

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАНЛАР
АКАДЕМИЯСИ В.И.РОМАНОВСКИЙ НОМИДАГИ
МАТЕМАТИКА ИНСТИТУТИ**



**АЛГЕБРА ВА АНАЛИЗНИНГ ДОЛЗАРБ МАСАЛАЛАРИ
МАВЗУСИДАГИ РЕСПУБЛИКА ИЛМИЙ-АМАЛИЙ
АНЖУМАНИ МАТЕРИАЛЛАРИ ТЎПЛАМИ**

**2-ҚИСМ
2022 йил 18-19 ноябрь**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТЕРМЕЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ ИМЕНИ
В.И.РОМАНОВСКОГО**

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АЛГЕБРЫ И АНАЛИЗА
СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ЧАСТЬ 2
18-19 ноября 2022 года**

ТЕРМЕЗ–2022

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ
В.И.РОМАНОВСКИЙ НОМИДАГИ МАТЕМАТИКА ИНСТИТУТИ

АЛГЕБРА ВА АНАЛИЗНИНГ ДОЛЗАРБ МАСАЛАЛАРИ
МАВЗУСИДАГИ РЕСПУБЛИКА ИЛМИЙ-АМАЛИЙ АНЖУМАНИ

МАТЕРИАЛЛАРИ ТЎПЛАМИ
2-ҚИСМ

2022 йил 18-19 ноябрь

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТЕРМЕЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ ИМЕНИ В.И.РОМАНОВСКОГО

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АЛГЕБРЫ И АНАЛИЗА

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ЧАСТЬ 2
18-19 ноября 2022 года

Термез – 2022

Ушбу тўплам Республикамизнинг Олий таълим муассасалари тизимида ва илмий текшириш институтларида фаолият олиб бораётган олимларнинг хамкорликларини кенгайтириш, математика фани ва уни ўқитиш методлари бўйича олинган янги натижаларни муҳокама қилиш ва истикболли йўналишларни белгилаб олиш мақсадида Термиз давлат университетида “Алгебра ва анализнинг долзарб масалалари” мавзусида ўтказилган Республика илмий анжумани материалларини ўз ичига олган. Жумладан унга яши йигилишлардаги маърузалар билан бирга шўъбаларда алгебра ва анализ ҳамда унга турдош йўналишларда илмий изланиш олиб бораётган математик олимлар, тадқиқотчилар ҳамда магистрантларнинг тезислари ҳам киритилган.

АНЖУМАН ТАШКИЛИЙ КЎМИТАСИ

Раиси: Марахимов А.Р. – Термиз давлат университети ректори, профессор

Ҳамраиси: Аюпов Ш.А. – Ўзбекистон Фанлар Академияси В.И.Романовский номли Математика институти директори, академик

Раис ўринбосарлари:

Розиков Ў.А. – Ўзбекистон Фанлар Академияси В.И.Романовский номли Математика институти, профессор

Ашуров Р.Р. – Ўзбекистон Фанлар Академияси В.И.Романовский номли Математика институти, профессор

Холиёров Ў.М. – ТерДУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректор, ф.ф.ф.д. (PhD)

Аъзолари: ф.-м.ф.н., доцент Тўраев Р.Н., ф.-м.ф.д., профессор Холмухамедов О.Р., ф.-м.ф.д., профессор Ҳаётов А.Р., ф.-м.ф.д., профессор Худойбердиев А.Х., ф.-м.ф.д. Рўзиев М., ф.-м.ф.д. Адашев Ж.Қ., ф.-м.ф.д. профессор Аллаков И., ф.-м.ф.д., профессор Мирсабуrows М., ф.-м.ф.д., профессор Нормуродов Ч.Б., ф.-м.ф.д.Сафаров А.Ш., п.ф.ф.д. (PhD) Ибрагимов Н.Ш., ф.-м.ф.ф.д. (PhD), доцент Чориева С.Т., т.ф.ф.д. (PhD) Хамидов О.А., ф.ф.ф.д. (PhD) Умркулов З.Б.

Дастурий қўмита

Ҳамраислар: Алимов Ш.А. – Ўзбекистон Миллий Университети, академик

Садуллаев А.А – Ўзбекистон Миллий Университети, академик

Аъзолари: академик Хожиев Ж.Х., академик Фарманов Ш.К., академик Аъзамов А.А., академик Лакаев С., академик Раҳманов З.Х., профессор Худойберганов Г., профессор Арипов М., профессор Шоимкулов Б.А., профессор Омиров Б.А., профессор Абдуллаев Б.И., профессор Хужаёров Б., профессор Хасанов А., профессор Солеев А., профессор Ўринов А.Қ., профессор Шодиметов Х.М., профессор Зикиров О.С., профессор Исломов Б., профессор Нарманов А.Й., профессор Дурдиев Д., профессор Кудайбергенов К.К., профессор Имомов А.А., профессор Артиқбоев А., профессор Заитов А.А.

Котибият: Хайруллаев И., Бегалиев О., Хуррамов Н., Бобамуродов У., Джураева Д., Имамов О., Эргашева С., Хўжамқулов Б., Саатмуродов Ш.

Нашр учун маъсуллар: ф.-м.ф.д., профессор И.Аллаков, ф.-м.ф.д., профессор М.Мирсабуrows.

Анжуман Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2022 йил 7 мартдаги 101-Фсонли фармойишига кўра 2022 йил 18-19 ноябрь кунлари Термиз давлат университетида ўтказишга рухсат этилган.

Ушбу тўплам Термиз давлат университети Кенгашининг 2022 йил 3 ноябрдаги 3- рақамли қарорига асосан нашрга тавсия этилди.

Тўпламда киритилган маълумотларнинг тўғрилиги учун муаллифлар масъулдир.

МУНДАРИЖА

4 – ШЎЪБА.

ДИФФЕРЕНЦИАЛ ТЕНГЛАМАЛАР ВА МАТЕМАТИК ФИЗИКАНИНГ
НОСТАНДАРТ МАСАЛАЛАРИ

Abdujabborov A. A. <i>Tip o'zgarish chizig'i silliq bo'lmagan parabolo-giperbolik tenglama uchun ikki nolokal masala</i>	10
Abdullaev O. Kh., Khujakulov J. R., Salomov Sh. B. <i>Inverse source problem for a space-time fractional differential equation on metric graph</i>	11
Abdurasulova Z. <i>Birinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglamalar va ularning yechimlari to'g'risida</i>	13
Alimov H. N., Ikromov S. N. <i>Ajralgan dinamikali kasr tartibli tenglamalar bilan ifodalanuvchi quvish differensial o'yinlar</i>	14
Alimov H. N., Voxidova M.O. <i>Kasr tartibli boshqariluvchi tizimlarda quvish masalasi</i>	17
Amanov D., Saloxiddinova U.M. <i>To'rtinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglama uchun boshlang'ich shartda yuqori tartibli hosila qatnashgan masala uchun to'g'ri to'rtburchak sohada bir aralash masalaning yechimi yagonaligi haqida</i>	19
Artiqov M., Ortiqova Z. M. <i>Toq tartibli aynigan tenglama uchun bitta chegaraviy masala haqida</i>	21
Artiqov M., Ortiqova Z. M. <i>Toq tartibli chizikli tenglama uchun nolokal chegaraviy masala yechimining yagonaligi</i>	23
Ashurov R. R., Shakarova M. D. <i>Inverse problem for the subdiffusion equation with Caputo fractional derivative</i>	24
A'zamov Valiahror <i>Tip o'zgarish chizig'i silliq bo'lmagan parabolik-giperbolik tenglama uchun integral ulash shartli chegaraviy masala</i>	25
Babanova A. <i>Giperbolik tipdagi tenglamalar uchun Koshi masalasi</i>	26
Boymirzayev F.R. <i>Parallel tip o'zgarish chizig'iga ega aralash tenglama uchun integral ulash shartli chegaraviy masala</i>	28
Bozorova M.M <i>To'rtinchi tartibli oddiy differensial tenglama uchun nolokal shartli teskari masalalar</i>	29
Diyorova G.B., Egashev F.R. <i>Parabolik tenglamalar uchun bitta noklassik masala</i>	31
Donayev N.Y., Yuldashov Sh.N., Xo'shboqov X.T. <i>Uchinchi tartibli karrali xarakteristikali tenglama uchun nolokal chegaraviy masala</i>	32
Durdiev D.K., Turdiev H.H. <i>Inverse problem for a time - fractional diffusion equation with initial - boundary conditions</i>	33
Dusmatov Z.X. <i>Recursion formulas for Lauricella function with the application to the boundary value problems</i>	34
Eshimbetov M.R., Sarsenbayeva M.Sh <i>Rinitial-boundary value problem for Schrodinger equation on ladder-type graph</i>	37
Hasanov A., Karimov E.T. <i>Euler-type integral representations for generalized Mittag-Leffler functions E_1 and E_2</i>	38
Holboyev A.G. <i>Dynamic search on the edges of the graph</i>	40
Iskanadjiev I. <i>Approximation of the Lower Operator in Differential Games with Simple Matrices</i>	41
Karimov E.T., Maxkamov I.N. <i>Prabhakar funksiyasining bir integral ko'rinishi</i>	42
Karimov E.T., Mamadaliyev A.U. <i>Umumlashgan Xilfer kasr tartibli operator qatnashgan differensial tenglama uchun Koshi masalasi</i>	43
Karimov E.T., Tulqinboyev T.A. <i>Bir kvazichizikli kasr tartibli xususiy hosilali differensial tenglama haqida</i>	45
Karimov E.T., Turdiev Kh.N <i>A boundary value problem for sub-diffusion equation</i>	

<i>involving generalized hilfer derivative with a non-classical boundary condition</i>	46
Karimov K.T., Oripova N.A. <i>Chegarada buziladigan oddiy differensial tenglama uchun nolokal shartli spektral masala</i>	48
Kuchkorov E.I., Jangibayev I. U. <i>Vaqt bo'yicha kasr tartibli bo'lgan parabolik tenglamalar bilan tavsiflanuvchi issiqlik jarayonini boshqarish masalas</i>	49
Kuchkorov E.I., Shermuxammedov B. A. <i>Tekislikda bo'lakli silliq funktsiyaning potentsiali maxsuslikka ega bo'lgan Shredinger operatorining xos funktsiyalari bo'yicha Furrye qatoriga yoyish haqida</i>	50
Kurbanov Sh.Kh., Juraev I.R. <i>Threshold effect of the Generalized Friedrichs Model under Rank One Perturbation</i>	52
Mardiyev R., Murodov J.Sh. <i>Siljishli funksional operatorlarning teskarilanuvchanlik va o'ngdan teskarilanuvchanlik shartlari</i>	53
Miraxmedova Z. <i>Fazodagi cheklangan aralash sohada parabolik -giperbolik tenglama uchun</i>	55
Nortojiev H., Abdirovidov G'. <i>О одном интегральном уравнении со слабой особенностью</i>	56
Qudaybergenov A.K., Sharipova S.A. <i>The existence of the solution of the Cauchy Problem for Laplace equation</i>	57
Qudratova SH.SH., Sakiyeva N.Z. <i>Parabolik tenglamalar uchun bitta Stefan tipidagi masala</i>	59
Raxmonov A.A. <i>Kaputo va Prabhakar kasr tartibli operatorlar ishtirok etgan integro-differensial tenglama uchun nolokal masala</i>	60
Shodiyev D.S., Tursunov F.R. <i>On the regularization of the solution of the Cauchy problem for the biharmonic equation on R^3</i>	62
Tashpulatov S. M., Parmanova R.T. <i>Structure of essential spectra and discrete spectrum of the four-electron systems in the impurity Hubbard model. Four-electron third triplet state</i>	64
Turdiyev R.M. <i>Integral representations of the Appell's hypergeometric functions</i>	67
Turdiyeva M. <i>Birinchi tartibli chiziqli bir jinsli xususiy hosilali differensial tenglamalar haqida</i>	70
Xayrullayev I., Toshboyev H., Nortajiyev H. <i>Fredholmning ikkinchi tur integral tenglamasini yechish usullari</i>	72
Абдувалиев А. А. <i>Бузилмиш чизигида узилмишга эга бйланган сингуляр коэффициентли параболлик-гиперболлик типдаги тенглама учун нолокал масала</i>	75
Абдуллаев А. А., Исломов Х. <i>Об одной нелокальной краевой задаче с условием сопряжения типа Франкля</i>	76
Абдуллаева М.А. <i>Некоторые соотношения гипергеометрической функции Лаурричелла и их применения к решению краевых задач</i>	78
Абдуллаев О. Х., Мардонов Б. Д. <i>Краевые задачи для нагруженного уравнения смешанного типа с оператором римана-лиувилля</i>	81
Абдуллаев Х.А., Касимов О.Ю., Кенжаев Т.А. <i>Интегрирование уравнений Гамльтона с использованием интегрального инварианта Пуанкаре-Картана</i>	82
Абдумуминова Ш.А. <i>Краевая задача с условием Бицадзе-Самарского для уравнения гиперболического типа второго рода</i>	84
Азизов М.С. <i>Об одной нелокальной начально-граничной задаче для уравнения в частных производных высокого четного порядка</i>	85
Аллакова Ш.И. <i>Задача в неограниченной области для уравнения Геллерстедта с сингулярным коэффициентом, с недостающим условиям Трикоми на граничной характеристике и условием Бицадзе-Самарского на параллельных характеристиках</i>	86
Алланазарова Т. Ж., Мирзаев О. Э., Исакулова И., Сувонова М. <i>Интегрирование нелинейного комплексного модифицированного уравнения Кортевега-де</i>	

<i>Фриза в классе периодических бесконечнозонных функций</i>	88
Амонов Б.Б., Мусурмонов М. А., Менгноров П. М. Гипергеометрич <i>функциянинг баъзи бир хоссалари ҳақида</i>	90
А. Б. Батхин, З. Х. Хайдаров <i>Новый способ вычисления параметризации</i> <i>резонансного многообразия</i>	93
Бердишев А.С., Рузиева З.Ф., Базарбаева Б.А. <i>Нелокальный аналог задачи</i> <i>Трикоми для модельного уравнения смешанного типа</i>	95
Бердишев А.С., Шакаева Э.Э. <i>Задачи типа Бицадзе-Самарского для</i> <i>гиперболического уравнения с памятью</i>	96
Болтаев Н.Д., Мусурмонов М.А., Косимов М.Р. <i>Об одной регуляризации</i> <i>сингулярного интегрального уравнения</i>	97
Джамалов С.З., Сипатдинова Б.К., Исламова Д., Мирзаева Г. <i>Об одной</i> <i>линейной обратной задаче для трехмерного уравнения смешанного типа второго</i> <i>рода с нелокальным краевым условием в неограниченном параллелепипеде</i>	99
Джамалов С.З., Туракулов Х.Ш., Mirzoyeva G. <i>Об одной линейной обратной</i> <i>задаче для трехмерного уравнения Трикоми с нелокальным краевым условием</i> <i>в призматической неограниченной области</i>	101
Джамалов С.З., Худойкулов Ш.Ш., Мамбетсапаев К.А., Саматова А. <i>О некоторой линейной четырехточечной обратной задаче для трехмерного</i> <i>уравнения распространения тепла в параллелепипеде</i>	103
Жабборов Т.М. <i>Формулы разложения для гипергеометрических функций от</i> <i>двух переменных и их применения к решению краевых задач</i>	104
Жураева Д. <i>Сингуляр коэффициентга эга бўлган оддий дифференциал тенглама</i> <i>учун биринчи чегаравий масала</i>	106
Исламов Н. Б. <i>Комбинированная задача с условием Бицадзе-Самарского и</i> <i>условием смещения на внутренних характеристиках для уравнения смешанного</i> <i>типа второго рода.....</i>	107
Исламов Б.И <i>Краевые задачи для линейных нагруженных дифференциальных</i> <i>и интегро-дифференциальных уравнений смешанного типа</i>	109
Исломов Б.И., Ахмадов И.А. <i>Об одной краевой задаче со смещением для</i> <i>смешанного парабола-гиперболического уравнения с оператором дробного порядка</i>	110
Исломов Б. И., Узоков Ж. Х. <i>Об одной нелокальной задаче для парабола-</i> <i>гиперболического уравнения второго рода с двумя линиями изменения типа</i>	112
Исломов Б.И., Юнусов О.М. <i>Нелокальная краевая задача для нагруженного</i> <i>уравнения парабола-гиперболического типа в специальной области</i>	113
Исхоков С.А., Рахмонов Б.А. <i>О некоторых пространствах типа Соболева</i> <i>дробного порядка во всем пространстве и их приложения</i>	115
Кадиркулов Б.Ж., Жалилов М.А. <i>Обратная задача определения функции</i> <i>источника для параболического уравнения второго порядка с оператором Капуто</i>	117
Каримов Ш.Т., Орипов Ш.А., Хужахонов З.З. <i>Операторы эрдейи-кобера</i> <i>в классе обобщенных функций и их приложения</i>	118
Каримов О.Х. <i>О коэрцитивной оценке и разделимости дифференциального</i> <i>оператора Трикоми в весовом пространстве</i>	119
Касимов Ш.Г., Шогдоров У.С., Матякубова Д.М. <i>Об однозначной</i> <i>разрешимости задачи колебания балки с заделанными концами в классах соболева</i> <i>в многомерном случае</i>	120
Қодирова М. Ж. <i>Бузилиш чизиқида узилишига эга бўлган иккинчи тур</i> <i>параболлик-гиперболлик типдаги тенглама учун параллел характеристикаларда</i> <i>Бицадзе – Самарский шартти билан қўйилган масалани таҳлил қилиш</i>	121
Мавлонов М. <i>Линейно независимке решения системы дифференциальных уравнений</i>	

в частных производных гипергеометрической функции $F_{20}^{(20)}(x, y, z, t)$ второго порядка с четырьмя переменными.	123
Мадрахимова З.С., Турсунова Н.Х. Об одной нелокальной краевой задаче для уравнения смешанного типа вырождающегося внутри области	124
Мамадалиев Н.А., Тахиров Б.М.А. Об одной игровой задаче управления пучками траекторий	126
Мамажонов Ж.Т., Холматов З.А. Об одной краевой задаче для уравнения смешанного типа с вырождениями	127
Маннонов Г.А., Эшбеков Р.Х., Хасанов Т.Г., Жонузоков Ш.Ш. Задача Коши для уравнения Хирота в классе периодических бесконечнозонных функции.	130
Меражова Ш.Б., Меражов Н.И., Саидова Н.М. Численные алгоритмы для решение обратной задачи поставленной уравнению смешанного типа	133
Мирсабурова Г.М., Тошпулатов Б.Р., Абдурахмонова Г.М. Композиция интегралов с подвижными и неподвижными интегрируемыми особенностями.	134
Мирсабурова Д.М., Тогаев Т.Х., Тоштемиров У.Э. Об одной композиции несобственных интегралов со слабыми особенностями.	135
Мирсабурова Д.М., Юлдашева И.З., Хайдаров О.Д. Об одном двойном интеграле с подвижными и неподвижными интегрируемыми особенностями.	138
Мирсабурова У.М., Норкулова М.Н. О некоторых композициях несобственных интегралов.	140
Мирсабуров М., Тураев Р.Н. Задача в неограниченной области с условием Бицадзе-Самарского на части граничной характеристике и параллельной ей внутренней характеристике для уравнения Геллерстедта с сингулярными коэффициентами	143
Муминов З.М., Номонова С.О. Краевая задача для параболо-гиперболического уравнения третьего порядка с нехарактеристической линией изменения типа	145
Муминов З.М., Самижонова С.А. Задача Коши для уравнения параболо-гиперболического типа третьего порядка	146
Муминова Н.И. Формулы конечного суммирования для гипергеометрических функций Аппеля и их применения к решению краевых задач	146
Муминов Ф.М., Каримов С.Я. Нелокальная задача для уравнения смешанного типа.....	149
Нишопова Ш.Т., Муйдинжонова Б.А. О единственности решения задачи Трикоми для уравнения смешанного типа в одной специальной области	150
Нуржанов О.Д., Жамалов К.Н. Об одной оценке метода усреднения для периодических систем интегро-дифференциальных уравнений с запаздыванием	152
Нуржанов О.Д., Тожибаев Ж. И. О периодических решениях одного класса систем интегро-дифференциальных уравнений	153
Окбоев А.Б. Задача Трикоми для уравнения параболо-гиперболического типа второго рода	155
Очилова Н.К., Хайдаров Э.Б. Краевая задача с интегральным условием склеивания для вырождающегося параболо-гиперболического уравнения с дифференциальным оператором Римана-Лиувилля.	156
Рахимов К.У. Метод функции Грина для начально-краевой задачи для уравнения субдиффузии заданного на метрическом лестничном графе	157
Рахимов Д.Г., Каххаров С. О возмущениях линейных уравнений	159
Рахмонова Н. А. Сингуляр коэффициентли гиперболик типдаги тенглама учун Бицадзе-Самарский шартти билан қўйилган нолокал масалани тазлил қилиши	162
Рузиева Т.Ж. Краевая задача для нагруженного уравнения смешанного типа в прямоугольной области, когда нагруженная часть уравнения содержит след вторую производную от искомой функции	163

УДК: 517.968.72+517.958:536.2

Численные алгоритмы для решение обратной задачи поставленной уравнению смешанного типа

Меражова Ш. Б.¹, Меражов Н. И.², Саидова Н. М.³

^{1,2,3}Buxoro Davlat Universiteti;

s.b.merajova@buxdu.uz, shsharipova@mail.ru, Nilufarsaidova93@gmail.com

В работе предложены алгоритмы численного решения обратной задачи для уравнения смешанного парабола-гиперболического типа с нелокальным условием по определению правой части.

Рассмотрим дифференциальное уравнение:

$$\theta(t)u_t(x, t) + \theta(-t)u_{tt}(x, t) - \lambda u_{xx}(x, t) = g(x), \quad (x, t) \in (0, l) \times (-\alpha, \beta), \quad (1)$$

здесь $\theta(t)$ — θ -функция Хевисайда. Краевые условия:

$$u(0, t) = 0, \quad u(l, t) = 0, \quad t \in [-\alpha, \beta]. \quad (2)$$

Условия склейки при $t = 0$:

$$[u]_0 = 0, \quad [u_t]_0 = 0, \quad x \in [0, l], \quad (3)$$

и считаем, что имеет место нелокальное условие:

$$u(x, \beta) - u(x, -\alpha) = \phi(x), \quad x \in [0, l]. \quad (4)$$

Будем считать, что функция $g(x)$ непрерывна и $g(0) = g(l) = 0$.

Соотношения (1)-(4) являются прямой задачей, т.е., если известны функции $\phi(x)$, $g(x)$ и постоянная λ , то решение $u(x, t)$ может быть найдено из соотношений (1)-(4).

Обратная задача: Необходимо определить функцию $g(x)$, если о решении прямой задачи (1)-(4) известна следующая дополнительная информация:

$$u(x, \beta) = \psi(x), \quad x \in [0, l]. \quad (5)$$

Предполагалось, что функция, входящая в нелокальное условие, и функция, являющаяся дополнительной информацией для решения обратной задачи, могут быть известны с некоторой ошибкой, поскольку являются результатом практических измерений.

Предложено три алгоритма численного решения обратной задачи:

- Алгоритм 1 основан на регуляризации суммирования ряда Фурье, чьи коэффициенты содержат возрастающий множитель ω_k^2 ;

Следуя работе [1], решение задачи (1)-(5) представляется в виде ряда:

$$g(x) = \lambda \sum_{k=1}^{\infty} \omega_k^2 (\psi_k - a_k \phi_k e^{-\lambda \omega_k^2 \beta}) \sin(\omega_k x).$$

- Алгоритм 2 основан на решении уравнения Фредгольма 1-ого рода оптимизационным методом с регуляризацией по Тихонову;

Показали, что решение обратной задачи (1)-(5) эквивалентно решению полученному следующему уравнению Фредгольма 1-ого рода:

$$\int_0^l K(x, s)g(s)ds = \phi_\beta(x).$$

- Алгоритм 3 основан на решении специальной обратной задачи для параболического уравнения.

Проведен ряд численных экспериментов по апробации предложенных алгоритмов.

Алгоритм 2 дал наилучшее по точности восстановленное решение. Результат восстановления по Алгоритму 3 может быть улучшен, если в функционале невязки использовать регуляризатор Тихонова. Алгоритм 1 дал результат, менее удовлетворительный по сравнению с другими алгоритмами, поскольку восстановленная функция имеет слишком сглаженный вид.

Литература

1. Сабитов К.Б., Сафин Э.М. Обратная задача для уравнения смешанного парабола-гиперболического типа в прямоугольной области. Изв. вузов. Математика 4, стр. 55–62, 2010.

УДК 517.956

Композиция интегралов с подвижными и неподвижными интегрируемыми особенностями.

Мирсабурова Г.М.¹, Тошпулатов Б.Р.², Абдурахмонова Г.М.³

^{1,2,3}Термезский государственный университет;

umirsaburova@gmail.com, boburtoshpulatov909@gmail.com, abdurahmonovagulruh06@gmail.com

В работе вычислена композиция интегралов с подвижными и неподвижными особенностями.

Вычислим интеграл

$$B(x) = \int_{-1}^x \frac{dt}{(x-t)^{2\beta}} \int_{-1}^1 \frac{\tau'(p(s))ds}{(1-bs-at)^{1-2\beta}}, \quad (1)$$

здесь поменяем порядок интегрирования, и получим

$$B(x) = \int_{-1}^1 \tau'(p(s))ds \int_{-1}^x \frac{dt}{(x-t)^{2\beta}(1-bs-at)^{1-2\beta}}.$$

В внутреннем интеграле сделав замену переменного интегрирования $t = -1 + (1+x)\sigma$, имеем

$$\begin{aligned} B(x) &= \int_{-1}^1 \tau'(p(s))ds \int_0^1 \frac{(1+x)d\sigma}{(1+x)^{2\beta}(1-\sigma)^{2\beta}(1-bs+a)^{1-2\beta} \left(1 - \frac{a(1+x)\sigma}{1-bs+a}\right)^{1-2\beta}} = \\ &= \int_{-1}^1 \frac{(1+x)^{1-2\beta} \tau'(p(s))}{(1-bs+a)^{1-2\beta}} ds \int_0^1 (1-\sigma)^{2\beta} \left(1 - \frac{a(1+x)\sigma}{1-bs+a}\right)^{-(1-2\beta)} d\sigma. \end{aligned}$$

Здесь используя формулу интегрального представления для гипергеометрической функции:

$$\int_0^1 \sigma^{a-1} (1-\sigma)^{c-a-1} (1-x\sigma)^{-b} d\sigma = \frac{\Gamma(a)\Gamma(c-a)}{\Gamma(c)} F(a, b, c; x)$$

получим

$$\begin{aligned} B(x) &= \int_{-1}^1 \frac{\tau'(p(s))(1+x)^{1-2\beta}}{(1-bs+a)^{1-2\beta}} \frac{\Gamma(1)\Gamma(1-2\beta)}{\Gamma(2-2\beta)} F\left(1, 1-2\beta, 2-2\beta; \frac{a(1+x)}{1-bs+a}\right) ds = \\ &= \frac{a^{2\beta-1}}{1-2\beta} \int_{-1}^1 \left(\frac{a(1+x)}{1-bs+a}\right)^{1-2\beta} F\left(1, 1-2\beta, 2-2\beta; \frac{a(1+x)}{1-bs+a}\right) \tau'(p(s)) ds. \end{aligned}$$

Здесь выполним операцию интегрирования по частям и с учетом формул

$$F(a, b, b; x) = (1-x)^{-a}, \quad \frac{d}{dx} x^b F(a, b, c; x) = bx^{b-1} F(a, b+1, c; x)$$

имеем

$$u = \left(\frac{a(1+x)}{1-bs+a}\right)^{1-2\beta} F\left(1, 1-2\beta, 2-2\beta; \frac{a(1+x)}{1-bs+a}\right), \quad dv = \tau'(p(s))ds, \quad v = \frac{1}{a} \tau(p(s))$$