



# **ТРОФИМУКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021**

**ВСЕРОССИЙСКАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
С УЧАСТИЕМ ИНОСТРАННЫХ УЧЕНЫХ**

**11–16 октября 2021 г.**

## **МАТЕРИАЛЫ**



**ИНГГ  
СО РАН**



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ РАН  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ  
ГЕОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
НЕФТИ, ГАЗА И УГЛЯ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ  
ИМ. А. А. ТРОФИМУКА СО РАН  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



ТРОФИМУКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021  
Год науки и технологий – 2021

Материалы Всероссийской молодежной научной конференции  
с участием иностранных ученых

г. Новосибирск, 11–16 октября 2021 г.

Новосибирск  
2021

УДК 55:550.8+338.012(063)  
ББК ИЗ6я431  
Т 76

#### **Программный комитет**

Председатель – академик РАН *А. Э. Конторович*  
Зам. председателя – д-р техн. наук *И. Н. Ельцов*

#### **Члены программного комитета:**

акад. РАН *В. А. Верниковский*, акад. РАН *М. И. Эпов*, чл.-корр. РАН *В. Н. Глинских*,  
чл.-корр. РАН *В. А. Каширцев*, чл.-корр. РАН *В. А. Конторович*, чл.-корр. РАН *И. Ю. Кулаков*,  
чл.-корр. РАН *Б. Н. Шурыгин*, д-р геол.-минерал. наук *Л. М. Буриштейн*,  
д-р геол.-минерал. наук *Д. В. Гражданкин*, д-р геол.-минерал. наук *Б. Л. Никитенко*,  
д-р геол.-минерал. наук *Н. В. Сенников*, д-р геол.-минерал. наук *А. Н. Фомин*,  
канд. геол.-минерал. наук *И. А. Губин*, канд. геол.-минерал. наук *Д. А. Новиков*,  
канд. геол.-минерал. наук *Т. М. Парфенова*

#### **Организационный комитет**

Председатель – *О. А. Локтионова*  
Секретарь – *С. М. Ибрагимова*

#### **Члены организационного комитета**

*М. В. Соловьев*, *Д. В. Аюнова*, *К. В. Долженко*, *Ф. Ф. Дульцев*, *Е. А. Земнухова*,  
*К. И. Канакова*, *А. А. Федосеев*, *Е. Е. Хогоева*

**Т76** Трофимуковские чтения – 2021 : Материалы Всерос. молодежной науч. конф. с участием иностр. ученых / Ин-т нефтегаз. геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2021. – 280 с.

ISBN 978-5-4437-1251-2

Сборник содержит материалы докладов, представленных на Всероссийской молодежной научной конференции с участием иностранных ученых «Трофимуковские чтения – 2021», посвященной 110-летию академика АН СССР и РАН А. А. Трофимука (Новосибирск, Россия, 11–16 октября 2021 г.). В докладах отражены современные теоретические и практические проблемы геологии нефти и газа. Внимание уделено вопросам общей и региональной геологии нефтегазоносных осадочных бассейнов, решению актуальных задач тектоники, седиментологии, литологии, палеогеографии, геохимии, стратиграфии и палеонтологии. В публикациях обсуждаются новые результаты исследований в области геохимии нефти, гидрогеологии и гидрогеохимии нефтегазоносных бассейнов, углеводородного потенциала недр России. Серия работ посвящена моделированию нефтегазообразования в осадочных отложениях Сибири, методам компьютерного моделирования геологических процессов, оценке ресурсов и выявлению закономерностей размещения месторождений углеводородов. В сборник включены доклады, направленные на обсуждение проблем экономики и экологии нефтегазовой отрасли. В ряде докладов представлены результаты изучения геофизических исследований скважин, новые геофизические методы поисков углеводородов. Материалы конференции представляют интерес для специалистов-геологов широкого профиля, а также для преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений, специализирующихся в области наук о Земле.

УДК 55:550.8+338.012(063)  
ББК ИЗ6я431

© Институт нефтегазовой геологии и геофизики  
им. А. А. Трофимука СО РАН, 2021  
© Новосибирский государственный  
университет, 2021

ISBN 978-5-4437-1251-2

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 1. РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ (СТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, ТЕКТОНИКА, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ОСАДОЧНЫХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ)

Багаев Д. З. Геолого-геофизическая модель северной части бассейна Восточно-Сибирского моря с целью обоснования перспективных нефтегазоносных районов.....	8
Гришина А. А., Сапьяник В. В., Торопова Т. Н. Реконструкция обстановок осадконакопления байос-батских отложений в западной части Енисей-Хатангской НГО и сопредельных территорий.....	12
Гришина А. А., Торопова Т. Н., Сапьяник В. В. Геологическое строение западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба и перспективы газоносности меловых отложений (на примере Подпимского ССК).....	15
Дроздов Д. К., Пахомова К. А., Виноградов Е. В. Палеогеографическое положение Сибири в позднем венде – раннем кембрии по результатам палеомагнитного анализа осадочной последовательности Оленекского поднятия .....	18
Ефременко В. Д. Белемниты и биостратиграфия нижнемеловых отложений Анабарского района Сибири.....	23
Злобина А. В. Стратиграфия и органическая геохимия нижней юры восточной части Анабаро-Ленского регионального прогиба (бассейн р. Келимяр).....	27
Нечаев М. С. Литологическая характеристика отложений овинпармского горизонта лохковского яруса нижнего девона в разрезе ручья Дэршор (гряда Чернышева).....	30
Пахомова К. А., Дроздов Д. К. Палеогеография Суханского осадочного бассейна по палеомагнитным данным хатыспытской свиты (венд Оленекского поднятия) .....	33
Пащенко А. А. Биостратиграфия синской и куторгиновой свит нижнего кембрия северо-запада Алданской антеклизы.....	38
Смольянова Д. В., Курагин Д. И., Зуева Е. А. Оценка перспектив нефтегазоносности доманиковых отложений юго-восточной части Мухано-Ероховского прогиба .....	42
Тахватулин М. М., Масленников М. А. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности юрских, триасовых и пермских отложений южного борта Вилуйской синеклизы.....	45
Удегова В. В., Филиппов Ю. Ф. Потенциально нефтегазоносные комплексы Предъенисейского осадочного бассейна на юго-востоке Западной Сибири .....	48

### СЕКЦИЯ 2. ГЕОФИЗИКА. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Глинских А. В. Численное моделирование потенциалов самопроизвольной поляризации с учетом глинистости пласта-коллектора.....	52
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Кальяк А. А. Модель аппаратного комплекса для определения теплофизических свойств горных пород в условиях естественного залегания .....	56
Крошка Е. С. Сопоставление широкополосных диэлектрических спектров твердых и разрушенных песчаных пород .....	60
Крошка Е. С., Родионова О. В. Широкополосная диэлектрическая спектроскопия просеянных фракций песка и плавленых гранул.....	64
Москаев И. А. Численное моделирование данных скважинной электротомии в геоэлектрических моделях с наклонной двухосной электрической анизотропией .....	68
Сизиков И. С., Тимофеев А. В., Ардюков Д. Г., Носов Д. А. Результаты измерений силы тяжести и смещений в районе Заполярного и Ямбургского нефтегазовых месторождений .....	71
Ульянов Н. А., Яскевич С. В., Дергач П. А. Детекция записей слабых локальных землетрясений с использованием машинного обучения.....	76
Федосеев А. А. Определение вещественного состава отложений баженовской свиты на основе электрофизических моделей смесей.....	79
Хогоева Е. Е. Динамика эмиссионного отклика геологической среды по материалам морской сейсморазведки .....	83
Шилов Н. Н., Грубась С. И., Дучков А. А. Построение сейсмических лучей по решению уравнения эйконала с использованием искусственных нейронных сетей.....	87
Яблоков А. В., Сердюков А. С. Способ подбора архитектуры искусственной нейронной сети для аппроксимации зависимости фазовой скорости поверхностной волны от параметров упругой модели геологической среды .....	91

### СЕКЦИЯ 3. ТЕОРИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НЕФТИ И ГАЗА, ОРГАНИЧЕСКАЯ ГЕОХИМИЯ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОХИМИЯ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Бондоров Р. А., Фомин А. Н. Мацеральный состав и условия формирования углей васюганской свиты на юго-востоке Западно-Сибирского мегабассейна .....	95
Бурухина А. И., Фурсенко Е. А. Распределение углеводородов C <sub>4</sub> –C <sub>9</sub> в нефтях и конденсатах Бованенковского месторождения (полуостров Ямал, Западная Сибирь) .....	99
Дребот В. В. Изотопный состав углерода и кислорода гидрокарбонат-иона ( $\delta^{13}\text{C}$ ) в подземных водах территории Торейских озер (Восточное Забайкалье).....	102
Иванников А. А. Органическая геохимия юрских отложений востока Енисей-Хатангского регионального прогиба.....	106
Мельник Д. С. Параавтохтонные битумоиды в породах хатыспытской свиты венда Оленекского поднятия на северо-востоке Сибирской платформы .....	109

Попова И. Д., Долженко К. В. Влияние асфальто-смолистой компоненты битумоида на пиролитические показатели террагенного органического вещества верхнепалеозойского комплекса Вилуйской синеклизы .....	113
Пыряев А. Н., Максимова А. А. Изотопный состав подземных вод нефтегазоносных отложений центральной части Зауральской мегамоноклизы .....	117
Черных А. В., Пыряев А. Н., Дульцев Ф. Ф. Новые данные об изотопном составе рассолов нефтегазоносных отложений Сибирской платформы.....	121

#### СЕКЦИЯ 4. МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Бардачевский В. Н. Геологическое строение и нефтегазоносность региональных резервуаров нижнемелового клиноформного комплекса Гыданского полуострова .....	126
Белоусов А. А., Титов Б. Г. Моделирование методики определения содержания в породе урана, тория калия методом пассивной гамма-спектрометрии .....	130
Зервандо Я. В., Елишева О. В. Предпосылки заполнения резервуаров неокомского интервала разреза Ай-Яунской площади углеводородами .....	133
Канакова К. И., Канаков М. С., Ибрагимова С. М. Методика выделения литотипов по данным ГИС в отложениях горизонта Ю <sub>1</sub> .....	138
Котухов П. Д. Влияние структурного строения и литологических особенностей вендских терригенных отложений на перспективы нефтегазоносности южного склона Байкитской антеклизы .....	142
Ошорова Е. М., Аюнова Д. В. Сейсмогеологическая характеристика и нефтегазоносность меловых отложений Ванкорской зоны нефтегазонакопления.....	146
Татевосян Л. С. Структурная характеристика отложений НГГЗК Чкаловского месторождения и прилегающих территорий .....	149

#### СЕКЦИЯ 5. МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫМИ ЗАПАСАМИ НЕФТИ, МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГИДРАТНОГО ГАЗА: МЕТОДЫ ИХ ПОИСКОВ, РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ

Кузнецова М. И. Выявление перспективных объектов баженовской свиты на территории ЯНАО с применением геолого-геофизических критериев .....	152
Соколов П. А. Поточный измеритель минерализации водных растворов .....	156

#### СЕКЦИЯ 6. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКЕ

Кокорев О. Н., Кейслер А. Г., Истомин А. Д., Носков М. Д., Чеглоков А. А. Геоэкологический прогноз эксплуатации пункта глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов.....	160
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗОНДА С ТОРОИДАЛЬНЫМИ КАТУШКАМИ В НАКЛОННО-ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ

О. П. Темирбулатов<sup>1</sup>, И. В. Михайлов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск

<sup>2</sup>Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск

**Аннотация.** Работа посвящена численному анализу влияния зенитного угла скважины и геоэлектрических параметров среды на сигналы электромагнитного каротажного зонда с тороидальными катушками ЗЭТ на основе трехмерного конечно-разностного моделирования.

**Ключевые слова:** электрокаротаж, тороидальные катушки, численное моделирование, наклонно-горизонтальные скважины, удельное электрическое сопротивление.

## NUMERICAL MODELING OF SIGNALS OF THE ELECTROMAGNETIC TOOL WITH TOROIDAL COILS IN INCLINED AND HORIZONTAL WELLS

O. P. Temirbulatov<sup>1</sup>, I. V. Mikhaylov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Novosibirsk State University, Novosibirsk

<sup>2</sup>Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch  
of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk

**Annotation.** This work is devoted to a numerical analysis of influence of the well zenith angle and geoelectrical parameters of the medium on signals of the electromagnetic logging tool with toroidal coils, based on 3D finite-difference modeling.

**Key words:** resistivity logging, toroidal coils, numerical modeling, inclined and horizontal wells, electrical resistivity.

В ИНГГ СО РАН и НПП ГА «Луч» (г. Новосибирск) ранее был проведён полный цикл научно-исследовательских работ по разработке нового каротажного зонда с тороидальными катушками ЗЭТ: от теоретического обоснования до опытно-промышленных испытаний в вертикальных нефтегазовых скважинах [1]. Такой цикл традиционен при создании новой геофизической скважинной аппаратуры. В то же время, помимо вертикальных скважин, на месторождениях всего мира широко применяются наклонные и горизонтальные скважины. Однако всестороннего численного моделирования сигналов и последующего анализа возможностей ЗЭТ для изучения их разрезов ранее не проводилось. В данной работе приводятся краткое описание принципа работы зонда и реализованных режимов возбуждения-наблюдения сигналов, а также результаты трёхмерного конечно-разностного моделирования сигналов ЗЭТ в наклонно-горизонтальных скважинах с использованием специализированной компьютерной программы. Прямая задача решается в полной математической постановке при возбуждении



электромагнитного поля круговым магнитным током, с учётом высокой электрической проводимости и конечных размеров металлического корпуса этого каротажного зонда [2]. Ввиду высокой ресурсоёмкости вычислений, задействовался кластер НКС-1П Сибирского суперкомпьютерного центра СО РАН.

Принцип работы ЗЭТ следующий. В горных породах вокруг скважины возбуждается переменное электрическое поле  $\mathbf{E}$ , имеющее горизонтальную ( $E_r$ ) и вертикальную ( $E_z$ ) компоненты. Это обуславливает зависимость измеряемых сигналов как от горизонтального удельного электрического сопротивления (УЭС) среды  $\rho_h$ , так и от вертикального  $\rho_v$ . В ЗЭТ реализованы два режима возбуждения-наблюдения сигналов: суммарный (токи в генераторных катушках равны и сонаправлены) и дифференциальный (токи равны, но имеют противоположное направление). Первый режим нацелен на определение пространственного распределения УЭС и коэффициента электрической анизотропии, а второй – на определение положений границ пластов и зон трещиноватости [1].

Численное моделирование сигналов ЗЭТ проводилось в двух группах геоэлектрических моделей.

1. С одной горизонтальной границей («верхнее-нижнее полупространство»).
2. С двумя горизонтальными границами (коллектор ограниченной толщины во вмещающих породах).

Все модели содержат скважину с ЗЭТ; параметры скважины: радиус 0,108 м, УЭС 2 Ом·м. УЭС полупространств варьируется от 5 до 100 Ом·м, толщина коллектора 1–4 м.

В первой группе моделей, при суммарном режиме ЗЭТ, с увеличением зенитного угла скважины от 0 до 80° переход диаграмм от нижней асимптоты к верхней становится более резким (рис. 1); расстояние выхода на верхнюю асимптоту уменьшается с 1,9 до 1,0 м. В дифференциальном режиме при росте угла от 0 до 80° усиливается локальность экстремумов (рис. 2). Также, с возрастанием угла эти сигналы становятся симметричнее относительно границы.

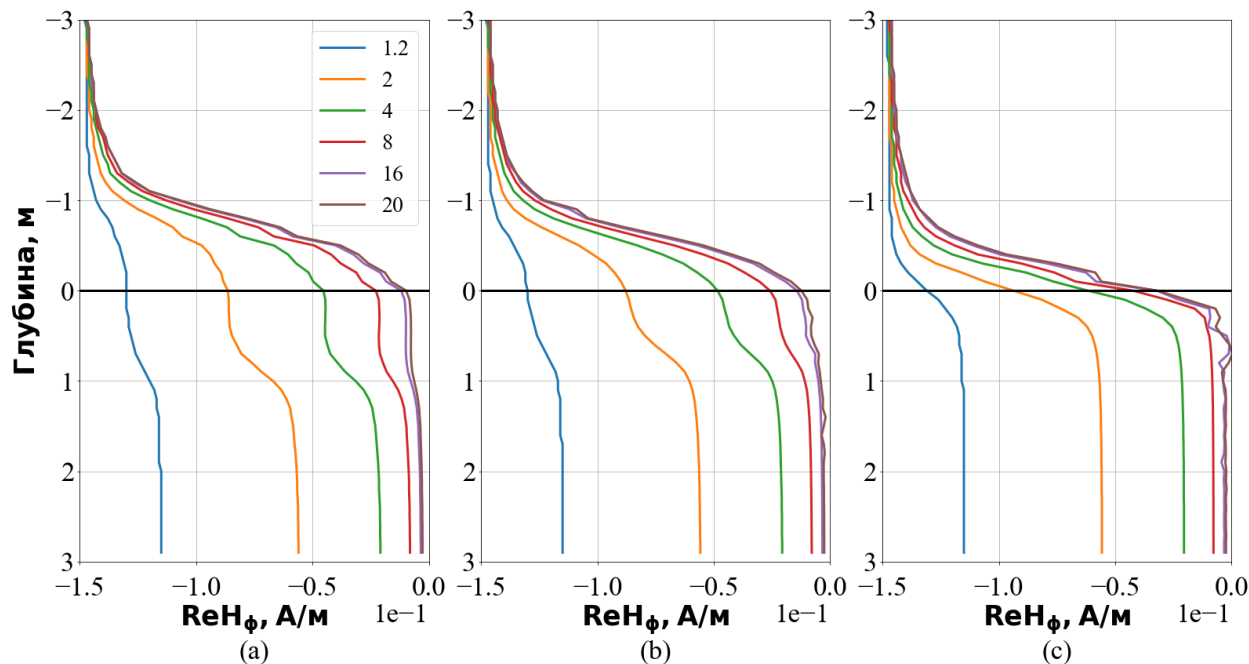


Рис. 1. Реальная составляющая тангенциальной компоненты магнитного поля ( $\text{Re}H_\phi$ ) в суммарном режиме ЗЭТ. Шифр: контрастность УЭС. Зенитный угол: а) 0°; б) 40°; в) 80°

Fig. 1. Real part of the tangential component of the magnetic field ( $\text{Re}H_\phi$ ) in the summary mode of the toroidal tool. Key: resistivity contrast. Zenith angle: а) 0°; б) 40°; в) 80°

С увеличением контрастности УЭС между полупространствами от 1,2 до 20, изменяется характер диаграмм суммарного режима при переходе из одной среды в другую (рис. 1); всё больше проявляется асимметрия сигналов относительно горизонтальной границы. Что касается дифференциального режима (рис. 2), при зенитных углах 0 и 40°, с повышением контрастности отношение значений сигналов в экстремумах сверху и снизу от границы растёт в разы. В случае угла 80° и контрасте 8 и более, диаграммы переходят через ноль вблизи границы в более проводящей верхней среде.

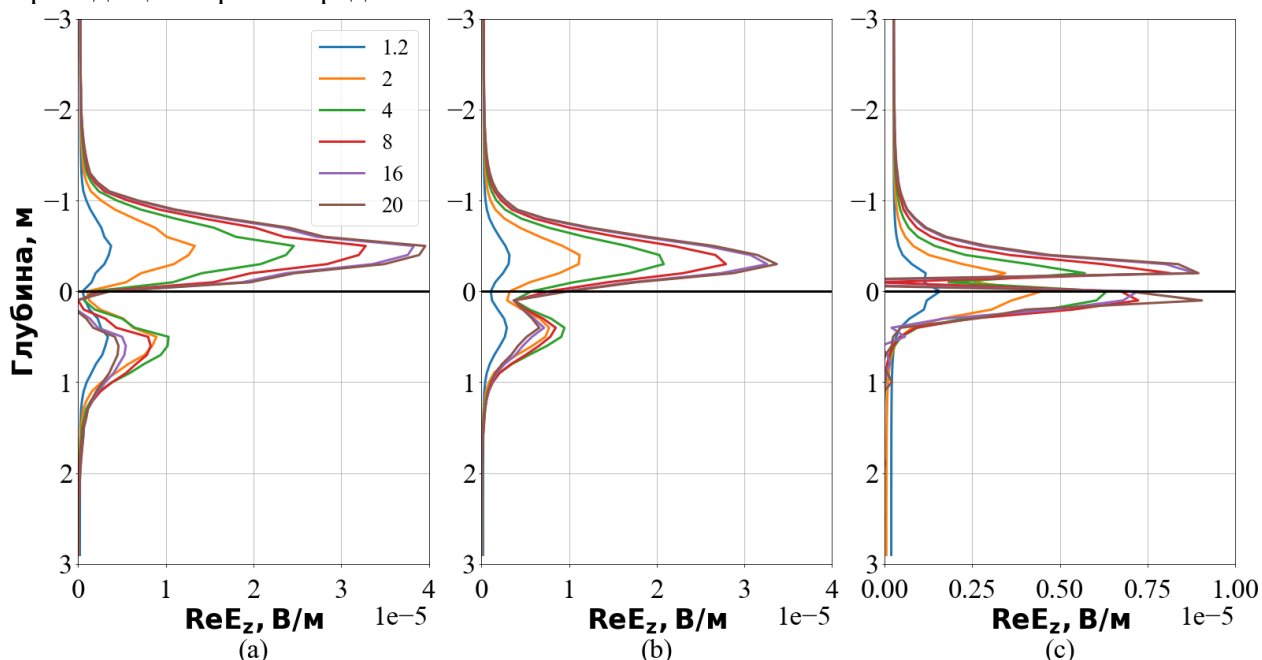


Рис. 2. Реальная составляющая вертикальной компоненты электрического поля ( $\text{Re}E_z$ ) в дифференциальном режиме. Шифр: контрастность УЭС. Зенитный угол: а) 0°; б) 40°; в) 80°

Fig. 2. Real part of the vertical component of the electric field ( $\text{Re}E_z$ ) in the differential mode. Key: resistivity contrast. Zenith angle: а) 0°; б) 40°; в) 80°

В группе моделей с двумя горизонтальными границами, при суммарном режиме, с увеличением зенитного угла от 0 до 80° сигналы принимают значения, всё более близкие к асимптотическим в коллекторе ограниченной толщины. Кроме того, в пластах малой толщины (1 м и менее) наблюдается инвертирование сигналов, связанное с влиянием вмещающих пород на сигналы ЗЭТ. В дифференциальном режиме, с ростом угла от 0 до 80°, экстремумы сигналов располагаются всё ближе к горизонтальным границам пластов. Так, при 0° экстремумы отмечаются на расстоянии 0,5 м, тогда как при 80° они возникают непосредственно в области границ.

В качестве основного результата исследований можно выделить отчётливую зависимость сигналов электромагнитного каротажного зонда с тороидальными катушками ЗЭТ от электрического контраста в разрезе и толщины коллектора при изменении зенитного угла нефтегазовой скважины в широком диапазоне значений последнего. Таким образом, сделан важный шаг к решению актуальной задачи геонавигации наклонно-горизонтальных скважин, что является предметом дальнейших исследований.

### Список литературы

1. Эпов М. И. Новый электромагнитный зонд для высокоразрешающего каротажа: от теоретического обоснования до скважинных испытаний / М. И. Эпов, В. Н. Глинских, В. Н. Еремин, И. В. Михайлов, М. Н. Никитенко, С. В. Осипов, А. Н. Петров, И. В. Суродина, В. М. Яценко // Нефтяное хозяйство. – 2018. – № 11. – С. 23–27.
2. Суродина И. В. Математическое моделирование сигналов тороидального источника в трехмерных изотропных моделях геологических сред / И. В. Суродина, И. В. Михайлов, В. Н. Глинских // Естественные и технические науки. – 2020. – № 12. – С. 131–134.

## REFERENCES

1. Epov M. I., Glinskih V. N., Eremin V. N., Mihajlov I. V., Nikitenko M. N., Osipov S. V., Petrov A. N., Surodina I. V., YAcenko V. M. Novyj elektromagnitnyj zond dlya vysokorazreshayushchego karotazha: ot teoreticheskogo obosnovaniya do skvazhinnyh ispytanij // Neftyanoe hozyajstvo. – 2018. – № 11. – S. 23–27.
2. Surodina I. V., Mihajlov I. V., Glinskih V. N. Matematicheskoe modelirovanie signalov toroidal'nogo istochnika v trekhmernyh izotropnyh modelyah geologicheskikh sred // Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2020. – №12. – S. 131–134.