

ISSN (Print) 2616-7263
ISSN (Online) 2663-1261

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGY Series

Серия **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

№4(129)/2019

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2019

Nur-Sultan, 2019

Нур-Султан, 2019

*Бас редакторы Мерзадинова Г.Т.
т.ғ.д, проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Жусупбеков А.Ж.
т.ғ.д, проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Тогизбаева Б.Б.
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Сарсембаев Б.К.
т.ғ.к., доцент, Назарбаев университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

Редакция алқасы

Акира Хасегава	проф., Хачинохе технологиялық институты, Хачинохе, Жапония
Акитоши Мочизуки	проф., Токусима Университеті, Токусима, Жапония
Базарбаев Д.О.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан
Байдабеков А.К.	т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Дер Вэн Чанг	проф., Тамкан Университеті, Тайбэй, Тайвань
Жардемов Б.Б.	т.ғ.д., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Жумагулов М.Г.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Йошинори Ивасаки	проф., Геологиялық зерттеулер институты, Осака, Жапония
Калякин В.Н.	проф., Делавэр Университеті, Ньюарк, АҚШ
Тадатсугу Танака	проф., Токио Университеті, Токия, Жапония
Хое Линг	проф. Колумбия Университеті, Нью-Йорк, АҚШ
Утепов Е.Б.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан
Чекаева Р.У.	а.к., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Юн Чул Шин	проф., Инчеон ұлттық университеті, Инчеон, Оңтүстік Корея

*Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 402 б.
Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-428). E-mail: vest_techsci@enu.kz*

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.
ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы
Меншіктенуші: ҚР БЖҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет
Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018ж.
№16991 -ж тіркеу куәлігімен тіркелген
Тиражы: 25 дана
Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі 12/1
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел: +7 (7172)709-500 (ішкі 31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

Editor-in-Chief **Gulnara Merzadinova**

Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief **Askar Zhussupbekov**

Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief **Baglan Togizbayeva**

Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief **Bayandy Sarsembayev**

Assoc. Prof., Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Editorial Board

Akira Hasegawa	Prof., Hachinohe Institute of Thechnology, Hachinohe, Japan
Akitoshi Mochizuki	Prof., University of Tokushima, Tokushima, Japan
Daniyar Bazarbayev	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Auez Baydabekov	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Rahima Chekaeva	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Der Wen Chang	Prof., Tamkang University, Taipei, Taiwan (ROC)
Eun Chul Shin	Prof., Incheon National University, Incheon, South Korea
Hoe Ling	Prof., Columbia University, New York, USA
Viktor Kaliakin	Prof., University of Delaware, Newark, Delaware, USA
Zhanbolat Shakhmov	Assoc.Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Tadatsugu Tanaka	Prof., University of Tokyo, Tokyo, Japan
Yelbek Uteпов	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Yoshinori Iwasaki	Prof., Geo Research Institute, Osaka, Japan
Bolat Zardemov	Doctor of Engineering, L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Mihail Zhumagulov	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Editorial address:

2, Satpayev str., of. 402, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,
010008

Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-428), E-mail: vest_techsci@enu.kz

Responsible secretary, computer layout: Aizhan Nurbolat

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.

TECHNICAL SCIENCES and TECHNOLOGY Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan

Registration certificate №16991-ж from 27.03.2018. Circulation: 25 copies

Address of Printing Office: 12/1 Kazhimukan str., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan 010008

Tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-428). Website: <http://bultech.enu.kz>

© L.N.Gumilyov Eurasian National University

Главный редактор Мерзединова Г.Т.
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора Жусупбеков А.Ж.
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора Тогизбаева Б.Б.
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора Сарсембаев Б.К.
к.т.н., доцент, Назарбаев университет, Нур-Султан, Казахстан

Редакционная коллегия

Акира Хасегава	проф., Технологический институт Хачинохе, Хачинохе, Япония
Акитоши Мочизуки	проф., Университет Токусима, Токусима, Япония
Базарбаев Д.О.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Казахстан
Байдабеков А.К.	д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Дер Вэн Чанг	проф., Тамканский Университет, Тайбэй, Тайвань
Жардемов Б.Б.	д.т.н., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Жумагулов М.Г.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Йошинори Ивасаки	проф., Институт геологических исследований, Осака, Япония
Калякин В.Н.	проф., Делаверский Университет, Ньюарк, США
Тадатсугу Танака	проф., Токийский Университет, Токио, Япония
Хое Линг	проф., Колумбийский университет, Нью-Йорк, США
Утепов Е.Б.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Казахстан
Чекаева Р.У.	к.а., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Юн Чул Шин	проф., Инчхонский национальный университет, Инчхон, Южная Корея

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 402
Тел: +7(7172) 709-500 (вн. 31-428). *E-mail:* vest_techsci@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.
Серия ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

Собственник: РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК
Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан
Регистрационное свидетельство №16991-ж от 27.03.2018 г.

Тираж: 25 экземпляров. Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 12/1,

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева
Тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

**Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы**
№4(129)/2019

МАЗМҰНЫ

<i>Ақишев К.М., Арынгазин К.Ш., Карпов В.И.</i> Техногенді қалдықтарды пайдалану және IDEF1X әдіснамасын қолдануда отырып құрылыс бұйымдарын өндіру технологиясының ақпараттық-логикалық моделінің сипаттамасы	8
<i>Арынов К.К.</i> Астана қаласының мұражайлары мен көрме кешендерінің сәулеті	16
<i>Баубек А.А., Жумагулов М.Г., Картджанов Н.Р.</i> Кұйынды жанармай құрылғысын сынау	23
<i>Бекібаев Т.Т., Жапбасбаев У.К., Кенжалиев Б.К., Рамазанова Г.И.</i> «Ыстық» айдаудың энергия үнемдеу режимдерін зерттеу	28
<i>Дюсенов К.М.</i> Басқарылатын кавитация процестері негізінде жылу генераторларының энергетикалық тиімділігінің кейбір мәселелері	35
<i>Мерзалинова Г.Т., Сейдеметова Ж.С., Абдуллаев С.С., Абдуллаева А.С.</i> «Клиент–тасымалдаушы» логистикалық ортасында жүк тасымалдарын ұйымдастыру және бақылау бойынша ақпараттық кеңістікті құрудың кейбір сұрақтары	42
<i>Мұғтаров Ә.Қ., Ниязбекова Ж.Т.</i> Бактериалды целлюлоза продуцентін бөліп алу, зерттеу, идентификациялау	48
<i>Муканова Б.Г., Ракишева Д.С.</i> 2D локалды енгізбесі бар рельефті орта үшін интегралдық тендеулер әдісі	56
<i>Оразбаев Б.Б., Сантеева С.Ә., Жумадиллаева А.К., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т.</i> Аймақты экономика-математикалық модельдеу негізінде экологиялық орнықты басқару және дамыту	67
<i>Садыхова С.Б., Умирзаков Р., Мергалимова А., Картджанов Н.Р.</i> Қайнаған қабатта астықты кептіруге арналған қондырғының құрылымын және процестің заңдылықтарын әзірлеу	78
<i>Ниязбекова Р.К., Джексембаева А.Е.</i> Феррит қалдықтарының құрамдастыру құрамының сапасы және екінші шикізат материалын стандарттау жөніндегі ұсыныстарды әзірлеуге қатысты физикалық және механикалық қасиеттерінің әсерін зерттеу	85
<i>Искаков К.Т., Муканова Ж.А., Баранчук К.И., Оралбекова Ж.О., Омарханова Д.Ж.</i> Георадар деректері бойынша дабылдың деректер базасының сипаттамалары мен интерфейсі	91
<i>Усенов А.К., Жақупова А.Е., Сексенбаева Р.Б.</i> Дәнекерленген қосылыстардың механикалық сипаттамаларын бағалау әдістемелері	101
<i>Утепов Е.Б., Қазжеев А.Б., Азат М.А.</i> Өздігінен тығыздалатын бетон сынақтары түрлерін әлемде және Қазақстанда енгізудің алдыңғы қатарлы тәжірибелері мысалдарын зерттеу әдістемесі	110

**BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY.
TECHNICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY SERIES**

№4(129)/2019

CONTENTS

<i>Akishev K.M., Aryngazin K.Sh., Karpov V.I.</i> Description of the information-logical model of technology of production of building products using industrial waste and the IDEF1X methodology	8
<i>Arynov K.K.</i> Architecture of museums and exhibition complexes Of the city of Astana	16
<i>Baubek A.A., Zhumagulov M.G., Kartjanov N.R.</i> Testing of the vortex burner device	23
<i>Bekibayev T.T., Zhapbasbayev U.K., Kenzhaliev B.K., Ramazanova G.I.</i> Investigation of energy-saving modes of "hot" pumping	28
<i>Dyussenov K.M.</i> Some issues of energy efficiency of heat generators based on controlled cavitation processes	35
<i>Merzadinova G.T., Seidemetova Zh.S., Abdullayev S.S., Abdullayeva A.S.</i> Some issues of creation of information space for organization and control of cargo transportation in logistics environment «Client-carrier»	42
<i>Mukhtarov A.K., Niyazbekova Zh.T.</i> Selection, research and authentication of bacterial cellulose	48
<i>Mukanova B.G., Rakisheva D.S.</i> Integral equations method for relief host medium with 2D local inclusion	56
<i>Orazbayev B.B., Santeyeva S.A., Orazbayeva K.N., Kurmangaziyeva L.T.</i> Ecological sustainable development and management of the region based on economic and mathematical modeling	67
<i>Sadykova S.B., Umirzakov R., Mergalimova A., Kartjanov N.R.</i> Development of the plant design for drying grain in a fluidized bed and the regularities of the process	78
<i>Niyazbekova R. K., Jexembayeva A.Y.</i> Study of the impact of physical and mechanical properties of ferrit wastes on the quality of repair mixtures and development of recommendations for the standardization of secondary raw materials	85
<i>Iskakov K.T., Mukanova Zh.A., Baranchuk K.I., Oralbekova Zh.O., Omarkhanova D .Zh.</i> Characteristics and the interface of the signal database according to GPR data	91
<i>Ussenov A.K., Zhakupova A.Y., Seksenbaeva R.B.</i> Methods of evaluation of mechanical characteristics of brazed joints	101
<i>Uteпов Y e.B., Kazkeyev A.B., Azat M.A.</i> Research methodology of testing types of the self-compacting concrete and examples of advanced experience of its implementation in the world and in Kazakhstan	110

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. СЕРИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

№4(129)/2019

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Акишев К.М., Арынгазин К.Ш., Карпов В.И.</i> Описание информационно-логической модели технологии производства строительных изделий с использованием техногенных отходов и применением методологии IDEF1X	8
<i>Арынов К.К.</i> Архитектура музеев и выставочных комплексов города Астана	16
<i>Баубек А.А., Жумагулов М.Г., Картджанов Н.Р.</i> Испытания вихревого горелочного устройства	23
<i>Бекибаев Т.Т., Жапбасбаев У.К., Кенжалиев Б.К., Рамазанова Г.И.</i> Исследование энергосберегающих режимов «горячей» перекачки	28
<i>Дюсенов К.М.</i> Некоторые вопросы энергетической эффективности генераторов теплоты на основе управляемых процессов кавитации	35
<i>Мерзалинова Г.Т., Сейдетметова Ж.С., Абдуллаев С.С., Абдуллаева А.С.</i> Некоторые вопросы создания информационного пространства по организации и контролю перевозок грузов в логистической среде «Клиент-перевозчик»	42
<i>Мухтаров А.К., Ниязбекова Ж.Т.</i> Выделение, исследование и идентификация бактериальной целлюлозы	48
<i>Муқанова Б.Г., Ракишева Д.С.</i> Метод интегральных уравнений для рельефной вмещающей среды с 2D локальным включением	56
<i>Оразбаев Б.Б., Сантеева С.Э., Жумадиллаева А.К., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т.</i> Экологически устойчивое развитие и управление регионом на основе экономико-математического моделирования	67
<i>Садькова С.Б., Умирзаков Р., Мергалимова А., Картджанов Н.Р.</i> Разработка конструкции установки для сушки зерна в кипящем слое и закономерности процесса	78
<i>Ниязбекова Р.К., Джесембаева А.Е.</i> Исследование влияния физико-механических свойств ферритных отходов на качество ремонтных смесей и разработка рекомендаций для стандартизации вторичного сырья	85
<i>Искаков К.Т., Муқанова Ж.А., Баранчук К.И., Оралбекова Ж.О., Омарханова Д.Ж.</i> Характеристики и интерфейс базы данных сигнала по данным георадара	91
<i>Усенов А.К., Жакупова А.Е., Сексенбаева Р.Б.</i> Методики оценки механических характеристик паяных соединений	101
<i>Утепов Е.Б., Казкеев А.Б., Азат М.А.</i> Методология исследования типов испытаний самоуплотняющегося бетона и примеров передового опыта его реализации в мире и в Казахстане	110

Б.Г. Муканова¹, Д.С. Ракишева²

^{1,2} Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
(E-mail: ¹ Mbsha01@gmail.com, ² dilya784@mail.ru)

Метод интегральных уравнений для рельефной вмещающей среды с 2D локальным включением

Аннотация: В работе рассматривается математическая модель электрической томографии для рельефа с локальным включением. Математическая модель основана на системе интегральных уравнений для плотности вторичных зарядов. Проведено тестирование метода и численное моделирование электрического поля во вмещающей среде. Варьировались параметры локального включения и глубина залегания; поведение кажущегося сопротивления с включением сравнивалось с однородным рельефом. Анализируется поведение кажущегося сопротивления в среде с рельефом и без рельефа дневной поверхности при наличии локальной неоднородности. Приведены численные результаты.

Ключевые слова: Рельеф с локальным включением, метод интегральных уравнений, кривые кажущихся сопротивлений, погруженная неоднородность.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2019-129-4-56-66>

Введение. Методы исследования земных недр является одним из важнейших направлений науки [1]. Электрическая разведка, или электроразведка, является одним из основных разделов разведочной геофизики — науки, относящейся к циклу наук о Земле и занимающейся изучением геологического строения земной коры и глубинных зон нашей планеты. Методы электроразведки широко применяются как при геологоструктурных исследованиях и геологическом картировании, так и при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых.

Метод зондирования среды постоянным током есть один из таких методов. Преимущество этого метода, по сравнению с другими методами электрического зондирования обеспечивает большую глубинность и математические методы интерпретации результатов являются наиболее разработанными [2-11]. Применяемый сейчас метод электрической томографии (ЭТ) в геофизике является современной модификацией метода сопротивлений. Как показывает практика, этот метод развивается за счет совершенствования аппаратуры, автоматизации процесса измерений и возможности проводить измерения с большой плотностью [12-13].

Изучение влияния рельефа на результаты интерпретации проводилось в работах [8-11] методами конечных элементов и конечных разностей. Новизна нашего подхода заключается в том, что моделирование проводится на основе численного решения системы интегральных уравнений (ИУ). Метод интегральных уравнений (МИУ) основан на теории потенциала для решений уравнения Лапласа и по сравнению с другими численными методами обладает высокой точностью и экономичностью в расчете трехмерного распределения потенциала [14-16]. Характерной особенностью рассматриваемых нами моделей является наличие выраженных контактных границ в среде, в отличие от моделей [8-11].

Математическая модель метода интегральных уравнений для рельефной вмещающей среды с локальным 2D включением.

Рассмотрим двумерный рельеф, содержащий локальное включение с двумерной геометрией. Особенность двумерной геометрии в том, что отклонение дневной поверхности от плоской не локализовано в некотором круге, а простирается на бесконечность. Пусть поверхность среды образована цилиндрической поверхностью, с образующими, параллельными оси Oy декартовой системы координат. Допустим, что такая среда содержит включения, границы которых также являются цилиндрами с образующими параллельными оси ординат Oy . Для удобства будем формулировать условия в декартовой системе координат $Oxyz$, ось Oz которой направлена внутрь среды, в сторону возрастания глубины, ось Ox вправо, и ось Oy так, чтобы образовалась правая система координат. Такое расположение осей является общепринятым в геофизике

(рисунок-1). Для простоты рассмотрим одно включение, т.к. все рассуждения практически без изменений переносятся на случай нескольких включений.

Пусть поверхность Γ_1 образует границу среда-воздух. Обозначим через Γ_2 границу между включением и вмещающей средой. Допустим, что удельная проводимость среды равна σ_1 и сечение плоскостью $y = \text{const}$ занимает область Ω_1 в плоскости Oxz , а удельная проводимость включения равна σ_2 и занимает соответственно область Ω_2 . Пусть поверхности Γ_1, Γ_2 достаточно гладкие.

Условимся нормаль \mathbf{n} в точках границы включения Γ_2 направлять вовне этого включения (рисунок-1).

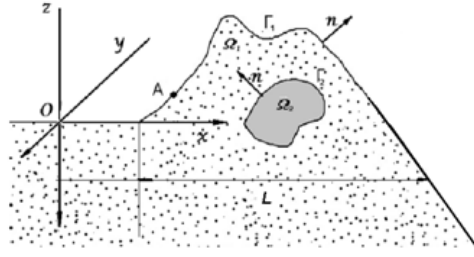


Рисунок-1. – Схема строения сечения модели 2D среды с рельефной поверхностью и локальным включением

Пусть питающий электрод расположен на дневной поверхности среды Γ_1 в некоторой точке А. Введем неизвестные функции $q_1(P), q_2(P)$, определенные на Γ_1 и Γ_2 и имеющие смысл плотностей простых слоев, распределенных на этих поверхностях.

Представим потенциал поля в виде суммы потенциалов простого слоя, заданных на границах Γ_1 и Γ_2 и потенциала точечного источника в полупространстве. Пусть R есть некоторый масштаб длины. Тогда функцию потенциала можно записать в виде:

$$U(P) = U_0(P) + \frac{I}{4\pi R\sigma_1} u_1(P) + \frac{I}{4\pi R\sigma_1} u_2(P) = \frac{I}{2\pi R\sigma_1 |AP|} + \frac{I}{4\pi R\sigma_1} \sum_{k=1}^{k=2} \int_{\Gamma_k} \frac{q_k(M)}{|PM|} d\Gamma(M) \quad (1)$$

Множитель $\frac{I}{4\pi R\sigma_1}$ фигурирует здесь в качестве размерного множителя для безразмерных функций потенциалов простого слоя (1).

Потребуем, чтобы функция $U(P)$ удовлетворяла граничным условиям на внутренней границе между вмещающей средой и включением и на поверхности среды. Первое из этих условий:

$$\sigma_1 \left(\frac{\partial U}{\partial n} \right)_1 = \sigma_2 \left(\frac{\partial U}{\partial n} \right)_2$$

Индексы означают, что нормальные производные вычисляются со стороны среды с соответствующим значением удельной проводимости.

Краевое условие на дневной поверхности среды получается из условия, что других нормальных токов, кроме тока от точечного источника, на поверхности нет:

$$\frac{I}{4\pi R} \left(\frac{\partial u_1}{\partial n}(P) \Big|_{\Gamma_1} + \frac{\partial u_2}{\partial n}(P) \Big|_{\Gamma_1} \right) + \sigma_1 \frac{\partial U_0}{\partial n} \Big|_{\Gamma_1} = \frac{I}{2\pi R} \delta(\vec{r}).$$

Согласно свойствам потенциала простого слоя, функция $U(P)$ удовлетворяет уравнению Лапласа во всем пространстве за исключением границ Γ_1 и Γ_2 и точки А.

Вследствие свойств потенциала простого слоя [21], нормальная производная потенциала имеет разрыв на поверхности Γ_1 . Подставляя выражение для нормальной производной через значение плотности, получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} q_1(P) = -\frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma_1} q_1(M) \frac{\cos \psi_{PM}}{|PM|} d\Gamma_1(M) - \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma_2} q_2(M) \frac{\cos \psi_{PM}}{|PM|} d\Gamma_2(M) + \frac{1}{\pi} \left(\delta(\vec{r}) - \frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{1}{|AP|} \right) \Big|_{\Gamma_1} \right), \\ P \in \Gamma_1 \\ q_2(P) = \frac{\kappa}{2\pi} \int_{\Gamma_2} q_2(M) \frac{\cos \psi_{PM}}{|PM|} d\Gamma_2(M) + \frac{\kappa}{2\pi} \int_{\Gamma_1} q_1(M) \frac{\cos \psi_{PM}}{|PM|} d\Gamma_1 + \frac{\kappa}{\pi} \frac{\partial}{\partial n} \frac{1}{|AP|} (M) \end{cases} \quad (2)$$

Правая часть в уравнении (2) является ограниченной функцией, т.к. производная по нормали к поверхности от потенциала точечного источника в точке приложения источника равна дельта-функции, поэтому разность $\left(\frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{1}{|AP|} \right) \Big|_{\Gamma_1} - \delta(\vec{r}) \right)$ в точке источника равна нулю. Можно показать, что в силу наших допущений правые части интегральных уравнений ограниченные непрерывные функции, квадратично суммируемые в области определения.

Введем функции $q(P)$ и $\kappa(P)$, $F(P)$ определенные на объединении границ $\Gamma = \Gamma_1 \cup \Gamma_2$ таким образом:

$$q(P) = \begin{cases} q_1(P), & P \in \Gamma_1 \\ q_2(P), & P \in \Gamma_2 \end{cases}, K(P) = \begin{cases} -1, & P \in \Gamma_1 \\ \kappa, & P \in \Gamma_2 \end{cases},$$

$$F(P) = \begin{cases} \frac{1}{\pi} \left(\delta(\vec{r} - \vec{OA}) - \frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{1}{|AP|} \right) \Big|_{\Gamma_1} \right), & P \in \Gamma_1 \\ \frac{\lambda}{\pi} \frac{\partial}{\partial n} \frac{1}{|AP|}, & P \in \Gamma_2 \end{cases}$$

Тогда систему (2) можно формально записать в виде одного интегрального уравнения на функцию плотности простого слоя, заданного на двусвязной поверхности $\Gamma = \Gamma_1 \cup \Gamma_2$, включающую бесконечно удаленную точку: Уравнение (3) формально выглядит как уравнение Фредгольма второго рода. Уравнение Фредгольма 2 рода однозначно разрешимо, если интегральный оператор является компактным и коэффициент не попадает на дискретный спектр уравнения.

В монографии [17] доказано существование и единственность решения системы интегральных уравнений и обоснована итерационная процедура.

Численные решения. Для численного решения мы основываемся на вышеуказанной математической модели. Мы рассмотрели локальное включение в виде шара и эллипсоида. Для численного решения задачи необходимо дискретизировать поверхности рельефа и включения. Мы ограничивались конечной частью границы Γ_1 , которая при отображении на плоскость имела форму овала, на котором строилась треугольная сетка. Построение сетки на Γ_1 выполнено по алгоритму, разработанному ранее в наших работах [13]-[14]. Для поверхности Γ_2 в форме шара либо эллипса триангуляция строилась послойно с равномерным шагом по углу θ сферической системы координат. Каждая окружность при $\theta = \theta_i$ делилась узлами триангуляции на n равных частей. Число частей определялось шагом по дуге θ . На каждой последующей окружности проводилось смещение вершины узла на полшага относительно предыдущего слоя, чтобы получившиеся треугольники были близки к равносторонним [17]-[18].

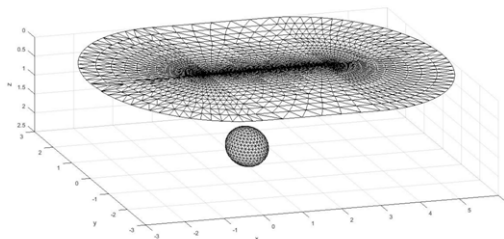


Рисунок 2. Типичная триангуляция расчетной области (положительное направление оси z направлено вниз)

В дискретном виде система интегральных уравнений записывается в виде:

$$q_i = \frac{k_i}{2\pi} \sum_{j=1}^N q_j A_{i,j} + \frac{k_i}{\pi} B_i, \quad i = \overline{1, N} \quad (3)$$

Здесь N есть общее число узлов триангуляции на внешней и внутренней границах Γ_1 и Γ_2 , коэффициент k_i зависит от того, какой границе принадлежит узел (4). Если узел лежит на Γ_1 , то коэффициент равен - 1, в противном случае – значению λ . Величины A_{ij} есть коэффициенты взаимного влияния точек i, j , которые образуются при дискретизации интегралов. Уравнение (4) может быть решено как прямыми методами, так и итерационными. Мы решали обеими этими методами, чтобы убедиться, что решение не зависит от выбора метода решения. Затем через разности потенциалов поля рассчитывалось кажущееся сопротивление среды по общепринятым формулам. Типичная триангуляция расчетной области приведена на рисунке 3.

Тестирование алгоритма расчета проводили двумя способами:

Во-первых: меняя данные локального включения и глубину залегания, сравнили с поведением значения кажущегося сопротивления с включением и без локального включения.

Во-вторых: не меняя параметры локального включения протестировали поведение кажущегося сопротивления в случаях с рельефом и без рельефа.

Проведение численных экспериментов для выявления особенностей влияния рельефа вмещающей среды на кривые зондирования для среды с локальным включением.

Для численного результата в следующем тесте, меняя данные локального включения, его глубины залегания, объема и формы, а также меняя форму рельефа и сравнивая те же самые позиции только без включения, протестировали поведение значения кажущегося сопротивления. Была учтена симметрия относительно оси абсцисс, что позволило в два раза уменьшить количество использованных узлов.

На рисунках 3 и 4 показаны случаи с восходящим рельефом с включением и без него.

На рисунке 3 угол наклона рельефа 15 градусов, параметры локального включения в виде эллипсоида на глубине $z=0,5$ и удельными проводимостями слоев $\sigma_1=10$, $\sigma_2=20$. Параметры осевого расположения эллипсоида по оси Ox $x_{center}=1$, по оси Oy $y_{center}=0$, по оси Oz $z_{center}=0.5$ со значениями самого эллипсоида $ax=0.21$, $by=0.2128$, $cz=0.21$. Триангуляция, построенная для данного случая с локальным включением, показана на рисунке 3.

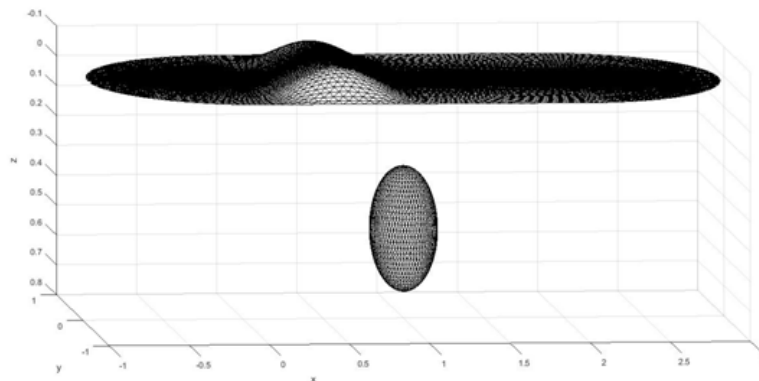


Рисунок 3 - Триангуляция, построенная для верхнего рельефа и погруженной неоднородности в виде эллипсоида по заданным параметрам

На рисунке 4 угол наклона рельефа 15 градусов, параметры локального включения в виде эллипсоида на глубине $z=0,5$ и удельными проводимостями слоев $\sigma_1 = \sigma_2 = 10$. Параметры осевого расположения эллипсоида как и в первом случае, но так как удельные сопротивления одинаковые, эти данные значения не имеют. Триангуляция, построенная для случая без локального включения, показана на рисунке 4

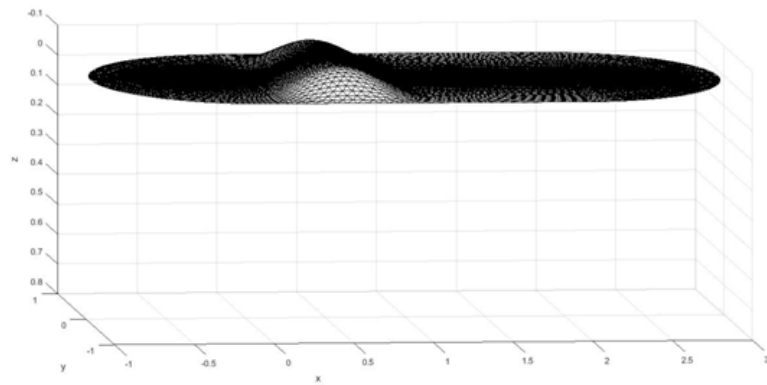


Рисунок 4 - Триангуляция, построенная для верхнего рельефа по заданным параметрам

На рисунке 5 показано поведение кажущегося сопротивления в соответствующих значениях, пунктирная линия показывает случай с включением, сплошная без него, среднее отклонение равно 0,02 %.

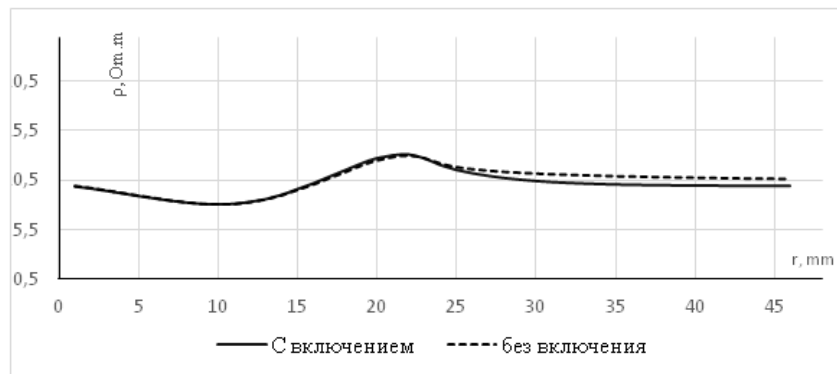


Рисунок 5 - Кривые кажущегося сопротивления для модели с локальным включением и без него

На рисунке 6 угол наклона рельефа - 15 градусов, параметры локального включения в виде шара с радиусом $r=0.2$ на глубине $z=1$ и удельными проводимостями слоев $\sigma_1=10$, $\sigma_2=20$. Параметры осевого расположения шара по оси Ox $x_{center}=0,5$, по оси Oy $y_{center}=0$, по оси Oz $z_{center}=1$.

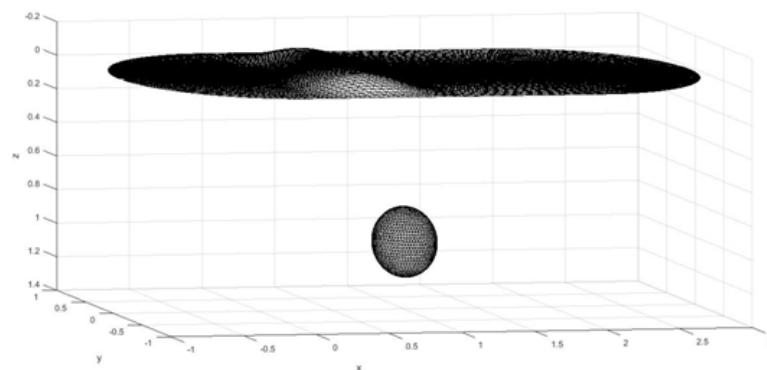


Рисунок 6 - Триангуляция, построенная для верхнего рельефа и погруженной неоднородности в виде шара по заданным параметрам

На рисунке 4 угол наклона рельефа - 15 градусов, параметры локального включения в виде шара на глубине $z=1$ и удельными проводимостями слоев $\sigma_1=\sigma_2=10$. Триангуляция, построенная для случая без локального включения показана на рисунке 7.

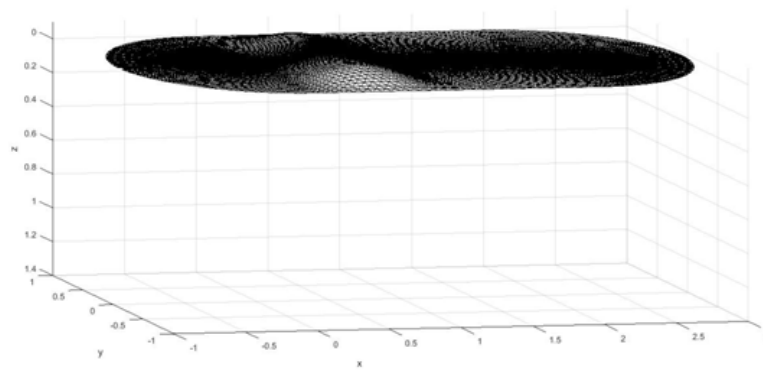


Рисунок 7 - Триангуляция, построенная для верхнего рельефа по заданным параметрам

На рисунке 8 показано поведение кажущегося сопротивления в соответствующих значениях. Отклонений нет.

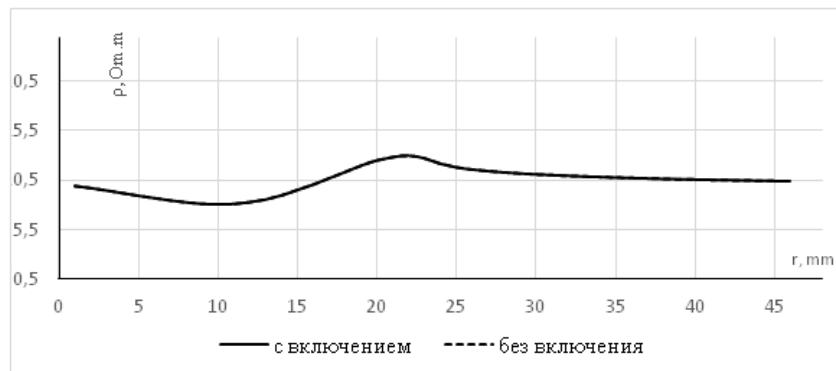


Рисунок 8 - Кривые кажущегося сопротивления для модели с локальным включением и без него (пунктирная линия показывает случай с включением, сплошная - без него)

Таким образом, меняя глубину залегания, параметры включения, обнаружили, что основным источником аномалий является рельеф. Влияние рельефа настолько велико, что оно экранирует аномалии от включения, настолько, что изменение глубины залегания слабо отражается в характере кривых кажущихся сопротивлений.

В процессе следующего теста меняли угол наклона рельефа с локальным включением и сравнивали случай, когда рельефа нет, а параметры включения оставались такими, как и в первом случае. Смысл следующего теста - влияние рельефа с локальным включением на кривые кажущихся сопротивлений.

На 9 рисунке показана триангуляция, построенная для случая ровной поверхности земли без рельефа, параметры локального включения в виде эллипсоида на глубине $z=0,3$ и удельными проводимостями слоев $\sigma_1=10$, $\sigma_2=100$. Параметры осевого расположения эллипсоида по оси Ox $x_{center}=AB/2$, по оси Oy $y_{center}=0$, по оси Oz $z_{center}=0.3$ со значениями самого эллипсоида $ax=0.21$, $by=0.2128$, $cz=0.21$. Триангуляция, построенная для данного случая с локальным включением в виде эллипсоида, показана на рисунке 9.

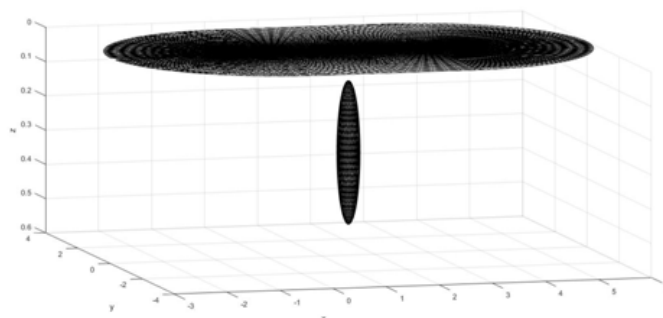


Рисунок 9 -Триангуляция, построенная для верхнего рельефа и погруженной неоднородности в виде эллипсоида по заданным параметрам

На 10 рисунке показана триангуляция, построенная для поверхности земли с рельефом 40 градусов, параметры локального включения в виде эллипсоида такие же, как и в первом случае. Удельные проводимости слоев $\sigma_1=10$, $\sigma_2=100$.

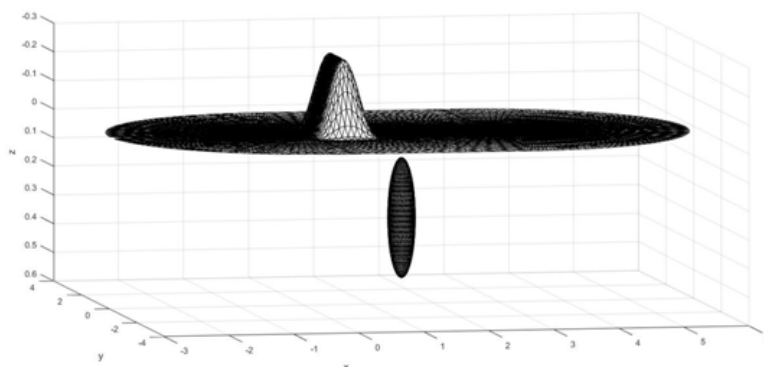


Рисунок 10 -Триангуляция, построенная для верхнего восходящего рельефа и погруженной неоднородности в виде эллипсоида по заданным параметрам.

На рисунке 11 показано поведение кажущегося сопротивления в соответствующих значениях, пунктирная линия показывает случай с рельефом, сплошная - без него. Рельеф дает аномальное отклонение больше 10%.

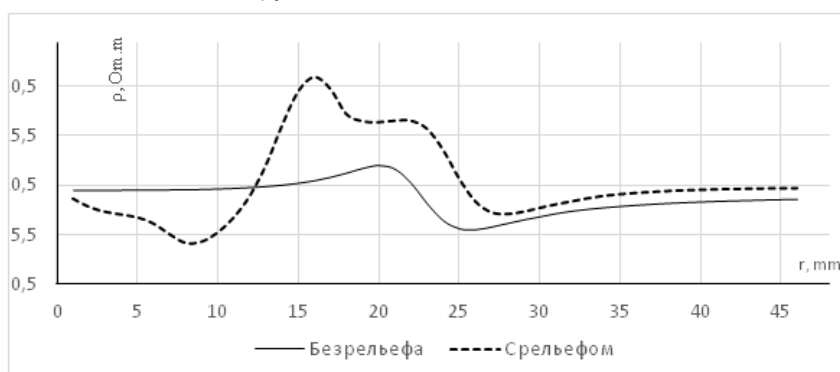


Рисунок 11 - Кривые кажущегося сопротивления для модели с рельефом и без него.

На 12 рисунке показана триангуляция, построенная для случая ровной поверхности земли без рельефа, параметры локального включения в виде шарасрадиусом $r=0.5$ на глубине $z=1$ и удельными проводимостями слоев $\sigma_1=10$, $\sigma_2=100$. Параметры осевого расположения шарапо оси Ox $x_{center}=AB/2$, по оси Oy $y_{center}=0$, по оси Oz $z_{center}=1$.

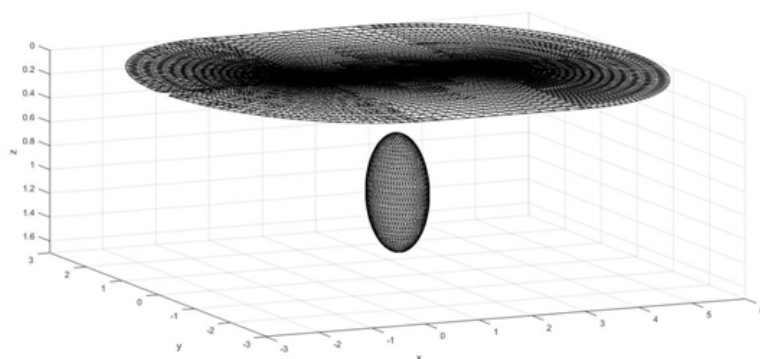


Рисунок 12 - Триангуляция, построенная для верхнего рельефа и погруженной неоднородности в виде шара по заданным параметрам.

На рисунке 13 показана поверхность земли с углом наклона рельефа 40 градусов, параметры локального включения в виде шара на глубине $z=1$ и удельными проводимостями слоев $\sigma_1=10$, $\sigma_2=100$.

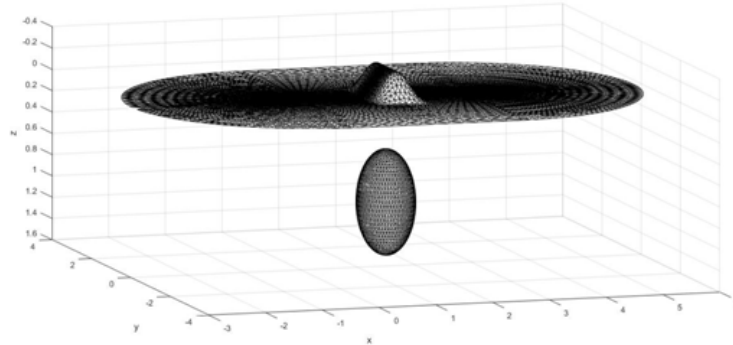


Рисунок 13 - Триангуляция, построенная для восходящего верхнего рельефа и погруженной неоднородности в виде шара по заданным параметрам.

На рисунке 14 показано поведение кажущегося сопротивления в соответствующих значениях, пунктирная линия показывает случай с рельефом, сплошная - без него. Рельеф расположен над локальным включением и дает аномальное отклонение больше 10%.

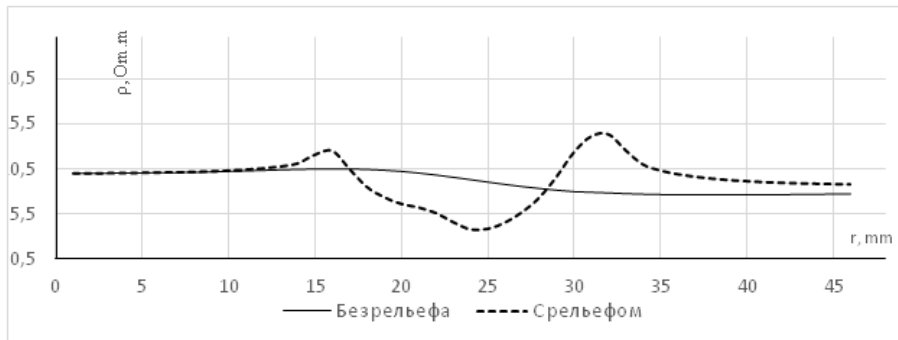


Рисунок 14 - Кривые кажущегося сопротивления для модели с рельефом и без него.

На 15 рисунке показана триангуляция, построенная для случая ровной поверхности земли без рельефа, параметры локального включения в виде эллипсоида на глубине $z=1$ и удельными проводимостями слоев $\sigma_1=10$, $\sigma_2=100$. Параметры осевого расположения эллипсоида по оси Ox $x_{center}=1$, по оси Oy $y_{center}=0$, по оси Oz $z_{center}=1$ со значениями самого эллипсоида $ax=0.8$, $by=1$, $cz=0.8$. Триангуляция, построенная для данного случая с локальным включением, показана на рисунке 15.

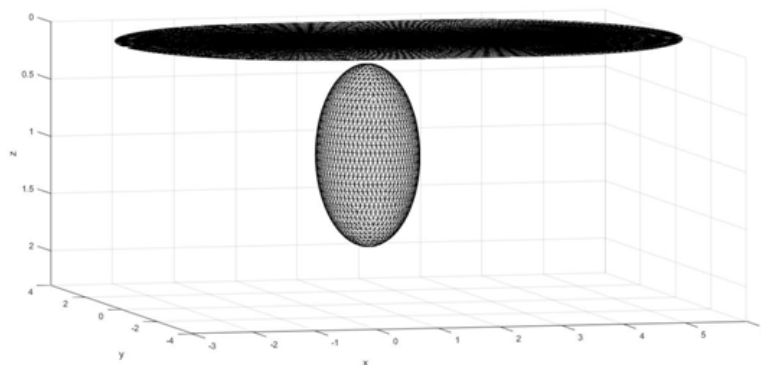


Рисунок 15 -Триангуляция построенная для верхнего рельефа и погруженной неоднородности в виде эллипсоида по заданным параметрам.

На 16 рисунке показана триангуляция, построенная для поверхности земли с рельефом 40 градусов, параметры локального включения в виде эллипсоида такие же, как в предыдущем случае.

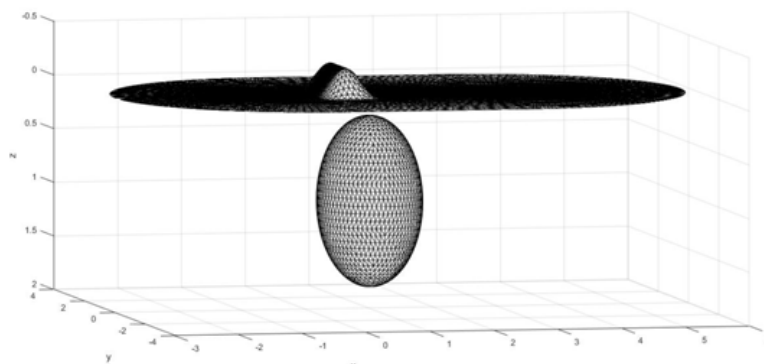


Рисунок 16 -Триангуляция, построенная для верхнего восходящего рельефа и погруженной неоднородности в виде эллипсоида по заданным параметрам.

На рисунке 17 показано поведение кажущегося сопротивления в соответствующих значениях, пунктирная линия показывает случай с рельефом, сплошная - без него. Рельеф расположен над локальным включением в виде эллипсоида и дает аномальное отклонение больше 10%.

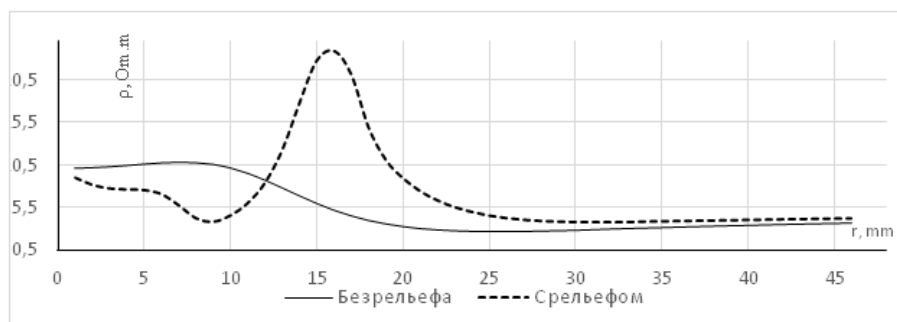


Рисунок 17 - Кривые кажущегося сопротивления для модели с рельефом и без него

В данном тесте меняя размеры и расположение локального объекта, сравнивали результаты с рельефом и без рельефа над ним. Во всех трех случаях наблюдается, что рельеф дает аномальные расхождения на кривых кажущихся сопротивлениях с локальным включением.

Выводы. В данной работе рассмотрели математическую модель с погруженной неоднородностью в виде шара и эллипсоида. С помощью дискретизаций интегральных уравнений провели численное моделирование. Провели два вида теста: меняя данные локального включения и глубину залегания, сравнили с поведением значения кажущегося сопротивления с включением и без локального включения и, не меняя параметры локального включения, протестировали поведение кажущегося сопротивления в случаях с рельефом и без рельефа. При изменении глубины залегания, параметров включения наблюдается, что на кривые кажущихся сопротивлений слабо влияет (в протестированных случаях) глубина залегания локального включения. Существенно большие кривые дает рельеф. Для того чтобы обнаружить локальное включение, которое находится под рельефом или около него, необходимо в программы интерпретации внести поправки на влияние рельефа, что и является продолжением данной тематики.

Статья выполнена в рамках проекта МОН РК, договор №316 от 13.05.2016 г.

Список литературы

- 1 Ерохин С.А. Применение электротомографии при решении рудных, инженерных и археологических задач: учебное пособие- Москва, 2012.
- 2 Philip Kearey, Michael Brooks, Ian Hill An Introduction to Geophysical Exploration // Blackwell Science Ltd. - 2002. - Third edition. - 281p.

- 3 Dahlin T. On the Automation of 2D Resistivity Surveying for Engineering and Environmental Applications: PhD thesis. - Lund University. - 1993. -187 p.
- 4 Dahlin T. 2D resistivity surveying for environmental and engineering applications // First Break. - 1996. - Vol. 14. N. 7. -P. 275-283.
- 5 Dey A., Morrison H.F. Resistivity modeling for arbitrary shaped two-dimensional structures // Geophysical Prospecting. - 1979. - Vol. 27, N. 1. - P. 106-136.
- 6 Loke M.H., Barker R.D. Least-squares deconvolution of apparent resistivity pseudosections // Geophysics.- 1995. - Vol. 60, - N. 6. - P. 1682-1690.
- 7 Loke M.H., Barker R.D. Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method // Geophysical Prospecting. - 1996. - Vol. 44, N. 1. - P. 131-152.
- 8 Loke M.H. Topographic modelling in resistivity imaging inversion // 62nd EAGE Conference and Technical Exhibition, Extended Abstracts. - Glasgow, 2000.
- 9 Erdogan E., Demirci I., Candasaray M.E. Incorporating topography into 2D resistivity modeling using finite-element and finite-difference approaches // Geophysics. - 2008. - Vol. 73. - N. 3. - P. 135-142.
- 10 Demirci I., Erdogan E., Candasaray M.E. Two-dimensional inversion of direct current resistivity data incorporating topography by using finite difference techniques with triangle cells: Investigation of Kera fault zone in western Crete // Geophysics. - 2012. - Vol. 77, N. 1. - P. 67-75.
- 11 Penz S., Chauris H., Donno D., Mehl C. Resistivity modeling with topography // Geophys. J. Int. - 2013. - Vol. 194, N. 3. - P. 1486-1497.
- 12 Бобачев А. А., Модин И.Н., Перваго Е.В., Шевнин В.А. Многоэлектродные электрические зондирования в условиях горизонтально-неоднородных сред // Разведочная геофизика: АОЗТ "Геоинформмарк". - 1996. - Вып. 2. - С. 50.
- 13 Модин И.Н., Бобачев А.А. Электротомография со стандартными электроразведочными комплексами // Разведка и охрана недр. - 2008. - № 1. - С. 43-47.
- 14 Mukanova B., Mirgalikyzy T. Modeling the impact of relief boundaries in solving the direct problem of direct current electrical sounding Communications in Computer and Information Science // Mathematical Modeling of Technological Processes: International Conference, CITech-2015. - Almaty: Proceedings, Springer, 2015. - P. 117-123.
- 15 Mirgalikyzy T., Mukanova B., Modin I. Method of Integral Equations for the Problem of Electrical Tomography in a Medium with Ground Surface Relief // Journal of Applied Mathematics. - 2015. - Vol. 19, N. 3.
- 16 Mukanova B., Mirgalikyzy T. (2015) Modeling the Impact of Relief Boundaries in Solving the Direct Problem of Direct Current Electrical Sounding. In: Danaev N., Shokin Y., Darkhan AZ. (eds) Mathematical Modeling of Technological Processes. Communications in Computer and Information Science, Springer, Cham, 2017. - Vol 549.
- 17 Mukanova B., Modin I., The Boundary Element Method in Geophysical Survey, Springer. - t. 4. - 2017.
- 18 Задачи на сфере: обратная геодезическая задача. - URL:<http://gis-lab.info/qa/sphere-geodesic-invert-problem.html> (дата обращения: 25.05.2017).
- 19 Создание треугольных сеток на сфере. - URL:<http://gis-lab.info/qa/triangular-mesh-sphere.html> (дата обращения: 25.05.2017).
- 20 Муканова Б.Г., Мириалиқызы Т, Ракишева Д.С. Моделирование влияния рельефа земной поверхности на кривые электрического зондирования методом интегральных уравнений // II-Международная научная конференция "Информатика и прикладная математика" Часть II. - Алматы, 2017. - С.352-366.

Б.Г. Муканова, Д.С. Ракишева

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
2D локалдық енгізбесі бар рельефті орта үшін интегралдық теңдеулер әдісі

Аңдатпа Бұл жұмыста локалдық енгізбесі бар рельеф үшін электрикалық томографияның математикалық моделі қарастырылады. Математикалық модель қайталама зарядтар тығыздығы үшін, интегралдық теңдеулер жүйесіне негізделген. Локалдық енгізбесі бар ортада электрлік өрісін сандық моделдеу және әдісті тестілеу жүргізілді. Локалдық енгізбенің параметрлері және орналасу тереңдігі өзгертіліп отырды; локалды енгізбесі бар рельефтің және де бос, біртекті рельефтің көрінетін кедергілер қисығы салыстырылды. Локалды енгізбесі бар рельефтің және де бос, біртекті рельефтің көрінетін кедергілер қисықтарының анализы жасалды. Сандық нәтижелер келтірілген.

Түйін сөздер: Локалдық енгізбесі бар рельеф, көрінетін кедергілер қисығы, локалдық енгізбе.

B.G. Mukanova, D.S. Rakisheva

Eurasian National University, L.N. Gumilyov, Nur-Sultan, Kazakhstan
Integral equations method for relief host medium with 2D local inclusion

Abstract: The article considers a mathematical model of electrical tomography for relief along with local inclusion. The mathematical model is based on a system of integral equations for the density of secondary charges. The method was tested and numerical simulation of the electric field in the host medium was carried out.

The parameters of local inclusion and depth of occurrence varied; the behavior of apparent resistance with inclusion was compared with a homogeneous relief. The behavior of apparent resistance in the environment with relief and without relief of the day surface in the presence of local heterogeneity was analyzed. Numerical results are presented.

Keywords: Relief with local inclusion, integral equations method, curves of apparent resistance, immersed heterogeneity.

References

- 1 Erokhin S.A. Primenenie elektrotomografii pri reshenii rudnykh, inzhenernykh i arkhelogicheskikh zadach [The use of electrotomography in solving ore, engineering and archaeological problems]. Tutorial, Moscow 2012. [in Russian]
- 2 Philip Kearey, Michael Brooks, Ian Hill An Introduction to Geophysical Exploration. Blackwell Science Ltd, Third edition, 281(2002).
- 3 Dahlin T. On the Automation of 2D Resistivity Surveying for Engineering and Environmental Applications, PhD thesis, Lund University, 187(1993).
- 4 Dahlin T. 2D resistivity surveying for environmental and engineering applications, First Break, 14(7), 275–283(1996).
- 5 Dey A., Morrison H.F. Resistivity modeling for arbitrary shaped two-dimensional structures, Geophysical Prospecting, 27(1), 106-136(1979).
- 6 Loke M.H., Barker R.D. Least-squares deconvolution of apparent resistivity pseudosections, Geophysics, 60(6), 1682-1690(1995).
- 7 Loke M.H., Barker R.D. Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method, Geophysical Prospecting, 44(1), 131-152(1996).
- 8 Loke M.H. Topographic modelling in resistivity imaging inversion, 62nd EAGE Conference and Technical Exhibition, Extended Abstracts, Glasgow, 2000.
- 9 Erdogan E., Demirci I., Candasayar M.E. Incorporating topography into 2D resistivity modeling using finite-element and finite-difference approaches, Geophysics, 73(3), 135-142(2008).
- 10 Demirci I., Erdogan E., Candasayar M.E. Two-dimensional inversion of direct current resistivity data incorporating topography by using finite difference techniques with triangle cells: Investigation of Kera fault zone in western Crete, Geophysics, 77(1), 67-75(2012).
- 11 Penz S., Chauris H., Donno D., Mehl C. Resistivity modeling with topography, Geophys. J. Int. 194(3), 1486-1497(2013).
- 12 Bobachev A.A., Modin I.N., Pervago E.V., Shevnin V.A. Mnogoelektrodnye elektricheskie zondirovaniia v usloviakh gorizontально-neodnorodnykh sred [Multielectrode electrical sensing in conditions of horizontally heterogeneous media], Exploration Geophysics: AOZT "Geoinformmark", 2, 50(1996) [in Russian].
- 13 Modin I.N., Bobachev A.A. Elektrotomografiia so standartnymi elektrorazvedochnymi kompleksami [Electrotomography with standard electrical prospecting complexes], Exploration and mineral protection, 1, 43-47(2008) [in Russian].
- 14 Mukanova B., Mirgaliyzy T. Modeling the impact of relief boundaries in solving the direct problem of direct current electrical sounding Communications in Computer and Information Science, Mathematical Modeling of Technological Processes: International Conference, CITech-2015. Almaty: Proceedings, Springer, 117-123 (2015).
- 15 Mirgaliyzy T., Mukanova B., Modin I. Method of Integral Equations for the Problem of Electrical Tomography in a Medium with Ground Surface Relief, Journal of Applied Mathematics (2015).
- 16 Mukanova B., Mirgaliyzy T. Modeling the Impact of Relief Boundaries in Solving the Direct Problem of Direct Current Electrical Sounding. In: Danaev N., Shokin Y., Darkhan AZ. (eds) Mathematical Modeling of Technological Processes. Communications in Computer and Information Science, Springer, Cham, 549, 2015.
- 17 Mukanova B., Modin I., The Boundary Element Method in Geophysical Survey, Springer, 4, 2017.
- 18 Zadachi na sfere: obratnaia geodezicheskaia zadacha [Tasks in the sphere: inverse geodesic problem]. URL: <http://gis-lab.info/qa/sphere-geodesic-invert-problem.html> (accessed: 25.05.2017) [in Russian].
- 19 Sozdanie treugolnykh setok na sfere [Creating triangular grids on a sphere]. - URL:<http://gis-lab.info/qa/triangular-mesh-sphere.html> (accessed: 25.05.2017) [in Russian].
- 20 Mukanova B. G., Mirgaliyzy T., Rakisheva D.S. Modelirovanie vliianiia relefa zemnoi poverkhnosti na krivye elektricheskogo zondirovaniia metodom integralnykh uravnenii [Modeling the influence of the earth's surface relief on electric sounding curves by the method of integral equations], II-International scientific conference "Informatics and applied mathematics" Part II, 352-366(2017). [in Russian].

Сведения об авторах:

Муканова Б.Г. – Д.ф.-м.н., профессор кафедры математического и компьютерного и компьютерного моделирования, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан.

Ракисхева Д.С. – докторант 3-курса специальности 6D070500 - «математического и компьютерного моделирования», Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан.

Mukanova B.G. -Eurasian National University, L.N. Gumilyov, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Rakisheva D.S. - Eurasian National University, L.N. Gumilyov, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 27.09.2019

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы» журналында мақала жариялау ережесі

1. Журнал мақсаты. Техника және технологияның барлық бағыттағы (есептеу техникасы, құрылыс, сәулет, геотехника, геосинтетика, көлік, машинақұрастыру, энергетика, сертификаттау және стандарттау) салаларының теориялық және эксперименталды зерттеулері бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Журналда мақала жариялаушы автор мақаланың қол қойылған бір дана қағаз нұсқасын Ғылыми басылымдар бөліміне (редакцияға, мекенжайы: 010008, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қаласы, Қ. Сәтпаев көшесі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Бас ғимарат, 402 кабинет) және *vest_techsci@enu.kz* электрондық поштасына Word, Tex, PDF форматтарындағы нұсқаларын жіберу қажет. Мақала мәтінінің қағаз нұсқасы мен электронды нұсқалары бірдей болулары қажет. Сонымен қатар, мақаламен бірге редакцияға авторлар ілеспе хат тапсырады. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде қабылданады.

3. Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі мақаланың Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысында басуға келісімін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісімін білдіреді. Автор мақаланы редакцияға жіберу арқылы автор туралы мәліметтің дұрыстығына, мақала көшірілмегендігіне (плагиаттың жоқтығына) және басқа да заңсыз көшірмелердің жоқтығына кепілдеме береді.

4. Мақаланың көлемі 18 беттен аспауға тиіс (6 беттен бастап).

5. Мақаланың құрылымы

FTAMPK <http://grmti.ru/>

Автор(лар)дың аты-жөні

Мекеменің толық атауы, қаласы, мемлекеті (егер авторлар әртүрлі мекемеде жұмыс жасайтын болса, онда әр автор мен оның жұмыс мекемесі қасында бірдей белгі қойылу керек)

Автор(лар)дың E-mail-ы

Мақала атауы

Аңдатпа (100-200 сөз; формуласыз, мақаланың атауын мейлінше қайталамауы қажет; әдебиеттерге сілтемелер болмауы қажет; мақаланың құрылысын (кіріспе /мақаланың мақсаты/ міндеттері /қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды) сақтай отырып, мақаланың қысқаша мазмұны берілуі қажет).

Түйін сөздер (6-8 сөз не сөз тіркесі). Түйін сөздер мақала мазмұнын көрсетіп, мейлінше мақала атауы мен аннотациядағы сөздерді қайталамай, мақала мазмұнындағы сөздерді қолдану қажет. Сонымен қатар, ақпараттық-ізвестіру жүйелерінде мақаланы жеңіл табуға мүмкіндік беретін ғылым салаларының терминдерін қолдану қажет).

Негізгі мәтін мақаланың мақсаты/ міндеттері/ қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды бөлімдерін қамтуы қажет.

Таблица, суреттер – аталғаннан кейін орналастырылады. Әр таблица, сурет қасында оның аталуы болуы қажет. Сурет айқын, сканерден өтпеген болуы керек.

Мақаладағы **формулалар** тек мәтінде оларға сілтеме берілсе ғана номерленеді.

Жалпы қолданыста бар **аббревиатуралар** мен **қысқартулардан** басқалары міндетті түрде алғаш қолданғанда түсіндірілуі берілуі қажет. **Қаржылай көмек туралы** ақпарат бірінші бетте көрсетіледі.

Әдебиеттер тізімі

Мәтінде әдібиеттерге сілтемелер тікжақшаға алынады. Мәтіндегі әдібиеттер тізіміне сілтемелердің номерленуі мәтінде қолданылуына қатысты жүргізіледі: мәтінде кездескен әдібиетке алғашқы сілтеме [1] арқылы, екінші сілтеме [2] арқылы т.с.с. жүргізіледі.

Кітапқа жасалатын сілтемелерде қолданылған беттері де көрсетілуі керек (мысалы, [1, 45 бет]). Жарияланбаған еңбектерге сілтемелер жасалмайды. Сонымен қатар, рецензиядан өтпейтін басылымдарға да сілтемелер жасалмайды (әдібиеттер тізімін, әдібиеттер тізімінің ағылшынша эзирлеу үлгілерін төмендегі мақаланы рәсімдеу үлгісінен қараңыз).

Мақала соңындағы әдібиеттер тізімінен кейін **библиографиялық мәліметтер** орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде жазылса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде жазылса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде жазылған болса) беріледі.

Авторлар туралы мәлімет: автордың аты-жөні, ғылыми атағы, қызметі, жұмыс орны, жұмыс орнының мекен-жайы, телефон, e-mail – қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде толтырылады.

6. Қолжазба мұқият тексерілген болуы қажет. Техникалық талаптарға сай келмеген қолжазбалар қайта өңдеуге қайтарылады. Қолжазбаның қайтарылуы оның журналда басылуына жіберілуін білдірмейді.

7. Редакцияға түскен мақала жабық (анонимді) тексеруге жіберіледі. Барлық рецензиялар авторларға жіберіледі. Автор (рецензент мақаланы түзетуге ұсыныс берген жағдайда) үш күн аралығында қайта қарап, қолжазбаның түзетілген нұсқасын редакцияға қайта жіберуі керек.

Рецензент жарамсыз деп таныған мақала қайтара қарастырылмайды. Мақаланың түзетілген нұсқасы мен автордың рецензентке жауабы редакцияға жіберіледі.

8. Төлемақы. Басылымға рұқсат етілген мақала авторларына төлем жасау туралы ескертіледі. Төлем көлемі 4500 тенге – ЕҰУ қызметкерлері үшін және 5500 тенге басқа ұйым қызметкерлеріне.

Реквизиты:

1)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: KСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Клн 859 - за статью

3)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Клн 859 - за статью

4)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Клн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Technical Science and Technology series"

1. Purpose of the journal. Publication of carefully selected original scientific works devoted to scientific issues in all areas of engineering and technology: construction, architecture, geotechnics, geosynthesis, transport, engineering, energy, certification and standardization, computer technology.

2. An author who wishes to publish an article in a journal must submit the article in hard copy (printed version) in one copy, signed by the author to the scientific publication office (at the address: 010008, Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan, Satpayev St., 2. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Main Building, room 402) and by e-mail *vest_techsci@enu.kz* in Word, PDF and Tex format. At the same time, the correspondence between Tex-version, Word-version, PDF-version and the hard copy must be strictly maintained. And authors also need to provide the cover letter of the author(s).

Language of publications: Kazakh, Russian, English.

3. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the re-publication of it in any foreign language. Submitting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the lack of plagiarism and other forms of improper borrowing in the article, the proper formulation of all borrowings of text, tables, diagrams, illustrations.

4. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages).

5. Structure of the article

IRSTI <http://grnti.ru/>

Initials and Surname of the author (s)

Full name of the organization, city, country (if the authors work in different organizations, you need to put the same icon next to the name of the author and the corresponding organization)

Author's e-mail (s)

Article title

Abstract (100-200 words, it should not contain a formula, the article title should not repeat in the content, it should not contain bibliographic references, it should reflect the summary of the article, preserving the structure of the article - introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results /discussion, conclusion).

Key words (6-8 words/word combination. Keywords should reflect the main content of the article, use terms from the article, as well as terms that define the subject area and include other important concepts that make it easier and more convenient to find the article using the information retrieval system).

The main text of the article should contain an introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results / discussion, conclusion. Tables, figures should be placed after the mention. Each illustration should be followed by an inscription. Figures should be clear, clean, not scanned.

In the article, only those **formulas** are numbered, to which the text has references.

All **abbreviations**, with the exception of those known to be generally known, must be deciphered when first used in the text.

Information on **the financial** support of the article is indicated on the first page in the form of a footnote.

References

In the text references are indicated in square brackets. References should be numbered strictly in the order of the mention in the text. The first reference in the text to the literature should have the number [1], the second - [2], etc. The reference to the book in the main text of the article should be accompanied by an indication of the pages used (for example, [1, 45 p.]). References to unpublished works are not allowed.

Unreasonable references to unreviewed publications (examples of the description of the list of literature, descriptions of the list of literature in English, see below in the sample of article design).

At the end of the article, after the list of references, it is necessary to indicate bibliographic data in Russian and English (if the article is in Kazakh), in Kazakh and English (if the article is in Russian) and in Russian and Kazakh languages (if the article is English language).

Information about authors: surname, name, patronymic, scientific degree, position, place of work, full work address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English.

6. The article must be **carefully verified**. Articles that do not meet technical requirements will be returned for revision. Returning for revision does not mean that the article has been accepted for publication.

7. **Work with electronic proofreading.** Articles received by the Department of Scientific Publications (editorial office) are sent to anonymous review. All reviews of the article are sent to the author. The authors must send the proof of the article within three days.

Articles that receive a negative review for a second review are not accepted. Corrected versions of articles and the author's response to the reviewer are sent to the editorial office. Articles that have positive reviews are submitted to the editorial boards of the journal for discussion and approval for publication.

Periodicity of the journal: 4 times a year.

8. **Payment.** Authors who have received a positive conclusion for publication should make payment on the following requisites (for ENU employees - 4,500 tenge, for outside organizations - 5,500 tenge):

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк Центр Кредит"

БИК банка: КСЖВКЗКХ

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпп 859 - за статью

3)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпп 859 - за статью

4)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпп 859.

Для сотрудников ЕНУ - 4500 тенге, для сторонних организаций - 5500 тенге

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия Технические науки и технологии»

1. Цель журнала. Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ в области техники и технологий: строительство, архитектура, геотехника, геосинтетика, транспорт, машиностроение, энергетика, сертификация и стандартизация, вычислительная техника.

2. Автору, желающему опубликовать статью в журнале необходимо представить рукопись в твердой копии (распечатанном варианте) в одном экземпляре, подписанном автором в Отдел научных изданий (по адресу: 010008, Казахстан, г.Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Учебно-административный корпус, каб. 402) и по e-mail vest_techsci@enu.kz в формате Tex, PDF и Word. При этом должно быть строго выдержано соответствие между Tex-файлом, Word-файлом, PDF-файлом и твердой копией. Также автору(ам) необходимо предоставить сопроводительное письмо в редакцию журнала.

Язык публикации: казахский, русский, английский.

3. Отправление статей в редакцию означает согласие авторов на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статей в журнале и переиздания их на любом иностранном языке. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

4. Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц).

5. Схема построения статьи

ГРНТИ <http://grnti.ru/>

Инициалы и Фамилию автора(ов)

Полное наименование организации, город, страна (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковый значок около фамилии автора и соответствующей организации)

E-mail автора(ов)

Название статьи

Аннотация (100-200 слов; не должна содержать формулы, не должна повторять по содержанию название статьи; не должна содержать библиографические ссылки; должна отражать краткое содержание статьи, сохраняя структуру статьи – введение/ постановка задачи/ цели/ история, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы).

Ключевые слова (6-8 слов/словосочетаний). Ключевые слова должны отражать основное содержание статьи, использовать термины из текста статьи, а также термины, определяющие предметную область и включающие другие важные понятия, позволяющие облегчить и расширить возможности нахождения статьи средствами информационно-поисковой системы).

Основной текст статьи должен содержать введение/ постановку задачи/ цели/ историю, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы.

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. Каждой иллюстрации должна следовать надпись. Рисунки должны быть четкими, чистыми, несканированными.

В статье нумеруются лишь те **формулы**, на которые по тексту есть ссылки.

Все **аббревиатуры** и сокращения, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

Сведения о **финансовой поддержке** работы указываются на первой странице в виде сноски.

Список литературы

В тексте ссылки обозначаются в квадратных скобках. Ссылки должны быть пронумерованы строго по порядку упоминания в тексте. Первая ссылка в тексте на литературу должна иметь номер [1], вторая - [2] и т.д. Ссылка на книгу в основном тексте статьи должна сопровождаться указанием использованных страниц (например, [1, 45 стр.]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Нежелательны ссылки на нецензурируемые издания (примеры описания списка литературы, описания списка литературы на английском языке см. ниже в образце оформления статьи).

В конце статьи, после списка литературы, необходимо указать **библиографические данные** на русском и английском языках (если статья оформлена на казахском языке), на казахском и английском языках (если статья оформлена на русском языке) и на русском и казахском языках (если статья оформлена на английском языке).

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, научная степень, должность, место работы, полный служебный адрес, телефон, e-mail – на казахском, русском и английском языках.

6. Рукопись должна быть **тщательно выверена**. Рукописи, не соответствующие техническим требованиям, будут возвращены на доработку. Возвращение на доработку не означает, что рукопись принята к опубликованию.

7. Работа с электронной корректурой. Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статьям отправляются автору. Авторам в течение трех дней необходимо отправить корректуру статьи. Статьи, получившие отрицательную рецензию, к повторному рассмотрению не принимаются. Исправленные варианты статей и ответ автора рецензенту присылаются в редакцию. Статьи, имеющие положительные рецензии, представляются редколлегии журнала для обсуждения и утверждения для публикации.

Периодичность журнала: 4 раза в год.

8. Оплата. Авторам, получившим положительное заключение к опубликованию, необходимо произвести оплату по следующим реквизитам (для сотрудников ЕНУ – 4500 тенге, для сторонних организаций – 5500 тенге).

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: КСЖВКЗКХ

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

3)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

4)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева¹, Н. Темиргалиев², А.Б. Утесов³

¹ *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан*

² *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: axaulezh@mail.ru, ntmath10@mail.ru, adilzhan_71@mail.ru)

Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника

Аннотация: В рамках компьютерного (вычислительного) перечника полностью решена задача приближенного дифференцирования функций, принадлежащих классам Соболева по неточной информации, полученной от произвольного конечного множества тригонометрических коэффициентов Фурье-Лебега дифференцируемой функции... [100-200 слов].

Ключевые слова приближенное дифференцирование, восстановление по неточной информации, предельная погрешность, компьютерный (вычислительный) перечник. [6-8 слов/словосочетаний].

Введение

Текст введения...

Авторам не следует использовать нестандартные пакеты LaTeX (используйте их лишь в случае крайней необходимости)

Заголовок секции

1.1 Заголовок подсекции

Окружения.

Теорема 1. ...

Лемма 1. ...

Предложение 1. ...

Определение 1. ...

Следствие 1. ...

Замечание 1. ...

Теорема 2 (Темиргалиев Н. [2]). *Текст теоремы.*

Д о к а з а т е л ь с т в о. Текст доказательства.

2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (1)$$

где $\delta_N(\varepsilon_N; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv$

$$\equiv \sup_{f \in F} \left\| Tf(\cdot) - \varphi_N \left(l_N^{(1)}(f) + \gamma_N^{(1)} \varepsilon_N^{(1)}, \dots, l_N^{(N)}(f) + \gamma_N^{(N)} \varepsilon_N^{(N)}; \cdot \right) \right\|_Y \cdot$$

$$|\gamma_N^{(\tau)}| \leq 1 (\tau=1, \dots, N)$$

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись.

Таблица 1 – Название таблицы

Простые	Не простые
2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14



Рисунок 2 – Название рисунка

3. Ссылки и библиография

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (1)

Для руководства по \LaTeX и в качестве примера оформления ссылок, см., например, *Львовский С.М.* Набор и верстка в пакете \LaTeX . Москва: Космосинформ, 1994.

Список литературы оформляется следующим образом.

Список литературы

- 1 Локуциевский О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темиргалиев Н. Компьютерный (вычислительный) поперечник как синтез известного и нового в численном анализе // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева –2014. –Т.4. №101. –С. 16-33. **doi: ... (при наличии) - статья**
- 3 Жубанышева А.Ж., Абикинова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. - **труды конференций**
- 4 Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гиполипидемическая активность леукомизина. –Алматы: Бастау, 2007. –С. 3-5 - **газетные статьи**
- 5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

А.Ж. Жұбанышева¹, Н. Темірғалиев¹, А.Б. Утесов²

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

² Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде функцияларды сандық дифференциалдау

Аннотация: Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебег коэффициенттерінің ақырлы жиынынан алынған дәл емес ақпарат бойынша жуықтау есебі толығымен шешілді [100-200 сөздер].

Түйін сөздер: жуықтап дифференциалдау, дәл емес ақпарат бойынша жуықтау, шектік қателік, Компьютерлік (есептеуіш) диаметр [6-8 сөз/сөз тіркестері].

A.Zh.Zhubanysheva¹, N. Temirgaliyev¹, A.B. Utesov²

¹ Institute of theoretical mathematics and scientific computations of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

² K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan

Numerical differentiation of functions in the context of Computational (numerical) diameter

Abstract: The computational (numerical) diameter is used to completely solve the problem of approximate differentiation of a function given inexact information in the form of an arbitrary finite set of trigonometric Fourier coefficients. [100-200 words]

Keywords: approximate differentiation, recovery from inexact information, limiting error, computational (numerical) diameter, massive limiting error. [6-8 words/word combinations]

References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislennogo analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislennom analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva [Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University], 4 (101), 16-33 (2014). [in Russian]
- 3 Zhubanysheva A.Zh., AbikenovaSh.K. O normah proizvodnyh funkcij s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionalov i ih primenenija k poperechnikovym zadacham [About the norms of the derivatives of functions with zero values of a given set of linear functionals and their application to the width problems]. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennaja 110-letiju so dnja rozhdenija akademika S.M.Nicol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkcij" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skii]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]
- 4 Kurmukov A. A. Angioprotekturnaja i gipolipidemicheskaia aktivnost' leukomycina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Kyrov V.A., Mihajlichenko G.G. Analiticheskij metod vložhenija simplekticheskoj geometrii [The analytic method of embedding symplectic geometry], Cibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], 14, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

Сведения об авторах:

Жубанышева А.Ж. - старший научный сотрудник Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан.

Темиргалиев Н. - директор Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан.

Утесов А.Б. - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, Актыбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой, 34, Актобе, Казахстан.

Zhubanysheva A.Zh. - Senior researcher of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Temirgaliyev N. - Head of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Utesov A.B. - candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A.Moldagulova Prospect, 34, Aktobe, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017

Редакторы: Г.Т. Мерзадинова

Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы.
-2019. -4(129).- Нұр-Сұлтан: ЕҰУ.
Шартты б.т. - 10,125. Таралымы - 25 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді.

Редакция мекен-жайы: 010008, Нұр-Сұлтан.,
Сәтпаев көшесі, 2
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: +7(7172) 70-95-00(ішкі 31-428)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды