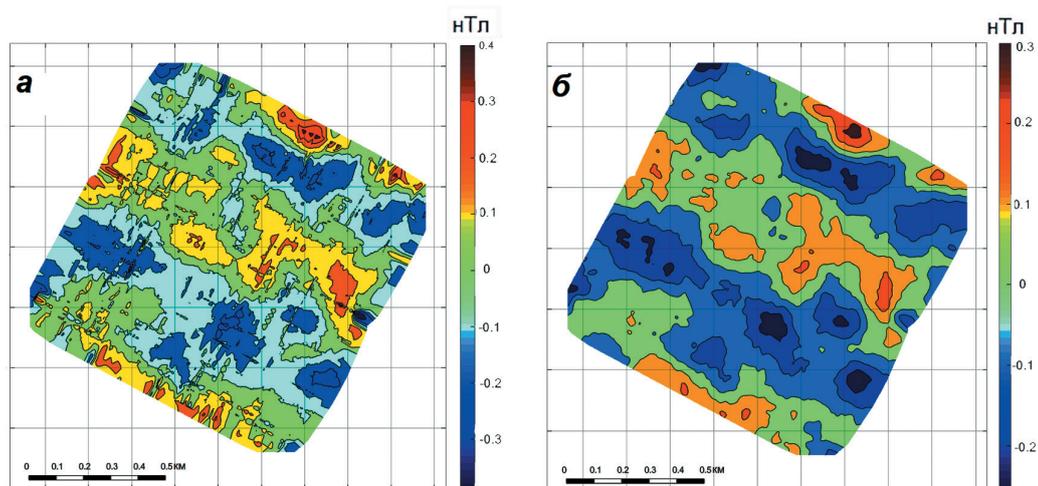


Рис. 2. Пример использования антитрекингового винеровского фильтра для подавления «затяжек» вдоль галсов съемки на синтезированных картах:
а – до фильтрации, *б* – после.

По результатам морских работ были получены временные разрезы НСП и ВРС МОГТ, комплексная интерпретация которых позволила выделить 3 сейсмокомплекса.

СК1 (сеймостратиграфический комплекс), ограниченный в кровле отражающим горизонтом Н1, прослеживается ниже временной отметки 100 мс и отождествляется с песчано-глинистыми отложениями современного возраста. Волновое поле выражено амплитудными протяженными осями синфазности.

Следующим сейсмокомплексом в разрезе полигона является СК2, выделяемый в интервале 145–250 мс. Этот сейсмокомплекс, ограниченный в разрезе отражающими горизонтами Н2 и Н3, связан с глинисто-алевритовыми отложениями неоплейстоцен-голоценового возраста. Сейсмокомплекс представлен прерывистыми, наклонными в южном направлении отражающими горизонтами. Волновое поле выражено короткими волнистыми нечеткими осями синфазности. С горизонтом СК2 связаны аномалии типа «залежь» (рис. 3).

Высокоамплитудные, низкочастотные отражения, приуроченные к разрывным нарушениям, выделяются в пределах полигона 1. На профиле ВРС МОГТ, в правой его части, в интервале 0.150–0.190 мс, отчетливо прослеживаются горизонтальные отражения, связанные с перетоками метана из глубинных отложений в придонную часть (рис. 4).

Результаты исследований на полигоне 1

По результатам гидромагнитной съемки на полигоне 1 построена схема аномалий МПЗ (магнитного поля Земли) (рис. 5).

Всего в районе площадки выполнено 418.1 км гидромагнитной съемки на 104 профилях, из них 104.9 км приходится непосредственно на площадку 1×1 км. СКО съемки, оцениваемая по 2453 точкам пересечения галсов, составила 9.796 нТл.

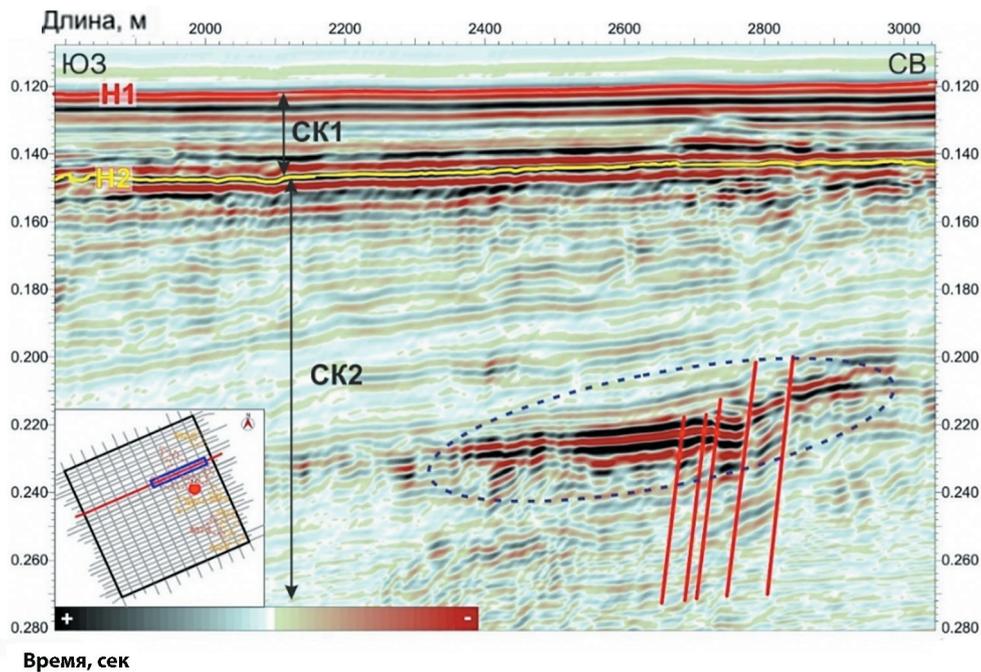


Рис. 3. Фрагмент профиля 2Д ВРС полигона 2 через амплитудную аномалию, расположенную в СК2 (показана на врезке темно-синим цветом). Красные субвертикальные линии – малоамплитудные разрывные нарушения.

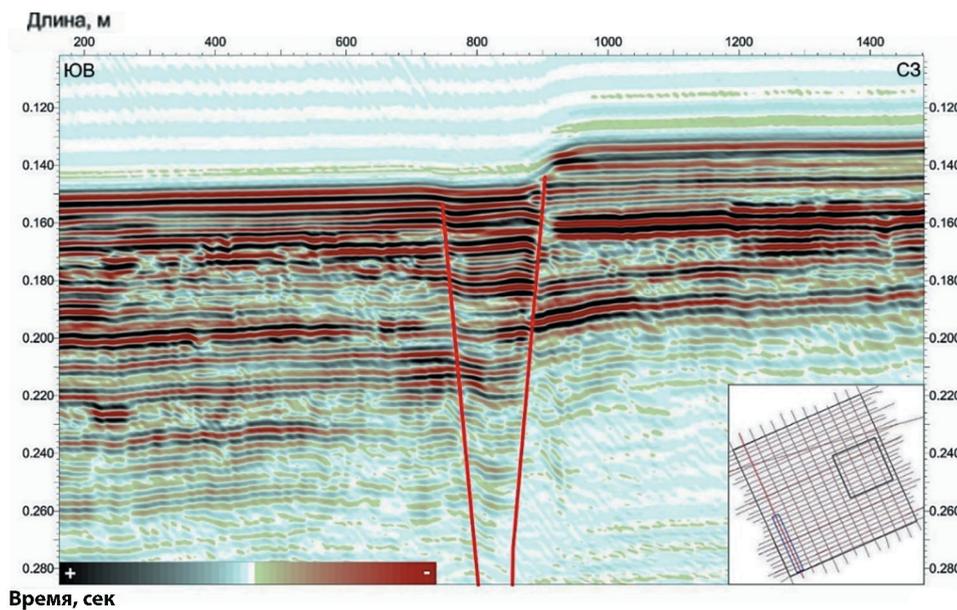


Рис. 4. Фрагмент временного разреза ВРС-МОГТ в пределах полигона 1, иллюстрирующий разрывные нарушения (показаны вертикальными линиями) и связанные с ними перетоки УВ. Просматривается уступ в поверхности дна. На врезке – положение представленного фрагмента в плане (выделен синим).

В результате применения специально усовершенствованной процедуры увязки, удалось снизить эту ошибку до 0.151 нТл.

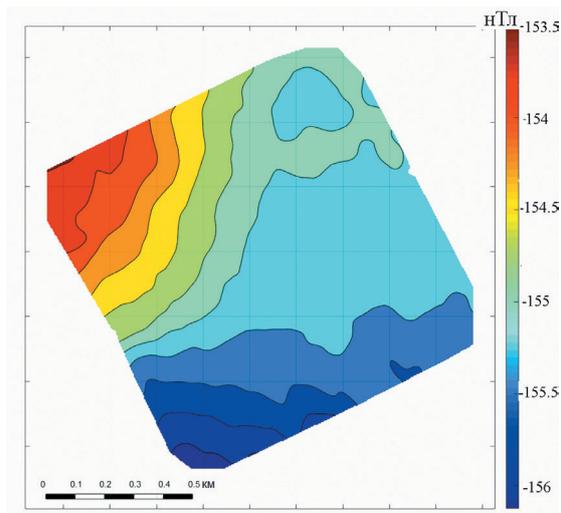


Рис. 5. Аномальное магнитное поле на полигоне 1.

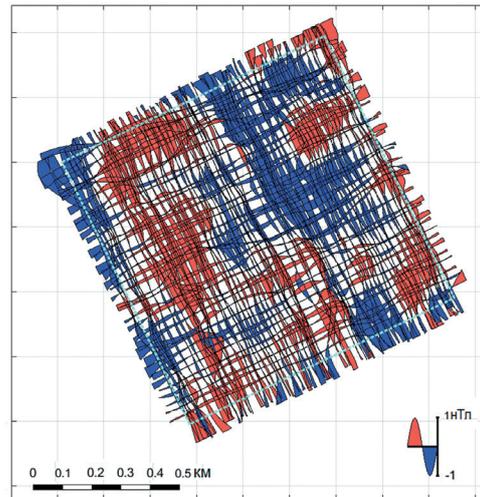


Рис. 6. Графики остаточных аномалий на полигоне 1.

Размах аномалий на полигоне составил менее 3 нТл. Аномальное магнитное поле практически невозмущенное, со слабым относительным максимумом в СЗ и слабым относительным минимумом в ЮЗ частях полигона. Очень слабый (<0.3 нТл) относительный локальный минимум шириной не менее 250 м прослеживается в СВ части полигона.

С целью картирования и изучения свойств слабых локальных аномалий была проведена процедура разделения полей на локальную и трендовую компоненты. Для этого из рядов значений АМП по каждому профилю был исключен полиномиальный тренд 2-го порядка.

На схеме графиков остаточных аномалий (рис. 6) отчетливо выделяются чередующиеся зоны с корреляцией аномалий одного знака.

Еще более четкая картина возникает при нанесении на карту маркеров в точках локальных экстремумов АМП (рис. 7) – они однозначно формируют неслучайный паттерн, отражающий возможные слабые петрофизические и литологические неоднородности в приповерхностном слое. Высокочастотная компонента АМП (остаточные аномалии) демонстрирует четкую межпрофильную линейную и круговую корреляцию, явно указывающую на неслучайную, вероятнее всего, геологическую природу источников этих аномалий (рис. 7).

Интерпретация столь слабых магнитных аномалий не имеет аналогов в отечественной и мировой практике, тем более, в площадном варианте. С помощью нашей методики удалось в итоге построить карты остаточных аномалий, увязав их с помощью усовершенствованной технологии Croserr1 (Иваненко и др., 2012). СКО увязанных данных по остаточным аномалиям на полигоне 1 составила всего 0.063 нТл, диапазон их значений на полигоне (за исключением аномалий А и В) составил от -0.4 до 0.5 нТл (рис. 7а). На схеме остаточных аномалий отчетливо прослеживается чередование протяженных в СЗ направлении зон положительных и отрицательных аномалий, осложненных линейными и кольцевыми цепочками

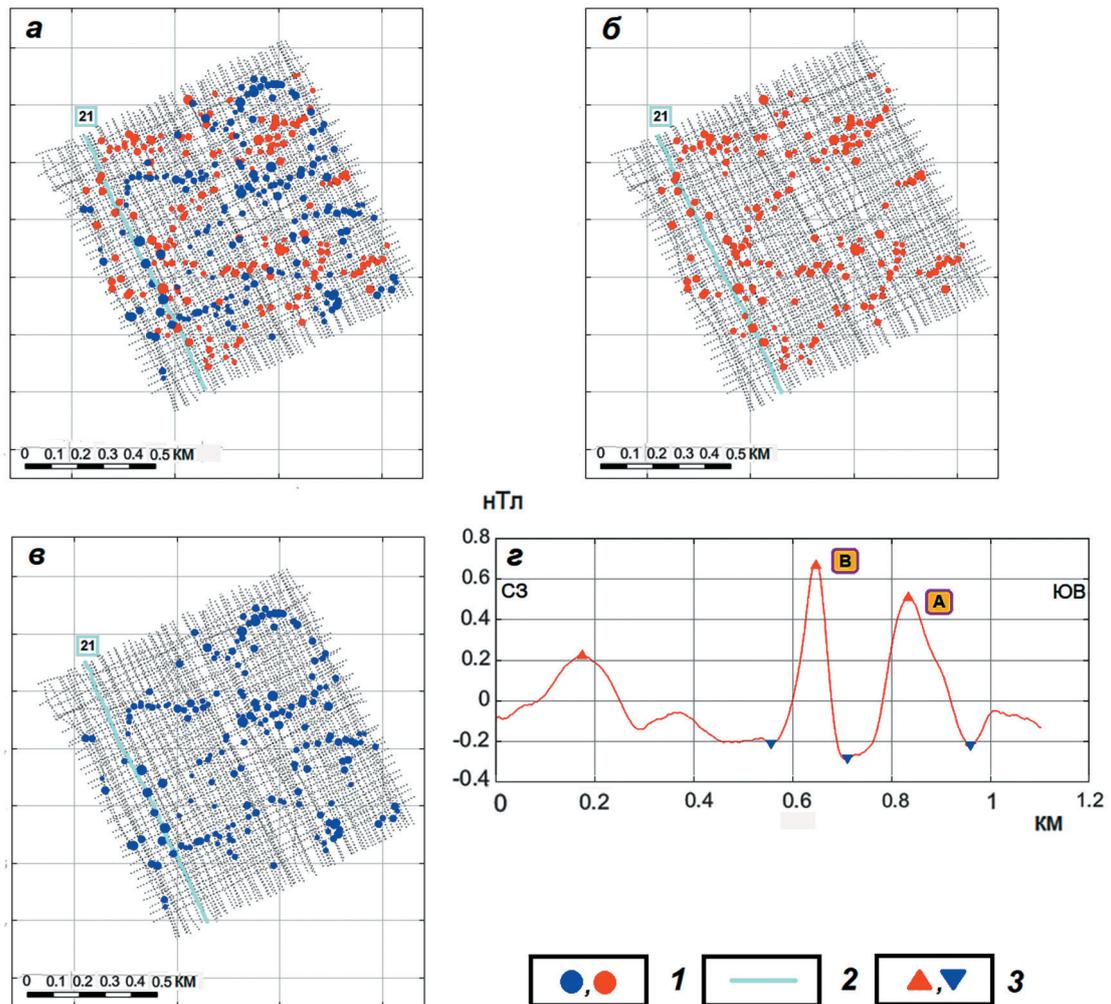


Рис. 7. Локальные экстремумы остаточных аномалий, выделенных по профилям съемки на полигоне 1: 1 – положение локальных экстремумов на профилях съемки, красные точки – положительные, синие точки – отрицательные экстремумы, размер маркера пропорционален амплитуде аномалии (от 0.1 до 1 нТл); 2 – положения профиля, для которого представлен график остаточной аномалии на нижнем рисунке (z); 3 – положение автоматически выделенных экстремумов на профиле (z); а – галсы съемки и положение выделенных локальных экстремумов; б – галсы съемки и положение положительных экстремумов; в – галсы съемки и положение отрицательных экстремумов. А, В – положение выделенных аномальных объектов.

локальных экстремумов поля обоих знаков. Для выделения наиболее значимых в плане интерпретации объектов нами использована схема полноградиентного площадного анализа остаточных аномалий с расчетом модуля полного горизонтального градиента и модуля полного градиента поля («аналитического сигнала») (рис. 8б, в, г). В сочетании с 2D и 3D интерпретацией для выделенных характерных аномальных зон, это позволило определить основные параметры создающих эти аномалии объектов и, следовательно, сделать выводы об их природе. Для выделения аномальных зон по картам модуля горизонтального градиента и аналитического сигнала находилось положение локальных экстремумов этих положительных

функций, маркирующее в плане положение их центров магнитных масс и горизонтальных границ. Экстремумы (обоих знаков) вертикального градиента показывают положение ближайших к поверхности источников аномалий.

На полигоне 1 было выделено 5 аномальных зон с наиболее характерной морфологией остаточных аномалий.

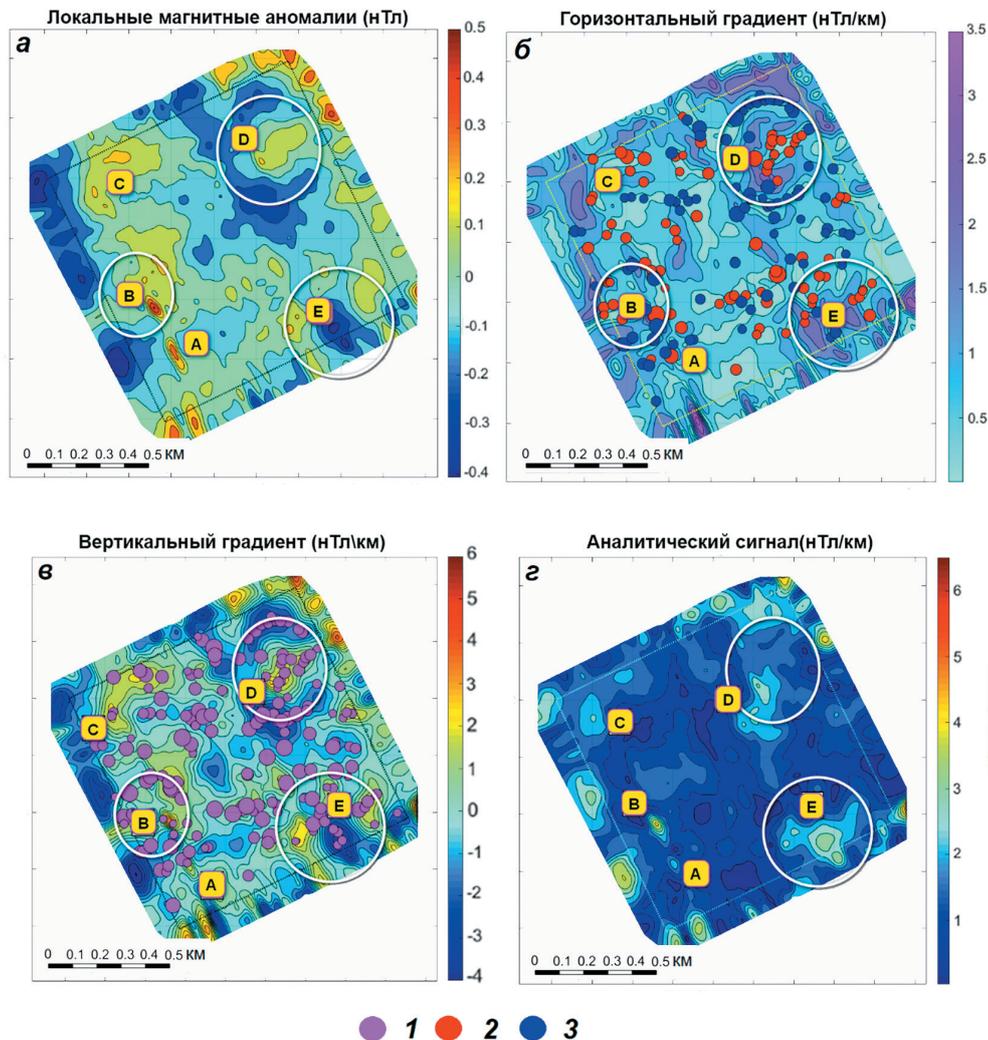


Рис. 8. Интерпретация остаточных аномалий магнитного поля на полигоне 1: *a* – карта остаточной компоненты аномального магнитного поля; *б* – ее горизонтальный градиент; *в* – ее вертикальный градиент; *г* – ее аналитический сигнал; *1* – положение источников аномалий, размер маркера пропорционален глубине до центра магнитных масс (от 80 до 200 м); 2, 3 – условные обозначения см. рис. 7. А, В, С, D, Е – положение выделенных аномальных объектов.

Из сопоставления аномальных объектов и областей риска, выделенных по сейсмическим материалам, отмечается следующее: объект А расположен в области средней степени риска, объект В относится как к области низкой степени риска, так и к области средней степени риска, объект С расположен в области низкой степени риска. Объект D расположен в области средней и высокой степени риска, а объект

Е так же расположен в области средней и высокой степени риска. Таким образом, наблюдается соответствие между расположением выделенных аномальных объектов и зон риска, выделенных сейсмическими методами.

Результаты исследований на полигоне 2

Всего в районе площадки выполнено 397.32 км гидромагнитной съемки на 112 профилях, из них 122.68 км приходится непосредственно на площадку 1×1 км. СКО съемки, оцениваемая по 2976 точкам пересечения галсов, составила 6.985 нТл, после увязки удалось снизить эту ошибку до 0.134 нТл (рис. 9).

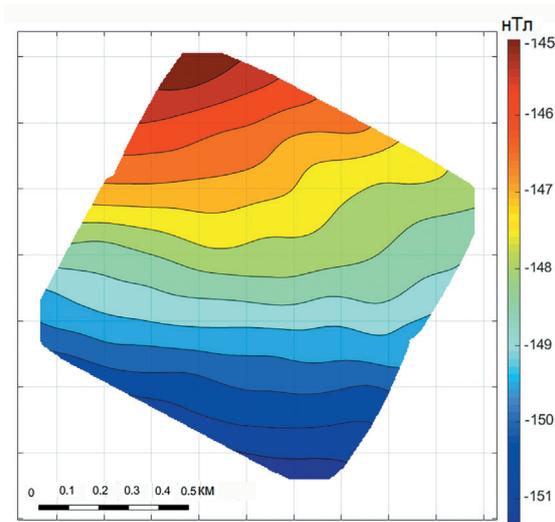


Рис. 9. Аномальное магнитное поле на полигоне 2.

Размах аномалий на полигоне составил менее 6 нТл. Аномальное магнитное поле практически невозмущенное, со слабым относительным максимумом в северной и слабым относительным минимумом в южной частях полигона. Дальнейшая интерпретация материалов магнитной съемки на полигоне 2 выполнялась по аналогии с интерпретацией материалов съемки на полигоне 1. На рис. 10 приведена интерпретация остаточных аномалий на полигоне 2. Здесь так же наблюдается соответствие между расположением выделенных аномальных объектов и зон риска. Объекты А, В и Е расположены в области средней степени риска, объекты D, С и G отчетливо коррелируются с областью высокой степени риска, а объекты Н и F находятся вне выделенных зон риска.

Природа источников АМП

В ходе интерпретации полученных материалов было установлено, что на обоих полигонах отсутствуют какие-либо значительные железосодержащие техногенные объекты, создающие интенсивные аномалии. Фоновые значения поля очень гладкие и имеют размах не более 6 нТл. Вместе с тем, с помощью специальной обработки данных, выделены множественные слабые (до 1 нТл) локальные

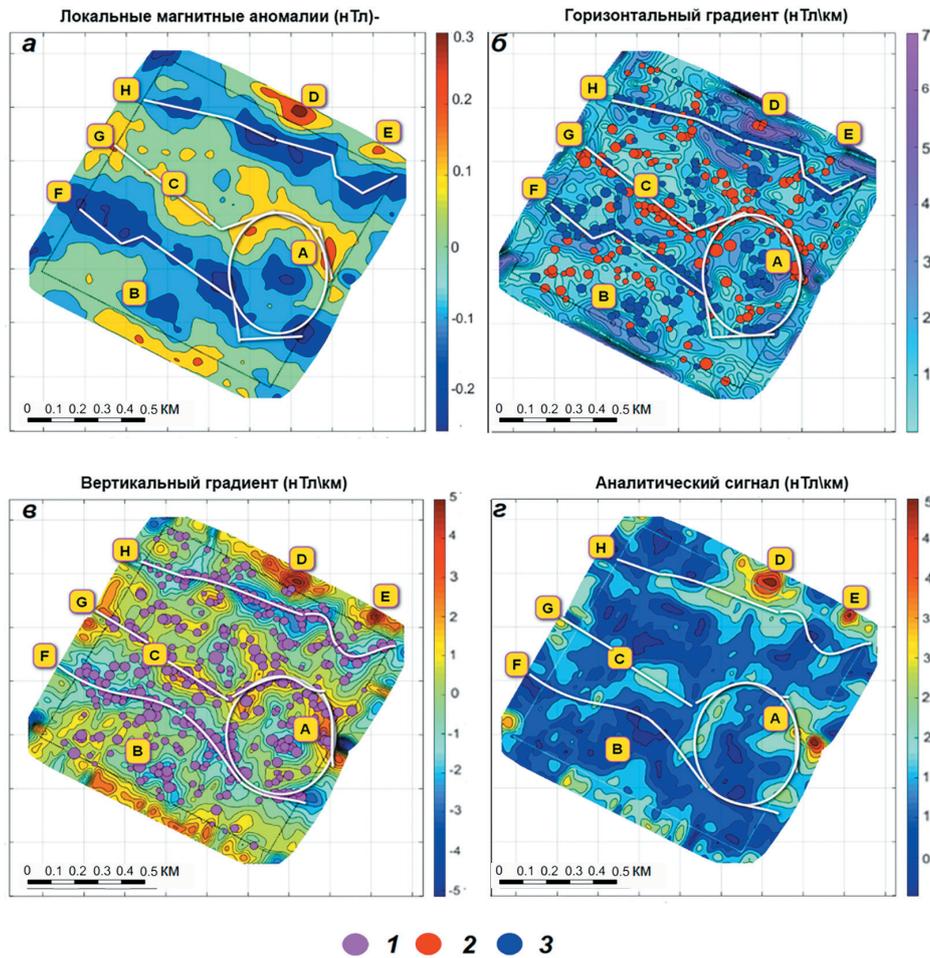


Рис. 10. Интерпретация локальных аномалий остаточной компоненты магнитного поля на полигоне 2: *a* – карта остаточной компоненты аномального магнитного поля; *b* – ее горизонтальный градиент; *v* – ее вертикальный градиент; *z* – ее аналитический сигнал; *l* – положение источника аномалии, размер маркера пропорционален глубине до центра магнитных масс (от 80 до 200 м); 2, 3 – условные обозначения см. рис. 6. А, В, С, D, E, F, G, H – положение выделенных аномальных объектов.

магнитные аномалии, несколько из которых (до 5 суммарно) могут иметь техногенную природу, но связаны со слабомагнитными объектами.

Другой тип источников – геологические неоднородности верхней части осадочного чехла – широко распространен на обоих полигонах и, возможно, связан с локальными особенностями литологии и режима миграции флюидов. Хорошо известно, что залежи углеводородов обычно проявляются в магнитном поле низкоамплитудными аномалиями характерной формы, например, слабый минимум поля над залежью окаймляется серией локальных максимумов. Такую форму аномалий хорошо объясняет концепция вторичного образования магнитных минералов, образующихся под воздействием миграции флюидов углеводородов по субвертикальным зонам в осадочной толще, приуроченным к периферийным частям залежи, в то время как в центральной ее части миграция углеводородов ниже (Березкин и др.,

1982; Меркулов, 2002; Чернов, Колесов, 2004). Этот процесс находит свое отражение в характерной структуре слабых локальных магнитных аномалий (Иваненко и др., 2012).

На рис. 11 приведен фрагмент временного разреза ВРС-МОГТ. Положение этого фрагмента временного разреза совпадает с положением профиля магнитной съемки, на котором были выделены аномальные объекты А и В, в пределах полигона 1. На рисунке отчетливо видна приуроченность источников АМП к разрывным нарушениям, по которым происходит миграция флюидов углеводородов и, как следствие, вторичная минерализация осадочной толщи, повышающая ее магнитные свойства за счет образования вторичной химической намагниченности.

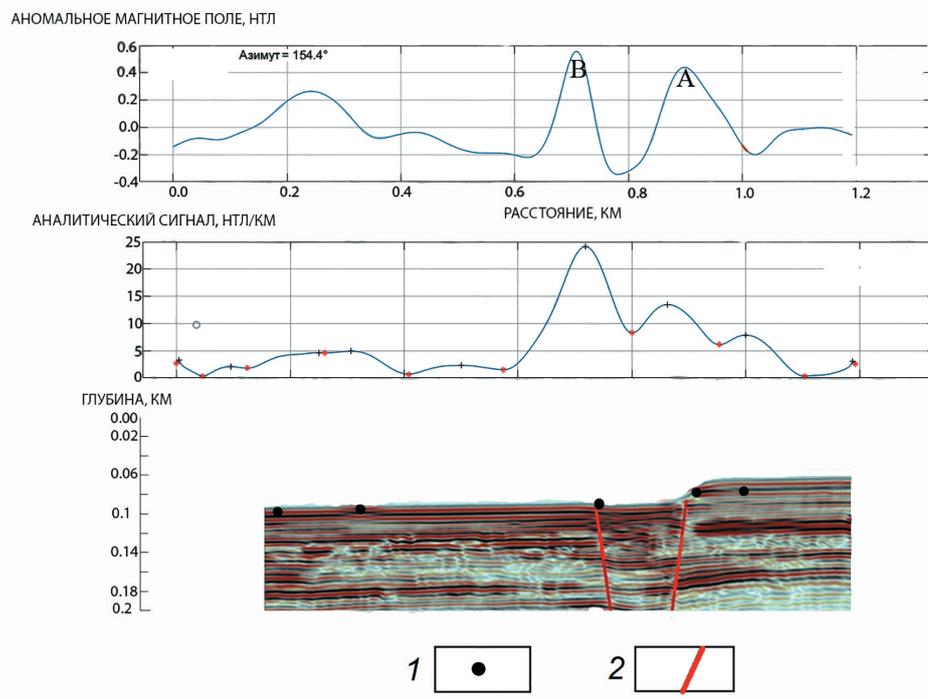


Рис. 11. Совместная интерпретация сейсмических магнитометрических данных по профилю, показанному на рис. 4; 1 – положение локальных источников АМП; 2 – разрывные нарушения по сейсмическим данным.

Выводы

По результатам совместной интерпретации сейсмоакустических и магнитных данных установлено, что выделенные песчаные пласты приурочены к стратиграфическим перерывам на границах новочерноморских и древнечерноморских, новоэвсинских и древнеэвсинских отложений. Это наглядно подтвердилось результатами 50-метрового инженерного бурения, выполненного ЦМИ весной 2020 г. Все песчаные прослои местами газонасыщены, что находит свое отражение в сейсмических разрезах и слабых магнитных аномалиях. В пределах полигонов 1 и 2 по двум независимым методам – сейсмоакустики и морской магнитометрии – были определены

границы участков, которые потенциально могут представлять опасность при инженерном строительстве в пределах этих полигонов. Наблюдается высокая степень пространственного совпадения участков, идентифицированных этими методами, что значительно повышает степень достоверности их выделения. Совместная интерпретация материалов сейсмоакустики и магнитометрии позволила установить на выделенных участках наличие опасных и неблагоприятных для инженерного строительства элементов геологического разреза. Такими неблагоприятными элементами являются:

- интервалы повышенной газонасыщенности;
- палеоврезы;
- разрывные нарушения.

Все эти факторы представляют собой определенную опасность при инженерном строительстве и должны учитываться при проектировании инженерных сооружений.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИО РАН тема № 0149-2019-0006 и при поддержке гранта РФФИ № 18-05-00316.

Литература

- Березкин В.М., Лощаков А.М., Николаев М.И.* Применение магниторазведки для поисков месторождений нефти и газа // Прикладная геофизика. 1982. № 103. С. 128–136.
- Бородулин М.А., Бурьянов В.Б., Кутас Р.И., Пустильников М.Р., Рогоза О.И., Русаков О.М., Соллогуб В.Б., Соловьев В.Д., Сологуб Н.В., Старостенко В.И., Чекунов А.В., Шиманский А.А., Щербаков В.В.* Геология шельфа. Киев: Наукова Думка, 1987. 152 с.
- Головинский В.И., Хортов А.В.* Прогнозирование залежей УВ в Азово-Черноморском и Каспийском регионах по результатам анализа сейсмических атрибутов // Тезисы докладов научно-практической конференции «Геомодель-2004». Геленджик. 2004. С. 66–69.
- Иваненко А.Н., Брусиловский Ю.В., Филин А.М., Шишкина Н.А.* Методики обработки и интерпретации магнитных данных при работах на месторождениях нефти и газа // Геофизика. № 3. ЕАГО. 2012. С. 60–70.
- Меркулов В.П.* Магнитные поля месторождений нефти и газа и возможности их использования при картировании залежей углеводородов // Известия Томского политехнического университета. 2002. Т. 305. Вып. 6. С. 218–224.
- Чернов А.А., Колесов В.В.* Обнаружение и картирование залежей УВ по их проявлениям в геопотенциальных полях // Спец. Вып. «Геофизика»: «Пангея – 10 лет». ЕАГО. 2004. С. 41–49.
- Федоров П.В.* Новые данные о стратиграфии четвертичных отложений дна Керченского пролива // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. 1974. № 42. С. 138–142.
- Gorodnitskiy A.M., Brusilovskiy Yu.V., Ivanenko A.N., Filin A.M., Shishkina N.A.* New methods for processing and interpretation of marine magnetic anomalies and their application to structural research and oil and gas exploration in the Kuril forearc, the Barents Sea and the Caspian Sea, Russia // J. of Earth Science Frontiers, China, China University of Geosciences (Beijing). 2013. Vol. 4. P. 73–85.

GEOPHYSICAL RESEARCHES OF THE KERCHEN-TAMAN BLACK SEA SHELF FOR ENGINEERING CONSTRUCTION

Ivanenko A.N., Brusilovsky Yu.V., Khortov A.V., Veklich I.A.

*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences
36, Nakhimovskiy prospekt, Moscow, 117997, Russia,
e-mail: ivanenko.ocean@gmail.com*

Submitted 15.05.2020, accepted 30.07.2020

The article presents the results of detailed geological and geophysical engineering work on the Kerch-Taman shelf. These works were carried out in order to identify potentially hazardous for engineering construction areas (for example, fault zones, local gas accumulations, etc.). The paper discusses methods for the selection of such sites, based on the analysis and joint interpretation of seismic materials and materials of marine magnetic surveys. A high degree of spatial coincidence of the areas identified by these independent methods was noted, which significantly increases the degree of reliability of their allocation. A number of geological section elements unfavorable for engineering construction have been detected and identified. The analysis of residual magnetic anomalies and their confinement to areas of discontinuous disturbances is considered in detail.

Keywords: north-western shelf, seismoacoustic profiling, magnetic survey, Pleistocene–Holocene deposits, anomaly “bright spot”, seismic complex, reflecting horizon

Acknowledgments: The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (Grant No. 18-05-00316 and state budget topics No. 0149-2019-0006).

References

- Berezkin V.M., Loshchakov A.M., and Nikolaev M.I. *Primeneniye magnitorazvedki dlya poiskov mestorozhdeniy nefti i gaza. Prikladnaya geofizika*, 1982, No. 103, pp. 128–136.
- Borodulin M.A., Buryanov V.B., Kutas R.I., Pustilnikov M.R., Rogoza O.I., Rusakov O.M., Sollogub V.B., Soloviev V.D., Sologub N.V., Starostenko V.I., Chekunov A.V., Shimansky A.A., and Shcherbakov V.V. *Geologiya shelfa*. Kiev: Naukova Dumka, 1987, 152 p.
- Chernov A.A. and Kolesov V.V. *Obnaruzheniye i kartirovaniye zalezhey UV po ikh proyavleniyam v geopotentsialnykh polyakh. Spets. Vyp. Geofizika «Pangeya – 10 let»*, EAGO, 2004, pp. 41–49.
- Fedorov P.V. *Novyye dannyye o stratigrafii chetvertichnykh otlozhenii dna Kerchenskogo proliva. Byulleten komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda*, 1974, No. 42, pp. 138–142.
- Golovinsky V.I. and Khortov A.V. *Prognozirovaniye zalezhey UV v Azovo-Chernomorskom i Kaspiyskom regionakh po rezultatam analiza seysmicheskikh atributov. Tezisy dokladov nauchno-prakticheskoy konferentsii «Geomodel-2004»*, Gelendzhik, 2004, pp. 66–69.
- Gorodnitskiy A.M., Brusilovskiy Yu.V., Ivanenko A.N., Filin A.M., and Shishkina N.A. *New methods for processing and interpretation of marine magnetic anomalies and their application to structural research and oil and gas exploration in the Kuril forearc, the Barents Sea and the Caspian Sea, Russia. J. of Earth Science Frontiers, China, China University of Geosciences (Beijing)*, 2013, Vol. 4, pp. 73–85.

Иваненко А.Н. и др.

Ivanenko A.N., Brusilovsky Yu. V., Filin A.M., and Shishkina N.A. Metodiki obrabotki i interpretatsii magnitnykh dannykh pri rabotakh na mestorozhdeniyakh nefi i gaza. *Geofizika*, No. 3, EAGO, 2012, pp. 60–70.

Merkulov V.P. Magnitnyye polya mestorozhdeniy nefi i gaza i vozmozhnosti ikh ispolzovaniya pri kartirovanii zalezhey uglevodorodov. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*, 2002, Vol. 305, No. 6, pp. 218–224.