



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 ₄ –C ₉ 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., Ибрагимов С. М. Методика выделения литотипов по данным ГИС в отложениях горизонта Ю ₁	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
---	-----

МОДЕЛЬ АППАРАТУРНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАЛЕГАНИЯ

А. А. Кальяк

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск

Аннотация. Исследование теплофизических свойств извлечённых горных пород имеет важное значение как для теории теплопереноса, так и для практики их технического применения. Изучение этих свойств даёт ценную информацию, позволяющую углубить и расширить теоретические представления о характере физических процессов в средах. Представленная модель аппаратного комплекса, основанная на методе линейного источника, направлена на определение теплофизических свойств горных пород в условиях, моделирующих их естественное залегание – высокие температуры.

Ключевые слова: теплопроводность, температуропроводность, метод линейного источника.

MODEL OF THE INSTRUMENTAL COMPLEX FOR DETERMINING THE THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF ROCKS IN NATURAL CONDITIONS

A. A. Kalyak

*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch
of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk*

Annotation. The study of the thermophysical properties of the extracted rocks is of great importance both for the theory of heat transfer and for the practice of their technical application. The study of these properties provides valuable information that makes it possible to deepen and expand the theoretical understanding of the nature of physical processes in media. The presented model of instrumental complex, based on the linear source method, is aimed at determining the thermophysical properties of rocks under conditions that simulate their natural occurrence - high temperatures.

Key words: thermal conductivity, thermal diffusivity, linear source method.

Закономерности изменения теплофизических свойств пористых сред в условиях высоких температур, давлений, составляют основу теоретических моделей, описывающих явления теплопереноса в различных материалах, и значительно расширяют представления о процессах распространения и рассеяния тепловых волн в сложных многокомпонентных средах [1].

При отборе и выносе керна на поверхность свойства породы и насыщающей её жидкости заметно изменяются, поэтому результаты его анализа не дают полного представления о теплофизических свойствах горных пород на глубине, соответствующей их естественному залеганию [2]. Отсюда возникает необходимость экспериментальных исследований теплофизических свойств горных пород в искусственно заданных условиях высоких температур и давле-

ний. Такие исследования позволяют смоделировать и оценить тепловые свойства горных пород и плотность теплового потока на различных глубинах Земной коры и получить новые данные о закономерностях изменения теплофизических свойств горных пород в условиях их естественного залегания.

В представляемой модели аппаратного комплекса определение теплофизических свойств горных пород основано на нестационарном методе линейного источника [3]. На рис. 1 представлена схема модели аппаратного комплекса.

Принцип работы комплекса: при установившейся в термостате температуре, с персонального компьютера задаётся уровень мощности и длительность работы нагревателя – эти данные отправляются на основной микроконтроллер. На силовой ключ нагревателя подаётся сигнал с выхода ЦАП (либо ШИМ), определяющий уровень мощности нагревателя и длительность его работы.

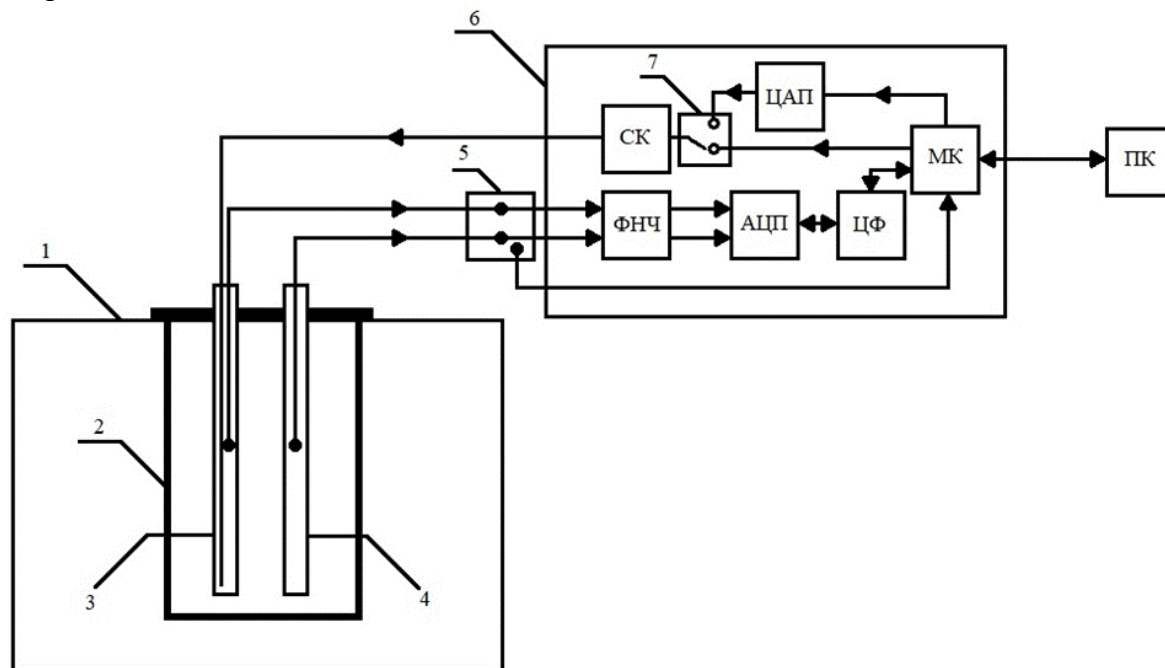


Рис. 1. Схема аппаратного комплекса: 1 – термостат; 2 – ячейка с образцом; 3 – зонд с нагревателем и термопарой; 4 – зонд с термопарой; 5 – холодные спаи термопар с полупроводниковым датчиком температуры (контроль температуры холодного спая); 6 – электронный измеритель температур; 7 – переключатель способа управления силовым ключом нагревателя (внешний ЦАП, либо встроенный ШИМ микроконтроллера); СК – силовой ключ управления нагревателем; ФНЧ – фильтр нижних частот; ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ЦФ – цифровой фильтр; МК – микроконтроллер; ПК – персональный компьютер

Fig. 1. Scheme of the instrumental complex: 1 – thermostat; 2 – cell with a sample; 3 – probe with heater and thermocouple; 4 – probe with thermocouple; 5 – cold junction of thermocouples with a semiconductor temperature sensor (cold junction temperature control); 6 – electronic temperature meter; 7 – switch for controlling the heater power switch (external DAC or built-in PWM of the microcontroller); PS – power switch for heater control; LPF - low-pass filter; DAC – digital-to-analog converter; ADC – analog-to-digital converter; DF – digital filter; MCU – microcontroller; PC – personal computer

При помощи полупроводникового датчика температуры, расположенного в непосредственном контакте с холодными спаями термопар, фиксируется их температура. Значение этой температуры необходимо для компенсации холодного спая термопар при вычислении температуры горячих спаев термопар, расположенных в зондах. Для вычисления напряжения холодного спая E_{cold} по значению его температуры T_{cold} используется прямое преобразование степенным полиномом вида:

$$E_{cold} = d_0 + d_1 \cdot T_{cold} + d_2 \cdot (T_{cold})^2 + \dots + d_n \cdot (T_{cold})^n, \quad (1)$$

где d_n – коэффициенты прямого преобразования (порядок полинома $n=10$).

Чтобы получить значение напряжения E_{hot} на горячем спае термопары суммируются значения ΔE на входе АЦП и вычисленное значение E_{cold} холодного спае:

$$E_{hot} = E_{cold} + \Delta E. \quad (2)$$

Далее, производится обратное преобразование значений напряжений горячего спае термопар в температуру:

$$T_{hot} = k_0 + k_1 \cdot E_{hot} + k_2 \cdot (E_{hot})^2 + \dots + k_n \cdot (E_{hot})^n, \quad (3)$$

где порядок полинома $n=10$, k_n – коэффициенты обратного преобразования.

Погрешность применённой полиномиальной аппроксимации сигнала термопар составляет от $\pm 0,02$ до $\pm 0,05$ °С, в отличие от традиционной линейной – где погрешность может составлять единицы градусов Цельсия.

Полученные температуры зондов и времена отправляются на персональный компьютер для дальнейшего анализа и вычисления теплофизических параметров образцов.

Температуропроводность определяется по формуле [4, 5]:

$$a = \frac{r^2}{4 \cdot \tau_{max}}, \quad (4)$$

где r – расстояние между зондами, τ_{max} – время прохождения максимума тепловой волны от зонда 3 к зонду 4. Диапазон измерений: $(0,1-15) \times 10^{-7}$ м²/с (погрешность не более 10 %).

Теплопроводность вычисляется по формуле [3, 6]:

$$\lambda = \frac{q}{4 \cdot \pi} \cdot \frac{\ln \tau_1 - \ln \tau_0}{T_1 - T_0}, \quad (5)$$

где q – удельный тепловой поток на единицу длины нагревателя, T_0 – температура спустя время τ_0 после включения нагревателя, T_1 – температура спустя время τ_1 ($\tau_1 > \tau_0$). Здесь значения температур фиксируются термопарой, расположенной в зонде 3 по схеме на рисунке, а времена – при помощи таймера, встроенного в микроконтроллер. Диапазон измерения теплопроводности: 0,1–6,5 Вт/(м×К) (погрешность не более 10 %).

Заключение: предложенная модель аппаратного комплекса обеспечит измерение теплофизических свойств горных пород в диапазоне температур 0–250 °С.

Список литературы

1. Карслоу Г. Теплопроводность твердых тел / Г. Карслоу, Д. Егер. – М.: Наука, 1964. – 488 с.
2. Косков В. Н. Геофизические исследования скважин: Учеб. пособие / В. Н. Косков. – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т., 2004. – 122 с.
3. Солодов А. П. Метод линейного источника: компьютерная модель / А. П. Солодов // Электронный курс. – 2013. – 17 с. – Режим доступа: http://tw.t.mpei.ac.ru/solodov/HMT-eBook_2009/HMT_E-Book/Labs_HMT/Lab_Line_Source_Method/Lab_CompModel_Line_Source_Method.pdf
4. Bilskie J. R. Dual probe methods for determining soil thermal properties: numerical and laboratory study. – 1994. – 91 с. – Режим доступа: <https://lib.dr.iastate.edu/rtd/10679>.
5. Казанцев С. А. Устройство для оперативного измерения температуропроводности слабосцементированных пород / С. А. Казанцев, И. И. Фадеева // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. (г. Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.): Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология»: Сб. материалов в 3 т. – 2015. – Т. 2. – С. 82–85.
6. Болотов А. Г. Измерение теплопроводности почвы импульсным методом линейного источника тепла / А. Г. Болотов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2003. – № 4. – С. 42–45.

REFERENCES

1. Karlsru G., Eger D. Teploprovodnost' tverdyh tel. – M.: Nauka, 1964. – 488 s.
2. Koskov V. N. Geofizicheskie issledovaniya skvazhin: Ucheb. Posobie. – Perm': Perm. gos. tekhn. un-t., 2004. – 122 s.

3. Solodov A. P. Metod linejnogo istochnika: komp'yuternaya model' // Elektronnyj kurs. – 2013. – 17 s. – Rezhim dostupa: http://twf.mpei.ac.ru/solodov/HMT-eBook_2009/HMT_E-Book/Labs_HMT/Lab_Line_Source_Method/Lab_Comp_Model_Line_Source_Method.pdf
4. Bilskie J. R. Dual probe methods for determining soil thermal properties: numerical and laboratory study. – 1994. – 91 s. – Rezhim dostupa: <https://lib.dr.iastate.edu/rtd/10679>.
5. Kazancev S. A., Fadeeva I. I. Ustrojstvo dlya operativnogo izmereniya temperaturoprovodnosti slaboscementirovannyh porod // Interekspo GEO-Sibir'-2015. XI Mezhdunar. nauch. kongr. (g. Novosibirsk, 13–25 aprelya 2015 g.): Mezhdunar. nauch. konf. «Nedropol'zovanie. Gornoe delo. Napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh. Geoekologiya»: Sb. materialov v 3 t. – 2015. – T. 2. – S. 82–85.
6. Bolotov A. G. Izmerenie teploprovodnosti pochvy impul'snym metodom linejnogo istochnika tepla // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2003. – № 4. – C.42–45.