

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR-**

1995 йилдан нашр этилади
Йилда 6 марта чиқади

3-2021

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

Муассис: Фарғона давлат университети.

«FarDU. ILMİY XABARLAR – НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК. ФерГУ» журнали бир йилда олти марта чоп этилади.

Журнал филология, кимё ҳамда тарих фанлари бўйича Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган.

Журналдан мақола кўчириб босилганда, манба кўрсатилиши шарт.

Ўзбекистон Республикаси Президенти Администрацияси ҳузуридаги Ахборот ва оммавий коммуникациялар агентлиги томонидан 2020 йил 2 сентябрда 1109 рақами билан рўйхатга олинган.

Муқова дизайни ва оригинал макет ФарДУ таҳририят-нашриёт бўлимида тайёрланди.

Таҳрир ҳайъати

Бош муҳаррир
Масъул муҳаррир

ШЕРМУҲАММАДОВ Б.Ш.
ЎРИНОВ А.А.

ФАРМОҒОНОВ Ш. (Ўзбекистон)

БЕЗГУЛОВА О.С. (Россия)

РАШИДОВА С. (Ўзбекистон)

ВАЛИ САВАШ ЙЕЛЕК. (Туркия)

ЗАЙНОБИДДИНОВ С. (Ўзбекистон)

JEHAN SHANZADAN NAYYAR. (Япония)

LEEDONG WOOK. (ЖанубийКорея)

АЪЗАМОВ А. (Ўзбекистон)

КЛАУС ХАЙНСГЕН. (Германия)

БАХОДИРХОНОВ К. (Ўзбекистон)

ҒУЛОМОВ С.С. (Ўзбекистон)

БЕРДЫШЕВ А.С. (Қозоғистон)

КАРИМОВ Н.Ф. (Ўзбекистон)

ЧЕСТМИР ШТУКА. (Словакия)

ТОЖИБОЕВ К. (Ўзбекистон)

Таҳририят кенгаши

ҚОРАБОЕВ М. (Ўзбекистон)

ОТАЖОНОВ С. (Ўзбекистон)

ЎРИНОВ А.Қ. (Ўзбекистон)

РАСУЛОВ Р. (Ўзбекистон)

ОНАРҚУЛОВ К. (Ўзбекистон)

ГАЗИЕВ Қ. (Ўзбекистон)

ЮЛДАШЕВ Г. (Ўзбекистон)

ХОМИДОВ Ғ. (Ўзбекистон)

АСҚАРОВ И. (Ўзбекистон)

ИБРАГИМОВ А. (Ўзбекистон)

ИСАҒАЛИЕВ М. (Ўзбекистон)

ҚЎЗИЕВ Р. (Ўзбекистон)

ХИКМАТОВ Ф. (Ўзбекистон)

АХМАДАЛИЕВ Ю. (Ўзбекистон)

СОЛИЖОНОВ Й. (Ўзбекистон)

МАМАЖОНОВ А. (Ўзбекистон)

ИСОҚОВ Э. (Ўзбекистон)

ИСКАНДАРОВА Ш. (Ўзбекистон)

МЎМИНОВ С. (Ўзбекистон)

ЖЎРАЕВ Х. (Ўзбекистон)

КАСИМОВ А. (Ўзбекистон)

САБИРДИНОВ А. (Ўзбекистон)

ХОШИМОВА Н. (Ўзбекистон)

ҒОҒУРОВ А. (Ўзбекистон)

АДҲАМОВ М. (Ўзбекистон)

ХОНКЕЛДИЕВ Ш. (Ўзбекистон)

ЭГАМБЕРДИЕВА Т. (Ўзбекистон)

ИСОМИДДИНОВ М. (Ўзбекистон)

УСМОҒОНОВ Б. (Ўзбекистон)

АШИРОВ А. (Ўзбекистон)

МАМАТОВ М. (Ўзбекистон)

ХАКИМОВ Н. (Ўзбекистон)

БАРАТОВ М. (Ўзбекистон)

Муҳаррирлар: Ташматова Т.
Жўрабоева Г.

Мусаҳҳиҳ: Шералиева Ж.

Таҳририят манзили:

150100, Фарғона шаҳри, Мураббийлар кўчаси, 19-уй.
Тел.: (0373) 244-44-57. Мобил тел.: (+99891) 670-74-60
Сайт: www.fdu.uz

Босишга рухсат этилди:

Қоғоз бичими: - 60×84 1/8

Босма табоғи:

Офсет босма: Офсет қоғози.

Адади: 50 нусха

Буюртма №

ФарДУ нусха кўпайтириш бўлимида чоп этилди.

Манзил: 150100, Фарғона ш., Мураббийлар кўчаси, 19-уй.

**Фарғона,
2021.**

Аниқ ва табиий фанлар

МАТЕМАТИКА

Д.Аманов, С.И.Сиражиддинов
Тўртинчи тартибли хусусий ҳосилали дифференциал тенглама учун
нолокал масала.....6

А.Оқбоев, Н.Муталлиев
Иккинчи тур бузиладиган гиперболик типдаги тенглама учун
силжишли масала.....14

БИОЛОГИЯ, ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ

Ғ.Юлдашев, В.Исақов, У.Мирзаев, Х.Шокирова
Гидроморф тупроқларнинг антропоген омиллар таъсирида
эволюцияси.....20

КИМЁ

И.Асқаров, Ҳ.Исаков, О.Абдуллоев, Ш.Тураҳонов
Анор пўстлоғи таркибидан галл кислотасини олиш усуллари.....25

Ижтимоий-гуманитар фанлар

ТАРИХ

Лианг Юн, Н.Камбаров
Қанғ маданияти ҳақида хитойлик олимларнинг фикрлари.....30

Ф.Шамукарамова
Катта Фарғона каналининг қурилишида археологик назоратнинг аҳамияти.....43

У.Абдуллаев
Фарғона водийси халқларида анъанавий дафн ва таъзия
маросимлари.....51

Т.Турсунмуратов
Европа Иттифоқининг Ўзбекистон Республикаси билан таълим соҳасида ҳамкорлигининг
айрим хусусиятлари.....56

А.Алохунов
“Хўжа”лар тоифасининг келиб чиқиш тарихидан.....61

Р.Атаханов
Фарғона водийси қорақалпоқлари замонавий кийимларидаги анъанавий
жиҳатлар.....66

Д.Исмоилова, Н.Бердиев
Туркистонда суд тизими тарихидан.....72

Р.Акбаров
Иккинчи жаҳон уруши йилларида ўзбек миллий матбуотининг жангчиларни
ватанпарварлик руҳида тарбиялашдаги роли.....78

Д.Элова
Бухоро ҳаво флотини ташкил этиш тадбирлари ва самолётлар кириб
келиши тарихидан.....85

Э.Ғуломов
Ўзбекистон Республикасида 1994 йилги Олий Мажлис сайловига тайёргарлик.....89

УДК:517.956.223

**ИККИНЧИ ТУР БУЗИЛАДИГАН ГИПЕРБОЛИК ТИПДАГИ ТЕНГЛАМА УЧУН
СИЛЖИШЛИ МАСАЛА
ЗАДАЧИ СО СМЕЩЕНИЕМ ДЛЯ ОДНОГО ВЫРОЖДАЮЩЕГОСЯ УРАВНЕНИЯ
ВТОРОГО РОДА
THE PROBLEM OF SHIFT FOR ONE DEGENERATE HYPERBOLIC EQUATION OF
THE SECOND KIND**

Оқбоев Акмалжон Бахромжонович¹, Муталлиев Нодирбек Назиржон ўғли²

- ¹Оқбоев Акмалжон Бахромжонович – Ўзбекистон Фанлар академияси Математика институти, Наманган вилояти ҳудудий бўлинмаси кичик илмий ходими.
- ²Муталлиев Нодирбек Назиржон ўғли – НамДУ, математика йўналиши магистранти.

Аннотация

Мақолада бузиладиган гиперболик типдаги иккинчи тур тенглама ўзининг характеристикалари билан чегараланган соҳада қаралган. Қаралаётган тенглама учун силжишли бир масала баён қилинган. Қўйилган масаланинг ечими қаралаётган тенгламанинг умумий ечимидан фойдаланиб топилган. Қўйилган масаланинг бир қийматли ечилиши учун берилган функцияларга зарурий шартлар топилган. Урганиш жараёнида Похгаммер символи ва Гаусснинг гипергеометрик функцияси хоссаларидан фойдаланилган.

Аннотация

В данной работе рассмотрено вырождающееся уравнение гиперболического типа второго рода в области, ограниченной его характеристиками. Поставлена задача со смещением для рассматриваемого уравнения. Решение задачи было найдено с использованием общего решения рассматриваемого уравнения. Найдены достаточные условия, обеспечивающие однозначную разрешимость поставленных задач. В исследовании использовались свойства символа Похгаммера и гипергеометрической функции Гаусса.

Annotation

In the work a problem with shift conditions for a second kind degenerated hyperbolic type equation has been formulated and unique solvability of the considered problem has been investigated. The solution of the problem was found by using general solution of the equation. The problem was reduced to an integral equation with respect to trace of the unknown function. During the investigation of the problem the properties of Gauss's hypergeometric function and symbol of Pochhammer have been used.

Таянч сўз ва иборалар: гиперболик типдаги тенглама, силжишли масала, ечимнинг ягоналиги.

Ключевые слова и выражения: уравнение гиперболического типа, задача со смещением, единственность решения.

Keywords and expressions: equation of the hyperbolic type, problem of shift conditions, uniqueness of the solution.

Кириш. Масаланинг қўйилиши

Бузиладиган тенгламалар хусусий ҳосилалари дифференциал тенгламалар назариясида марказий ўринни эгаллайди ва фаннинг турли соҳаларида кўплаб татбиқларга эга. Масалан, бузиладиган гиперболик тенгламалар газлар динамикаси, айланма сиртларнинг чексиз кичик букилиш назарияси, компьютер томографияси ва бошқа кўплаб соҳалар масалаларини ечишда учрайди. Бузиладиган гиперболик тенгламанинг бузилиш чизиғи тенгламанинг характеристикаси бўлса, у иккинчи турдаги тенглама деб аталади.

Бузиладиган гиперболик типдаги иккинчи турдаги ушбу

$$L_{-n+1/2}(u) \in u_{xx} + u_{yy} + (-n+1/2)u_y = 0, \quad y < 0, \quad n \in \mathbb{N} \quad (1)$$

тенгламани D соҳада қарайлик, бу ерда D - (1) тенгламанинг характеристикалари $AB: y = 0$, $AC: x - 2\sqrt{-y} = 0$, $BC: x + 2\sqrt{-y} = 1$ билан чегараланган соҳа.

МАТЕМАТИКА

Қайд этиш жоизки, (1) тенглама учун кўриниши ўзгарган Коши масаласи Ю.М.Крикунов томонидан қўйилган ва масала ечимидан фойдаланиб гиперболик қисми (1) тенгламадан иборат бўлган эллиптик-гиперболик типдаги тенгламалар учун турли чегаравий масалалар баён қилинган ва ўрганилган [1]. Бундан ташқари, Р.С.Хайруллин томонидан гиперболик қисми (1) тенгламадан иборат бўлган эллиптик-гиперболик типдаги тенглама учун турли чегаравий масалалар баён қилинган ва ўрганилган [2, 3]. Биз ушбу ишимизда қуйидаги силжишли масалани ўрганамиз.

Н масала. Қуйидаги шартларни ва (1) тенгламани қаноатлантирувчи $u(x, y) \in C(\bar{D})$ функция топилсин:

$$u(x, 0) = t(x), \quad x \in [0, 1] \quad (2)$$

$$a(x) \frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}} u(q_0) + b(x) \frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}} u(q_1) + c(x) \lim_{y \rightarrow 0} (-y)^{1/2-n} \frac{\partial^n u}{\partial y^n} = f(x), \quad x \in (0, 1), \quad (3)$$

бу ерда $t(x), a(x), b(x), c(x), f(x)$ – берилган функциялар бўлиб, ушбу $a^2(x) + b^2(x) + c^2(x) \neq 0$ тенгсизлик ўринли,

$$A_{n+1/2}(t) = e^{\frac{n}{k=0}} \frac{n!(2n-k)! 2^{2k} (-y)^{k/2}}{k!(n-k)!(2n)!} \frac{\partial^k}{\partial x^k} (x - 2\sqrt{-y}) + (-1)^k t^{(k)}(x + 2\sqrt{-y}) \Big|_B^A$$

$$q_0 = (x/2, -x^2/16), \quad q_1 = ((1+x)/2, -(1-x)^2/16) - \text{эса мос равишда}$$

$E(x, 0)$ нуқтадан чиқувчи (1) тенгламанинг характеристикалари билан AC ва BC характеристикаларининг кесишиш нуқтаси.

Таъкидлаш жоизки, Н масалага ўхшаш масала $u_{xx} - u_{yy} = 0$ ва $yu_{xx} - u_{yy} = 0$ тенгламалар учун биринчи бўлиб А.М.Нахушев томонидан қўйилган ва тадқиқ этилган [4]. Шундан сўнг кўплаб тадқиқотчилар томонидан турли тенгламалар учун силжишли масалалар ўрганилди [5-8]. Н масаланинг қўйилишидан кўриниб турибдики, масалада $a(x) \in b(x) \in 0$ бўлганда кўриниши ўзгарган Коши масаласи келиб чиқади [1, 9], $a(x) \in c(x) \in 0$ (ёки $b(x) \in c(x) \in 0$) бўлганда эса, Дарбу масаласи келиб чиқади.

2. Асосий қисм

Н масала ечимини (1) тенгламанинг ушбу [1]

$$u = e^{\frac{n}{k=0}} \frac{(2n-k)! 2^{2k} (-y)^{k/2}}{k!(n-k)!} \frac{\partial^k}{\partial x^k} (x - 2\sqrt{-y}) + (-1)^k j^{(k)}(x + 2\sqrt{-y}) \Big|_B^A + (-y)^{n+1/2} \int_0^1 \frac{\partial^n u}{\partial x^n} (x - 2\sqrt{-y}(1-2z)) \Big|_B^A (1-z)^n dz \quad (4)$$

умумий ечими кўринишида қидирамиз, бу ерда j, y - етарлича силлиқ бўлган ихтиёрий функциялар. Бунинг учун (4) функцияни (2) шартга бўйсундириб,

$$j(x) = \frac{n!}{2(2n)!} t(x)$$

тенгликни ҳосил қиламиз. Охирги тенгликни (4) формулага қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$u(x, y) = e \sum_{k=0}^n \frac{n!(2n-k)!2^{2k-1}(-y)^{k/2}}{k!(n-k)!(2n)!} \int_0^1 t^{(k)}(x-2\sqrt{-y}) + (-1)^k t^{(k)}(x+2\sqrt{-y}) \int_0^1 (1-z)^n dz + (-y)^{n+1/2} \int_0^1 t y \int_0^1 (x-2\sqrt{-y})(1-2z) \int_0^1 (1-z)^n dz. \quad (5)$$

(5) функциядан фойдаланиб, $u(q_0)$ ни ҳисоблаб оламиз:

$$u(x/2, -x^2/16) = e \sum_{k=0}^n \frac{n!(2n-k)!2^{-1}x^k}{k!(n-k)!(2n)!} \int_0^1 t^{(k)}(0) + (-1)^k t^{(k)}(x) \int_0^1 (1-z)^n dz + \frac{x^2}{16} \int_0^1 t y (xz) \int_0^1 (1-z)^n dz. \quad (6)$$

(6) тенгликдаги интегралда $t = xz$ каби алмаштириш бажарсак,

$$u(q_0) = e \sum_{k=0}^n \frac{n!(2n-k)!2^{-1}x^k}{k!(n-k)!(2n)!} \int_0^1 t^{(k)}(0) + (-1)^k t^{(k)}(x) \int_0^1 4^{2n-1} \int_0^x t y (t) \int_0^1 (x-t) \int_0^1 dt \quad (7)$$

га эга бўламиз. $t(x)$ функцияни $2n+1$ марта дифференциаллаш мумкин, деб фараз

қилиб ва (7) функциядан фойдаланиб $\frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}} u(q_0)$ ни ҳисоблаб оламиз [8, 9]:

$$\frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}} u(q_0) = (-1)^n \frac{n!}{2(2n)!} x^n t^{(2n+1)}(x) + 4^{2n-1} n! y(x) x^n. \quad (8)$$

Энди $u(q_1)$ ни ҳисоблайлик. Бунинг учун (5) функцияга $q_1 = \frac{x}{2}, -\frac{(1-x)^2}{16}$

ни қўямиз

$$u(q_1) = e \sum_{k=0}^n \frac{n!(2n-k)!2^{-1}}{k!(n-k)!(2n)!} (1-x)^k \int_0^1 t^{(k)}(x) + (-1)^k t^{(k)}(1) \int_0^1 (1-z)^n dz + 4^{2n-1} \int_x^1 t y (t) \int_0^1 (1-t)(t-x) \int_0^1 dt. \quad (9)$$

(9) дан фойдаланиб $\frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}} u(q_1)$ ни ҳисоблаб оламиз:

$$\frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}} u(q_1) = e \sum_{k=0}^n \frac{n!(2n-k)!2^{-1}}{k!(n-k)!(2n)!} e C_{n+1}^m (-k)_m (1-x)^{k-m} t^{(1+n+k-m)}(x) + 4^{2n-1} \frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}} \int_x^1 t y (t) \int_0^1 (1-t)(t-x) \int_0^1 dt. \quad (10)$$

МАТЕМАТИКА

$k < m$ бўлганда $(-k)_m = 0$ тенглик бажарилишини эътиборга олиб, (10) ни қуйидагича ёзиб оламиз:

$$\frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}}u(q_1) = e \sum_{k=0}^n \frac{n!(2n-k)!2^{-1-k}}{k!(n-k)!(2n)!} e^{C_{n+1}^m} (-k)_m (1-x)^{k-m} t^{(1+n+k-m)}(x) + 4^{2n-1} n!(-1)^n y(x)(1-x)^n,$$

бу ерда $(a)_k$ – Похгаммер симболи, $(a)_0 = 1$, $(a)_k = a(a+1)(a+2)\dots(a+k-1)$ кўринишда аниқланади. $s = k - m$ алмаштириш бажарсак, охирги тенглик қуйидаги кўринишга келади:

$$\frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}}u(q_1) = e \sum_{k=0}^n \frac{n!(2n-k)!2^{-1-k}}{k!(n-k)!(2n)!} e^{C_{n+1}^{k-s}} (-k)_{k-s} (1-x)^s t^{(1+n+s)}(x) + 4^{2n-1} n!(-1)^n y(x)(1-x)^n. \quad (11)$$

Йиғиндиларнинг тартибини ўзгартириб, қуйидаги

$$C_{n+1}^{k-s} = \frac{(n+1)!}{(k-s)!(1+n+s-k)!},$$

$$(-k)_{k-s} = \frac{(-1)^{s+k} k!}{s!}$$

тенгликларни эътиборга олсак, (11) тенглик

$$\frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}}u(q_1) = \frac{(n+1)!n!}{2(2n)!} e \sum_{s=0}^n \frac{1}{s!} (1-x)^s t^{(1+n+s)}(x) e^{\sum_{k=s}^n \frac{(-1)^{k+s} (2n-k)!}{(k-s)!(1+n+s-k)!(n-k)!}} + 4^{2n-1} n!(-1)^n y(x)(1-x)^n$$

кўринишга келади. Бу ерда k нинг ўрнига $k+s$ ни қўйсак,

$$\frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}}u(q_1) = \frac{(n+1)!n!}{2(2n)!} e \sum_{s=0}^n \frac{1}{s!} (1-x)^s t^{(1+n+s)}(x) e^{\sum_{k=0}^{n-s} \frac{(-1)^k (2n-k-s)!}{k!(1+n-k)!(n-k-s)!}} + 4^{2n-1} n!(-1)^n y(x)(1-x)^n$$

тенгликка келамиз. $n! = (1)_n$ дан фойдаланиб [10], охирги тенгликни қуйидаги кўринишда ёзиб оламиз

$$\frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}}u(q_1) = \frac{(n+1)!n!}{2(2n)!} e \sum_{s=0}^n \frac{(2n-s)!}{s!(1+n)!(n-s)!} (1-x)^s t^{(1+n+s)}(x) \Gamma \sum_{k=0}^{n-s} \frac{(-1-n)_k (-n+s)_k}{(-2n+s)_k k!} + 4^{2n-1} n!(-1)^n y(x)(1-x)^n.$$

Ушбу [10]

$$e \sum_{k=0}^{n-s} \frac{(-1-n)_k (-n+s)_k}{(-2n+s)_k k!} = F(-1-n, -n+s; -2n+s; 1),$$

$$F(-n, b, c; 1) = \frac{(c-b)_n}{(c)_n},$$

$$(a-n)_n = (-1)^n (1-a)_n$$

тенгликлардан фойдаланиб, охирги тенгликни қуйидагича ёзиб оламиз:

$$\frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}} u(q_1) = \frac{(n+1)!n!}{2(2n)!} e^{-x} \sum_{s=0}^n \frac{(2n-s)! (0)_{n-s}}{s!(1+n)!(n-s)!(1+n)_{n-s}} (1-x)^s t^{(1+n+s)}(x) + 4^{2n-1} n! (-1)^n y(x) (1-x)^n,$$

бу ерда $F(a, b; c; x)$ – Гауссинг гипергеометрик функцияси. $(0)_0 = 1$, $(0)_n = 0$, $n \in \mathbb{N}$ тенгликларни эътиборга олиб, охирги тенгликни қуйидагича ёзиб оламиз

$$\frac{d^{n+1}}{dx^{n+1}} u(q_1) = \frac{n!}{2(2n)!} (1-x)^n t^{(1+2n)}(x) + 4^{2n-1} n! (-1)^n y(x) (1-x)^n. \quad (12)$$

Энди ушбу $\lim_{y \rightarrow 0} (-y)^{1/2-n} \mathcal{I}_1^{-n} A_{1/2-n}^{-}(t) \mathcal{I}_1^n$ лимитни ҳисоблаймиз. Бунинг учун (8) функциядан $A_{1/2-n}^{-}(t)$ операторни айириб, қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$u - A_{1/2-n}^{-}(t) = (-y)^{n+1/2} \int_0^1 t y \mathcal{I}_1^{-n} - 2\sqrt{-y} (1-2z) \mathcal{I}_1^n (1-z) \mathcal{I}_1^n dz.$$

Охирги ифодадан y бўйича ҳосила олиб, қуйидагига эга бўламиз:

$$\begin{aligned} \mathcal{I}_1^{-n} A_{1/2-n}^{-}(t) \mathcal{I}_1^n &= - (n+1/2) (-y)^{n-1/2} \int_0^1 t y \mathcal{I}_1^{-n} - 2\sqrt{-y} (1-2z) \mathcal{I}_1^n (1-z) \mathcal{I}_1^n dz - \\ &- (-y)^n \int_0^1 t y \mathcal{I}_1^{-n} - 2\sqrt{-y} (1-2z) \mathcal{I}_1^n (1-2z) \mathcal{I}_1^n (1-z) \mathcal{I}_1^n dz. \end{aligned}$$

Олинган ҳосилага $(-y)^{1/2-n}$ ифодани кўпайтириб $y \rightarrow 0$ бўлганда лимитга ўтсак,

$$\begin{aligned} \lim_{y \rightarrow 0} (-y)^{1/2-n} \mathcal{I}_1^{-n} A_{1/2-n}^{-}(t) \mathcal{I}_1^n &= - (n+1/2) y(x) \int_0^1 \mathcal{I}_1^n (1-z) \mathcal{I}_1^n dz = \\ &= - (n+1/2) B(n+1, n+1) y(x) = - \frac{\Gamma(n!)^2}{2(2n)!} y(x) \end{aligned} \quad (13)$$

га эга бўламиз, бу ерда $B(a, b)$ – бета - функция.

Олинган (8), (12), (13) натижаларни (3) шартга қўйиб, қуйидаги $y(x)$ га нисбатан чиқиқли алгебраик тенгламага эга бўламиз:

$$\begin{aligned} &\left\{ 4^{2n-1} n! x^n a(x) + 4^{2n-1} n! (-1)^n (1-x)^n b(x) - \frac{\Gamma(n!)^2}{2(2n)!} y(x) \right\} y(x) = \\ &= f(x) - \frac{(-1)^n n!}{2(2n)!} x^n t^{(2n+1)}(x) a(x) - \frac{n!}{2(2n)!} (1-x)^n t^{(2n+1)}(x) b(x), \quad x \in O(0,1). \end{aligned} \quad (14)$$

МАТЕМАТИКА

Ушбу

$$4^{2n-1}x^n a(x) + 4^{2n-1}(-1)^n(1-x)^n b(x) - \frac{n!}{2(2n)!} f(x) \geq 0 \quad (15)$$

шарт бажарилсин. (15) ни эътиборга олиб, (14) тенгламадан $y(x)$ ни бир қийматли топиб оламиз:

$$y(x) = \frac{2(2n)!f(x) - (-1)^n n! x^n t^{(2n+1)}(x)a(x) - n!(1-x)^n t^{(2n+1)}(x)b(x)}{4^{2n-1} n! 2(2n)! x^n a(x) + 4^{2n-1} n! 2(2n)! (-1)^n (1-x)^n b(x) - (n!)^2 c(x)}. \quad (16)$$

Фараз қилайлик, ушбу

$$t(x) \in C^{(2n+3)}[0,1], a(x), b(x), c(x), f(x) \in C^2[0,1] \quad (17)$$

шартлар ўринли бўлсин. У ҳолда (16) ва (17) лардан $y(x) \in C^2[0,1]$ эканлиги келиб чиқади. Топилган $y(x)$ ва $f(x)$ функцияларни (4) тенгликка қўйиб N масала ечимини ҳосил қиламиз.

Шундай қилиб, биз ушбу теоремани исботладик.

Теорема. Агар (15) ва (17) шартлар бажарилса, N масала ягона ечимга эга бўлади.

Изоҳ. Агар $4^{2n-1}x^n a(x) + 4^{2n-1}(-1)^n(1-x)^n b(x) - \frac{n!}{2(2n)!} f(x) = 0$ бўлиб

$$f(x) - \frac{(-1)^n n!}{2(2n)!} x^n t^{(2n+1)}(x)a(x) - \frac{n!}{2(2n)!} (1-x)^n t^{(2n+1)}(x)b(x) = 0 \quad \text{бўлса,}$$

қўйилган N масала чексиз кўп ечимга эга бўлади.

Агар $4^{2n-1}x^n a(x) + 4^{2n-1}(-1)^n(1-x)^n b(x) - \frac{n!}{2(2n)!} f(x) = 0$ тенглик

$$\text{бажарилиб, } f(x) - \frac{(-1)^n n!}{2(2n)!} x^n t^{(2n+1)}(x)a(x) - \frac{n!}{2(2n)!} (1-x)^n t^{(2n+1)}(x)b(x) \geq 0$$

бўлса, қўйилган N масала ечимга эга бўлмайди.

Адабиётлар:

1. Крикунов Ю.М. Краевые задачи для модельных уравнений смешанного типа. – Казань: Издательство Казанского университета, 1986.
2. Хайруллин Р.С. Задача Трикоми для уравнения второго рода с сильным вырождением. -Казань: Издательство Казанского университета, 2015.
3. Хайруллин Р.С. Задача Трикоми для уравнения второго рода в неограниченных областях. - Казань: Издательство Казанского университета, 2016.
4. Нахушев А.М. О некоторых краевых задачах для гиперболических уравнений и уравнений смешанного типа. Дифференциальные уравнения. 1969. Т. 5. No 1.
5. Елеев В.А. О некоторых задачах типа задачи Коши и задачи со смещением для одного вырождающегося гиперболического уравнения. Дифференциальные уравнения. 1976. Том 12. No 1.
6. Салахитдинов М.С., Уринов А.К. Краевые задачи для уравнений смешанного типа со спектральным параметром. – Ташкент: Фан, 1997.
7. Салахитдинов М.С., Эргашев Т.Г. О двух краевых задачах со смещением для вырождающегося гиперболического уравнения второго рода. Доклады АН УзССР. 1991. No 2.
8. Окбоев А.Б. Краевая задача типа А.М.Нахушева для одного вырождающегося гиперболического уравнения второго рода. Бюллетень Института математики. 2018, №4.
9. Терсенов С.А. К теории гиперболических уравнений с данными на линии вырождения типа //Сибирский математический журнал, 1961, Т.2, №6.
10. Прудников А.П., Брычков Ю.А., Маричев О.И. Интегралы и ряды. Т.3. Специальные функции. Дополнительные главы.-2-е изд., исправ. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.

(Тақризчи: А.Ўринов – физика-математика фанлари доктори, профессор).