Міністерство Освіти України
Львівський державний університет
ім. Ів. Франка

На правах рукопису

Волошин
Віктор Володимирович

Деякі задачі для сингулярно збурених гіперболічних систем

01.01.02 - Диференціальні рівняння

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико - математичних наук

Львів 1996

Дисертація є рукопис.

Робота виконана на кафедрі диференціальних рівнянь Львівського державного університету ім. Ів. Франка.

Науковий керівник - кандидат фізико-математичних наук,
доцент **Цимбал В. М.**

Офіційні опоненти: доктор фізико-математичних наук,
професор **Хома Г. П.**,
кандидат фізико-математичних наук,
доцент **Бомба А. Я.**

Провідна установа - Інститут математики НАН України,
м. Київ.

Захист дисертації відбудеться «18» квітня 1996 р.
о 15^{30} год на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 04.04.01 при Львівському державному університеті ім. Ів. Франка за адресою: 290001, м. Львів, вул. Університетська 1, ауд. 377.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Львівського державного університету (м. Львів, вул. Драгоманова, 5).

Автореферат розіслано «7» березня 1996 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради ***Микитюк Я. В.***

Загальна характеристика роботи.

Актуальність теми. В багатьох областях фізики, механіки, хімії та інших науках виникають задачі, які описуються диференціальними рівняннями з малими множниками біля старших похідних або, як їх називають, сингулярно збуреними диференціальними рівняннями. На сьогодні велика кількість досліджень присвячена вивченню сингулярно збурених задач для звичайних диференціальних рівнянь. Що стосується рівнянь з частинними похідними, то більш вивченими є сингулярно збурені задачі для рівнянь і систем еліптичного і параболічного типів. Тому актуальним є вивчення задач для сингулярно збурених гіперболічних рівнянь і систем, як менш вивчених. До задач для сингулярно збурених гіперболічних рівнянь і систем приводять питання поширення тепла в пористому середовищі, теорії транспортних потоків, хімічних процесів обміну та інші.

Так, наприклад, система гіперболічних рівнянь

$$\begin{cases} \varepsilon\left(\dfrac{\partial U}{\partial t}+\dfrac{\partial U}{\partial x}\right)+aU+bV=f(x,t), \\ \varepsilon\left(\dfrac{\partial V}{\partial t}-\dfrac{\partial V}{\partial x}\right)+cU+dV=g(x,t) \end{cases}$$

з початковими умовами $U(x,0,\varepsilon)=U_0(x), V(x,0,\varepsilon)=V_0(x)$, де ε - малий додатній параметр, $f(x,t), g(x,t), U_0(x), V_0(x)$ - відомі гладкі функції, a, b, c, d -константи, при деяких умовах на коефіцієнти і праві частини в різних випадках описує рух коливання струни в сильно в'язкій рідині, проходження струму по провіднику з великим опором, поширення випромінювання через сильно абсорбне середовище.

Одним з ефективних методів теорії сингулярних збурень є метод примежевого шару, основи якого було закладено в працях Вішика М. Й., Люстерніка Л. А., Васильєвої А. Б. Цей метод в багатьох працях використано для побудови наближених розв'язків звичайних диференціальних рівнянь, інтегро-диференціальних рівнянь та рівнянь у частинних похідних.

Є багато праць вітчизняних та зарубіжних авторів, у яких розглядаються сингулярно збурені задачі для гіперболічних рівнянь і систем першого порядку. Ці задачі досліджувались різними методами і з різних точок зору.

Так, Касимов К. А., Кадикенов Б. М., Мельник З. О., Цимбал В. М. побудували асимптотику розв'язку задачі Коші для систем гіперболічних рівнянь першого порядку з одним малим параметром у випадку неповного виродження вихідної системи. Крім того, Цимбал В.М. в подальших роботах вивчив подібну задачу з декількома малими параметрами.

Також є роботи, в яких будується асимптотичне розвинення розв'язку початкової задачі для сингулярно збурених гіперболічних рівнянь і систем з повним виродженням. Так, Сисоєва Т. Н. вивчила нелінійні сингулярно збурені гіперболічні системи першого порядку.

Змішана задача для систем сингулярно збурених гіперболічних рівнянь першого порядку з повним та неповним виродженням розглядалась у роботах Васильєвої А. Б., Мельника З.О., Цимбала В. М., Сухаревського О.І., Сисоєвої Т.Н.

Кадикенов Б. М., Цимбал В. М. досліджували задачу Гурса для гіперболічних рівнянь та систем у випадку неповного та повного виродження.

Крім цього, відзначимо роботи Е. Тадмора, Б. Густафсона, Д. У. Баркера, які вивчали задачі ініціалізації для гіперболічних рівнянь і систем першого порядку з малим параметром.

У даній дисертаційній роботі досліджується змішана задача для сингулярно збурених інтегро-диференціальних гіперболічних систем першого порядку та періодична, нелокальна і обернена задачі для сингулярно збурених гіперболічних систем першого порядку. Зауважимо, що асимптотика розв'язку нелокальної задачі для гіперболічних систем і оберненої задачі взагалі будується вперше. Для дослідження використано метод примежевого шару. Результати дисертації доповнюють і розвивають результати робіт згаданих вище авторів.

Мета роботи полягає в побудові асимптотичних розвинень розв'язків змішаної, нелокальної, періодичної та оберненої задач для сингулярно збурених гіперболічних систем першого порядку та встановленні коректності вказаних розвинень.

Методика досліджень. В дисертаційній роботі використано метод примежевого шару, методи загальної теорії диференційних рівнянь з частинними похідними, звичайних диференційних рівнянь, функціонального аналізу і теорії рядів Фур'є.

Наукова новизна роботи полягає :

- у побудові асимптотики розв'язку змішаної задачі для сингулярно збурених інтегро-диференційних гіперболічних систем та періодичної, нелокальної і оберненої задач для сингулярно збурених гіперболічних систем першого порядку;
- у доведенні коректності побудованих розвинень.

Наукова і практична цінність роботи. Результати роботи є певним внеском в теорію сингулярно збурених задач для рівнянь з частинними похідними. Побудовані асимптотичні розвинення розв'язків задач можуть бути використані для вивчення конкретних задач практики.

Апробація роботи. Результати роботи доповідались на таких конференціях і семінарах :

1. Всеукраїнська наукова конференція "Нові підходи до розв'язання диференціальних рівнянь"(м.Дрогобич, 1994 р.);

2. Міжнародна наукова конференція ім. академіка Кравчука (м. Київ, 1994 р., 1995 р.);

3. Всеукраїнська конференція молодих вчених (м. Київ, 1994 р., 1995 р.);

4. Міжнародна наукова конференція "Нелинейные краевые задачи математической физики и их приложения"(м. Тернопіль, 1994 р.);

5. Львівський міський семінар з диференційних рівнянь (керівники Б.Й. Пташник, П.Я. Скоробагатько, С. П. Лавренюк, 1995 р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 8 робіт, перелік яких наведено в кінці автореферату.

Особистий внесок дисертанта. Результати досліджень періодичної, нелокальної, оберненої задач отримані автором самостійно. Результати вивчення змішаної задачі отримані разом з Цимбалом В. М., де останньому належить постановка задач.

***Основні положення, що виносяться на захист*:**

1. Побудова асимптотичних розвинень розв'язків змішаної задачі в прямокутнику для систем сингулярно збурених інтегро-диференціальних гіперболічних рівнянь першого порядку.

2. Побудова асимптотичних розвинень розв'язків періодичної задачі в смузі для систем сингулярно збурених гіперболічних рівнянь першого порядку.

3. Побудова асимптотичних розвинень розв'язків нелокальної по часовій змінній задачі в прямокутнику для сингулярно збурених гіперболічних диференціальних та інтегро-диференціальних систем першого порядку.

4. Побудова асимптотичних розвинень розв'язків оберненої задачі Коші в смузі та змішаної оберненої задачі в прямокутнику з перевизначенням всередині області і невідомими у правій частині функціями від t для систем сингулярно збурених гіперболічних рівнянь першого порядку.

Структура і об'єм роботи. Дисертація складається зі вступу, 12 параграфів, об'єднаних у 4 розділи та списку цитованої літератури, що нараховує 90 найменувань. Повний об'єм роботи 127 сторінок.

Зміст роботи.

У вступі обгрунтовується актуальність теми, зроблений короткий огляд літератури по темі дисертації, сформульовані основні результати роботи, а також наведені позначення та деякі відомі результати, що використовуються у роботі.

Відзначимо, що всюди в роботі $\varepsilon > 0$ - малий дійсний параметр, $N \geq 1$ -натуральне число, що визначає порядок асимптотичного розвинення, розглядаються дійснозначні достатньо гладкі функції дійсного аргумента (у кожній задачі вказано необхідний порядок гладкості для побудови асимптотичного розвинення порядку N).

Вважаємо, що $U(x,t,\varepsilon)=colon\{U_1(x,t,\varepsilon),U_2(x,t,\varepsilon),\dots,U_n(x,t,\varepsilon)\}$, $f(x,t)=colon\{f_1(x,t),f_2(x,t),\dots,f_n(x,t)\}$, $\Lambda(x,t)=diag\{\lambda_1(x,t),\lambda_2(x,t),\dots,\lambda_n(x,t)\}$, $A(x,t)-n\times n$ матриця з елементами $a_{jm}(x,t)$, $B(x,t)-n\times n$ матриця з елементами $b_{jm}(x,t)$, $G(x)-n\times n$ матриця з елементами $g_{jm}(x)$, $f(t)=colon\{f_1(t),f_2(t),\dots,f_n(t)\}$, $\Psi(x,t)=colon\{\Psi_1(x,t),\Psi_2(x,t),\dots\Psi_n(x,t)\}$, $\gamma(t)=colon\{\gamma_1(t),\gamma_2(t),\dots,\gamma_n(t)\}$; причому матриця $\Lambda(x,t)$ така, що всюди в області визначення у кожній точці для її елементів виконується умова $\lambda_1(x,t)\ge\lambda_2(x,t)\ge\dots\ge\lambda_k(x,t)>0>\lambda_{k+1}(x,t)\ge\dots\ge\lambda_n(x,t)$.

Під виродженою задачею (рівнянням, системою) надалі розуміємо задачу (рівняння, систему), яка отримується з сингулярно збуреної, якщо в останній малий параметр спрямувати до нуля.

Розділ I."Змішана задача для сингулярно збурених інтегро-диференціальних систем першого порядку" складається з трьох параграфів.

В §1 у прямокутнику $D=\{(x,t):0\le x\le l,0\le t\le T\}$ $(0<l<\infty,0<T<\infty)$ розглядається задача

$$\frac{\partial U(x,t,\varepsilon)}{\partial t}+\varepsilon\Lambda(t)\frac{\partial U(x,t,\varepsilon)}{\partial x}+A(x,t)U(x,t,\varepsilon)+\int_0^t B(x,\sigma)U(x,\sigma)d\sigma=f(x,t) \qquad (1)$$

$$U(x,0,\varepsilon)=0, \qquad (2)$$

$$U_j(0,t,\varepsilon)=0,\ j=\overline{1,k},\ U_j(l,t,\varepsilon)=0,\ j=\overline{k+1,n} \qquad (3)$$

Відносно вхідних даних припускається виконання умов узгодження першого порядку $f_j(0,0)=0, j=\overline{1,k}, f_j(l,0)=0, j=\overline{k+1,n}$.

При вказаних припущеннях побудовано асимптотичне розвинення розв'язку задачі (1) - (3), яке складається з функції регулярної частини асимптотики (розв'язки задач Коші для систем інтегро-диференціальних рівнянь першого порядку)та функцій примежевого шару, (визначаються зі змішаних задач для систем інтегро-диференціальних гіперболічних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околах $x=0$ та $x=l$. Для доведення асимптотичної коректності розвинення встановлено оцінку залишкового члена розвинення в нормі простору $L_2(D)$.

Зауважено, що аналогічним чином будується асимптотика розв'язку задачі (1)-(3), якщо у системі (1) маємо $\Lambda(x,t)$ та виконуються умови узгодження до (N+1) порядку.

У §2 в прямокутнику D розглядається система

$$\varepsilon\frac{\partial U}{\partial t}+\Lambda(x)\frac{\partial U}{\partial x}+A(x,t)U+\int_0^t B(x,\sigma)U(x,\sigma,\varepsilon)d\sigma=f(x,t) \qquad (4)$$

з умовами (2), (3).

Відносно вхідних даних припускається, що виконуються умови узгодження першого порядку (як і в §1) та другого порядку. Крім цього, матриця A(x,t) симетрична та додатньо визначена; $\lambda'_j(x)\le 0,\ j=\overline{1,}\quad x\in[0;l]$.

При вказаних припущеннях побудовано асимптотичне розвинення розв'язку задачі (4), (2), (3), яке складається з функції регулярної частини асимптотики (визначаються з систем звичайних диференціальних рівнянь по просторовій змінній першого порядку)та функцій примежевого шару (є розв'язками змішаної задачі для систем гіперболічних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околі $t=0$. Доведено оцінку залишкового члена розвинення в нормі простору $L_2(D)$.

Зауважено, що аналогічно будується асимптотика розв'язку задачі (4), (2), (3), якщо в системі (4) маємо $\Lambda(x,t)$ та виконуються умови узгодження до (N+2) порядку.

У §3 в прямокутнику D розглядається система

$$\varepsilon\left(\frac{\partial U}{\partial t}+\Lambda\frac{\partial U}{\partial x}\right)+A(x,t)U+\int_0^t B(x,\sigma)U(x,\sigma,\varepsilon)d\sigma=f(x,t) \qquad (5)$$

з умовами (2), (3).

Для проведення побудов припускається виконання умов узгодження першого порядку та деякі додаткові умови на вхідні дані. Побудовано асимптотичне розвинення розв'язку, яке складається з функцій регулярної частини (розв'язки систем інтегральних рівнянь Вольтерра другого роду), функцій примежевого шару (розв'язки систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околі t=0, функцій примежевого шару (розв'язки систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околах x=0 та $x=l$, функцій кутового примежевого шару (розв'язки систем гіперболічних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околах точок (0;0) та (l;0). Доведено оцінку залишкового члена в нормі простору $L_2(D)$.

Зауважено, що аналогічно будується асимптотичне розвинення розв'язку задачі (5), (2), (3),якщо в системі (5) маємо $\Lambda(x,t)$ та виконуються умови узгодження до (N+1) порядку.

Розділ II "Періодична задача для сингулярно збурених гіперболічних систем першого порядку" складається з двох параграфів.

У §1 в смузі $D_\infty=\{(x,t):0\le x\le l,-\infty<t<+\infty\}$ $0<l<\infty$ розглядається система

$$\varepsilon\left(\frac{\partial U}{\partial t}+\Lambda(x,t)\frac{\partial U}{\partial x}\right)+A(x,t)U=f(x,t) \tag{6}$$

з умовами періодичності по t

$$U(x,t,\varepsilon)=U(x,t+2\pi,\varepsilon) \tag{7}$$

та крайовими умовами (3).

Для проведення побудов припускається періодичність функцій $\lambda_j(x,t),a_{jm}(x,t),f_j(x,t)$ по t з періодом 2π та деякі додаткові умови на вхідні дані. Побудовано асимптотику розв'язку задачі (6), (7), (3), що складається з функцій регулярної частини асимптотики (розв'язки алгебраїчних систем) та функцій примежевого шару (розв'язки систем звичайних диференціальних рівнянь), що підправляють розв'язок в околах x=0 та $x=l$. Доведено асимптотичну коректність розвинення.

У §2 в смузі D_∞ розглядається система

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \varepsilon\Lambda(x)\frac{\partial U}{\partial x} + A(x)U = f(x,t) \tag{8}$$

з умовами (7), (3).

Для проведення побудов припускається 2π-періодичність функції $f(x,t)$ по t та деякі додаткові умови. Побудовано асимптотику розв'язку задачі (8), (7), (3), що складається з функцій регулярної частини (розв'язки систем звичайних диференціальних рівнянь) та функцій примежевого шару (розв'язки систем гіперболічних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околах x=0 та $x=l$. Доведено асимптотичну коректність побудованого розвинення.

Розділ III "Нелокальна задача для сингулярно збурених інтегро-диференціальних та диференціальних гіперболічних систем першого порядку" складається з двох параграфів.

У §1 в прямокутнику D розглядається система

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \varepsilon\Lambda(t)\frac{\partial U}{\partial x} + A(x,t)U = f(x,t) \tag{9}$$

Зауважимо, що в цьому розділі елементи матриці біля похідної по просторовій змінній є строго додатніми в області визначення. Тому крайові умови задаються лише на лівій стороні прямокутника D.

$$U_j(0,t,\varepsilon) = 0, j = \overline{1,n}. \tag{10}$$

До системи (9) додаються ще нелокальні за часовою змінною умови

$$U_j(x,0,\varepsilon) + \alpha_j(x)U_j(x,T,\varepsilon) = \varphi_j(x), j = \overline{1,n}. \tag{11}$$

Накладаються деякі умови щодо малості функцій $\alpha_j(x)$ та виконання умов узгодження нульового та першого порядку. При виконанні цих умов побудовано асимптотику розв'язку задачі (9)-(11), що складається з функцій регулярної частини асимптотики (розв'язки систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку) та функцій примежевого шару (розв'язки систем гіперболічних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околі x=0. Доведено асимптотичну коректність розвинення.

Зауважено, що аналогічно будується асимптотика розв'язку задачі у випадку, коли в системі (9) маємо $\Lambda(x,t)$ і виконуються умови узгодження до порядку (N+1). Відзначено, що подібними міркуваннями будується асимптотика розв'язку задачі, якщо елементи матриці $\Lambda(x,t)$ є від'ємними всюди в області визначення і крайові умови відповідно задаються на правій стороні прямокутника.

У §2 в прямокутнику D розглядається задача (5), (10), (11). Припускається, що виконуються умови узгодження нульового і першого порядку, певні умови щодо малості функцій $\alpha_j(x)$ та деякі додаткові умови. Побудовано асимптотику розв'язку задачі, що складається з функцій регулярної частини (розв'язки систем інтегральних рівнянь Вольтерра другого роду), функцій примежевого шару (розв'язки систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку,) що підправляють розв'язок в околі t=0, функцій примежевого шару (розв'язки систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околі x=0 та функцій кутового примежевого шару (розв'язки систем гіперболічних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околі точки (0;0). Доведено асимптотичну коректність побудованого розвинення.

Для побудови розвинення використано асимптотичне розвинення більш простішої (локальної) задачі.

Мають місце зауваження, зроблені у попередній задачі.

Розділ IV "Обернені задачі для сингулярно збурених гіперболічних систем першого порядку" складається з п'яти параграфів.

У §1 в прямокутнику D при певних умовах на вхідні дані доведено існування єдиного класичного розв'язку оберненої задачі

$$\frac{\partial U}{\partial t}+\Lambda(x,t)\frac{\partial U}{\partial x}+A(x,t)U(x,t)=G(x)f(t)+\Psi(x,t), \tag{12}$$

$$U(x,0)=0, \tag{13}$$

$$U_j(0,t)=0,\ j=\overline{1,k},\ U_j(l,t)=0,\ j=\overline{k+1,n}, \tag{14}$$

$$U(l^*,t)=\gamma(t)\,,\quad 0<l^*<l \tag{15}$$

по визначенню $U(x,t)$ та $f(t)$

Результати цього параграфу використані при побудові асимптотичних розвинень сингулярно збурених задач такого виду.

У §2 в смузі $\Omega^T=\{(x,t):-\infty<x<+\infty, 0\le t\le T\}\,(0<T<\infty)$ розглядається

система $$\varepsilon\left(\frac{\partial U}{\partial t}+\Lambda(x,t)\frac{\partial U}{\partial x}\right)+A(x,t)U(x,t,\varepsilon)=G(x)f(t,\varepsilon)+\Psi(x,t) \tag{16}$$

з умовами (13), (15), де $l^*=0$.

Припускається, що виконуються умови узгодження $\gamma(0)=0$; $\det G(0)\neq 0$ та деякі додаткові умови на вхідні дачі. Побудовано асимптотичне розвинення розв'язку задачі. Асимптотика складається з функцій регулярної частини (розв'язки обернених задач для систем алгебраїчних рівнянь) та функцій примежевого шару (розв'зки обернених задач для систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку). Оцінка залишкового члена розвинення функції $f(t,\varepsilon)$ отримана в нормі простору неперервних функцій, а оцінка залишкового члена розвинення $U(x,t,\varepsilon)$ отримана в нормі простору $L^2(\Omega^T)$.

У §3 в прямокутнику D розглядається система

$$\frac{\partial U}{\partial t}+\varepsilon\Lambda(t)\frac{\partial U}{\partial x}+A(x,t)U(x,t,\varepsilon)=G(x)f(t,\varepsilon)+\Psi(x,t), \tag{17}$$

з умовами (13)-(15).

Для проведення побудов припускається, що $\det G(l^*)\neq 0$, виконуються умови узгодження нульового порядку та першого порядку.

При вказаних припущеннях побудовано асимптотику розв'язку, що складається з функцій регулярної частини (розв'язки обернених задач для систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку) та функцій примежевого шару (розв'язки систем гіперболічних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околах $x=0$ та $x=l$. Залишковий член розвинення $f(t,\varepsilon)$ -

оцінено в нормі простору неперервних функцій, а залишковий член розвинення $U(x,t,\varepsilon)$ - в нормі простору $L_2(D)$.

У §4 в прямокутнику D розглядається система

$$\varepsilon\frac{\partial U}{\partial t}+\Lambda(x)\frac{\partial U}{\partial x}+A(x,t)U(x,t,\varepsilon)=G(x)f(t,\varepsilon)+\Psi(x,t) \qquad (18)$$

з умовами (13)-(15).

Припускається, що $\det G(l^*)\neq 0; \lambda'_j(x)\leq 0, j=\overline{1,n}, x\in[0,l]$, виконуються умови узгодження нульового і першого порядку та деякі додаткові умови. Побудовано асимптотику розв'язку задачі, що складається з функцій регулярної частини (розв'язки оберненої задачі для систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку) та функцій примежевого шару (розв'язки оберненої задачі для систем гіперболічних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околі $t=0$. Доведено оцінку залишкового члена розвинення функції $f(t,\varepsilon)$ в нормі простору неперервних функцій, а залишкового члена розвинення $U(x,t,\varepsilon)$ - в нормі простору $L_2(D)$

У §5 в прямокутнику D розглядається задача (16), (13)-(15), причому в системі (16) елементи матриці біля похідної по просторовій змінній є сталими (не обмежує загальності).

Припускається, що $\det G(l^*)\neq 0$, виконуються умови узгодження нульового і першого порядку та деякі додаткові умови на вхідні дані. Побудовано асимптотику розв'язку задачі, що складається з функцій регулярної частини асимптотики (розв'язки оберненої задачі для системи алгебраїчних рівнянь), функцій примежевого шару (розв'язки оберненої задачі для систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околі $t=0$, функцій примежевого шару (розв'язки систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околах $x=0$ та $x=l$, функцій кутового примежевого шару (розв'язки систем гіперболічних рівнянь першого порядку), що підправляють розв'язок в околах точок $(0;0)$ та $(l;0)$.

Доведено оцінку розвинення $f(t,\varepsilon)$ в нормі простору неперервних функцій, а розвинення $U(x,t,\varepsilon)$ в нормі простору $L_2(D)$.

В §3,4,5 зауважено, що асимптотичне розвинення розв'язків задач, що розглядаються в цих параграфах, якісно не змінюється, якщо у вихідних системах маємо $\Lambda(x,t)$ і додатково виконуються умови узгодження до порядку (N+1)

Висновки.

В роботі методом примежевого шару та його модифікацій вперше побудовано асимптотичні розвинення розв'язку ряду задач для сингулярно збурених систем диференціальних та інтегро-диференціальних гіперболічних рівнянь першого порядку.

Використаний в роботі метод можна застосувати не тільки для вивчення змішаних та періодичних задач (як більш вивчених для такого сорту рівнянь та систем), а й для нелокальних та обернених задач.

Нелокальні задачі для сингулярно збурених гіперболічних рівнянь і систем та сингулярно збурені обернені задачі вивчені вперше, що вимагало певної модифікації методу примежевого шару.

Основні результати дисертації опубліковані в роботах:

1. Волошин В. В., Цимбал В. М. Змішана задача для сингулярно збуреної інтегро-диференціальної гіперболічної системи // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. - 1994. - Вип. 40. - с.6-8.

2. Волошин В. В. Періодична задача для сингулярно збуреної системи гіперболічних диференціальних рівнянь першого порядку // Праці Всеукраїнської конференції молодих вчених. Математика. - Київ, 1994. с.121-129.

3. Волошин В. В. Про одну обернену задачу для гіперболічної сингулярно збуреної системи першого порядку // Праці Всеукраїнської конференції молодих вчених. Математика. - Київ, 1995. с.125-131.

4. Волошин В. В. Сингулярно збурена система гіперболічних інтегро-диференціальних рівнянь // Нові підходи до розв'язання диференціальних рівнянь: Тези доп. Всеукр. конф. (Дрогобич, 25-27 січня 1994 р.) - К.: Ін-т математики АН України, 1994. - с.33.

5. Волошин В. В. Періодична задача для системи гіперболічних диференціальних рівнянь з малим параметром // Тези доп. Третьої Міжнародної конф. ім. академіка Кравчука М. П. - Київ, 1994. с.32.

6. Волошин В. В. Обернена задача для гіперболічних сингулярно збурених систем першого порядку // Тези доп. Четвертої Міжнародної конф. ім. академіка Кравчука М. П. - Київ, 1995. с.62.

7. Волошин В. В. Нелокальна задача для гіперболічних сингулярно збурених систем першого порядку // Розробка та застосування математичних методів в науково-технічних дослідженнях: Тези доп. Всеукр. конф. присвяченої 70-річчю від дня народження професора П. С. Казімірського (Львів, 5-7 жовтня 1995 р.) - Львів, 1995. - с.18

8. Волошин В. В., Цимбал В. М. Інтегро-диференціальна гіперболічна система з малим параметром // Нелинейные краевые задачи математической физики и их приложения: Сб. науч. тр. НАН Украины. Ин-т математики. - Киев, 1994. - с.196-197.

Автор висловлює щиру вдячність науковому керівнику доц. Цимбалу В. М. за постановку задач, неодноразове обговорення результатів, керівництво і постійну увагу до роботи.

Волошин В. В. Некоторые задачи для сингулярно возмущенных гиперболических систем.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02-дифференциальные уравнения. Львовский государственный университет им. Ив. Франко. Львов, 1996.

Защищается 8 научных работ, которые содержат исследования по теории сингулярно возмущенных задач. Построены асимптотические разложения решений смешаной задачи для систем сингулярно возмущенных гиперболических интегро-дифференциальных уравнений первого порядка, а также периодической, нелокальной и обратной задачи для сингулярно возмущенных систем гиперболических уравнений первого порядка. Доказана корректность построенных разложений.

Voloshyn V.V. Some problems for singulary perturbed hyperbolic systems.

Candidat of Science Thesis (Physics and Mathematics), Specialization - differential equations. Lviv State University, Lviv, 1996.

8 scientific papers containing theoretical studies on the theory of singularly perturbed problems are defended. Asymptotic expansions of solutions to the boundary value problem for the singularly perturbed hyperbolic integro-differential systems equations of the first order as well as periodic, non-local and inverse problems for singularly perturbed systems of hyperbolic differential equations of the first order are constructed.

Correctness of asymptotic expansions is proved.

Ключові слова: сингулярно збурена система, асимптотичне розвинення, примежевий шар.

[illegible] до друку 20.12.95. Формат паперу 60х84 1/16
[illegible]. Друк офсетний. [illegible].
[illegible] аркуш 1. Зам. [illegible]. Тираж 100.

[illegible] м. [illegible], [illegible]

[illegible]

[illegible] V. Some problems for singulary perturbed hyperbolic systems.

Candidate of Science Thesis (Physics and Mathematics), Speciality [illegible] differential equations, Lviv State University, Lviv, [illegible]

[illegible] boundary value problem for the singularly perturbed hyperbolic [illegible] equations of the first order, [illegible] inverse problems for singularly perturbed systems of hyperbolic differential equations of the first order are considered.

Correctness of asymptotic expansions is proved.

[illegible]

Підписано до друку 20.02.96. Формат паперу 60х84 I/I6
Папір газетний. Друк офсетний. Безкоштовно.
Друкарських листів I. Зам. 73. Тираж I00.

ПТЦ "Агрософт" м. Львів, вул. 700-річчя Львова, 63а