НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ

На правах рукопису

ХОМА ЛАРИСА ГРИГОРІВНА

МІНІМАЛЬНІ УМОВИ ІСНУВАННЯ РОЗВ'ЯЗКІВ МІШАНИХ І КРАЙОВИХ ПЕРІОДИЧНИХ ЗАДАЧ

01.01.03 — математична фізика

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата фізико-математичних наук

Київ—1994

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у відділі математичної фізики і теорії нелінійних коливань інституту математики НАН України.

Науковий керівник — академік МИТРОПОЛЬСЬКИЙ Ю. О.

Офіційні опоненти:
доктор фізико-математичних наук МИХАЙЛЕЦЬ В. А.,

кандидат фізико-математичних наук ГОРДИНСЬКИЙ Л. Д.

Провідна установа —
Львівський державний університет ім. І. Я. Франка

Захист відбудеться «31» жовтня 1994 р. о 15 год. на засіданні спеціалізованої ради Д 016.50.01 при Інституті математики НАН України за адресою: 252601, Київ 4, ГСП, вул. Терещенківська, 3.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці інституту.

Автореферат розіслано «13» вересня 1994 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради ЛУЧКА А. Ю.

4В-30.495

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Важливе місце в теорії диференціальних рівнянь займають методи відшукання наближених розв'язків нелінійних рівнянь. У випадку нелінійних рівнянь з малим параметром, які виникають при дослідженні явищ і процесів в механіці, гідромеханіці, астрономії, акустиці, оптиці, електроніці, сказане в повній мірі стосується асимптотичних методів Крилова-Боголюбова-Митропольського.

Як показують результати робіт Митропольського Ю.О., Мосеєнкова Б.І., клас нелінійних рівнянь з частинними похідними гіперболічного типу, до якого застосовні названі асимптотичні методи, становлять рівняння виду

$$u_{tt} - a^2u_{xx} + \lambda u = \varepsilon F[u,u_t,u_x], \quad (1)$$

де $F[u,u_t,u_x]$ - нелінійний оператор, який кожну гладку функцію $u \in C^{1,1}(\Omega)$, $\Omega \subset \mathbb{R}^2$, переводить у скалярну функцію $F[u,u_t,u_x](x,t) \in C(\Omega)$, ε - малий параметр, $\lambda = \text{const}$.

Але виявляється, що цей клас можна розширити за рахунок рівняння

$$u_{tt} - a^2u_{xx} + \varepsilon_1 c(x,t)u = f(x,t) + \varepsilon F[u,u_t,u_x], \; 0 \leqslant \varepsilon_1 \leqslant 1, \quad (2)$$

яке в деяких випадках при умові, що існує класичний розв'язок відповідної незбуреної ($\varepsilon = 0$) мішаної або крайової задачі, зводиться до рівняння виду (1).

Звичайно, виникає питання, при яких умовах, до того ж мінімальних, існує вказаний розв'язок.

З іншого боку, умови існування неперервного (класичного) розв'язку рівняння (1) (відповідного усередненого рівняння), ніколи точно не вказувалися в асимптотичній теорії Крилова -

Боголюбова - Митропольського. Тому цей аспект асимптотичної теорії вимагає додаткових досліджень.

Мішані задачі для гіперболічних рівнянь і систем розглядалися в працях Аболіні В. Е., Артем'ева М. А., Ільїна В. А., Мельника З. О., Мишкіса А. Д., Неймарка Ю. І. Зокрема, встановленням мінімальних умов існування класичного розв'язку окремих видів вказаних задач займалися Левітан Б. М., Михайлов В. П., Петровський І. Г., Стеклов В. А., Чернятин В. А.

Дослідженню крайових періодичних задач присвячені роботи Арнольда В.І., Брезіса Х., Вайнберга М.М., Вейводи О., Вульпе М.М., Горбачука М.Л., Кирилича В.М., Корона И.М., Ладиженської О.А., Нахушева А.М., Ніренберга Л., Пташника Б.И., Рабіновича П., Рудакова І.А., Самойленка А.М., Скрипника І.В., Соболева С.Л.

Мета роботи. Встановити мінімальні умови існування (гладких, класичних) розв'язків окремих видів лінійної і нелінійної мішаної і крайової періодичної задач. Розширити клас рівнянь, до яких застосовні асимптотичні методи Крилова-Боголюбова-Митропольського.

Методи дослідження. При доведенні наведених в роботі результатів використовується метод зведення гіперболічного рівняння другого порядку до системи першого порядку, метод характеристик, чисельно - аналітичний метод побудови періодичних розв'язків крайових задач, елементи функціонального аналізу.

Наукова новизна.

- Встановлено мінімальні умови існування класичного розв'язку окремих видів лінійної мішаної і крайової періодичної задач. Для мішаних задач доведено єдиність вказаного розв'язку. Для крайових визначені конкретні простори функцій, в яких існує класичний розв'язок.

- Отримано умови існування класичного (гладкого) розв'язку нелінійної мішаної (нелінійної крайової періодичної)задачі.

- Теоретично обгрунтована можливість застосування асимптотичних методів Крилова - Боголюбова - Митропольського до квазілінійного гіперболічного рівняння (2).

Теоретична і практична цінність. Результати дисертації вносять вклад в загальну теорію гіперболічних мішаних і крайових задач, а також - в асимптотичну теорію Крилова-Боголюбова-Митропольського. Вони можуть знайти своє застосування як в теоретичних, так і в практичних питаннях.

Апробація роботи. Результати роботи доповідалися на Всесоюзній конференції "Нелінійні проблеми диференціальних рівнянь і математичної фізики" (м. Тернопіль); на конференції "Нелінійні проблеми диференціальних рівнянь і математичної фізики" (м.Київ); на Всеукраїнській конференції "Нові підходи до розв'язання диференціальних рівнянь" (м. Дрогобич); на семінарі відділу теорії нелінійних коливань і математичної фізики Інституту математики НАН України (керівник - академік Ю.О.Митропольський); на семінарі відділу теорії рівнянь з частинними похідними Інституту математики НАН України (керівник - доктор фізико-математичних наук, професор М.Л.Горбачук).

Публікації. Основні результати дисертації опубліковані в роботах [1-5], список яких подано в кінці автореферату.

Структура і об'єм роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох глав, висновку і списку літератури, викладених на 117 сторінках машинописного тексту. Список літератури містить 122 найменування.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі дано обгрунтування актуальності питань, дослідженню яких присвячена дисертація, проаналізовано сучасний стан проблеми і коротко викладено основні результати.

В главі I вивчається лінійна (нелінійна) мішана задача.

Спочатку в §§ 1 - 6 розглядається мішана задача для лінійного неоднорідного рівняння виду

$$u_{tt} - a^2 u_{xx} = f(x,t), \quad x \in (0,\pi), \quad t \in (0,T), \tag{3}$$

$$u(0,t) = u(\pi,t) = 0, \quad t \in [0,T], \tag{4}$$

$$u(x,0) = \varphi(x), \quad u_t(x,0) = \psi(x), \quad x \in [0,\pi], \tag{5}$$

$$u(x,t) \in C^2(\bar{\Pi}), \quad \Pi = \{ 0 \leqslant x \leqslant \pi, \ 0 \leqslant t \leqslant T \}. \tag{6}$$

З постановки даної задачі випливає необхідність таких умов на функції $\varphi(x)$, $\psi(x)$, $f(x,t)$:

$$f(x,t) \in C(\bar{\Pi}), \tag{7}$$

$$\varphi(x) \in C^2[0,\pi], \tag{8}$$

$$\psi(x) \in C^1[0,\pi], \tag{9}$$

$$\varphi(0) = \varphi(\pi) = 0, \ \psi(0) = \psi(\pi) = 0, \tag{10}$$

$$-a^2\varphi''(0) = f(0,0), \ -a^2\varphi''(\pi) = f(\pi,0). \tag{11}$$

Проте для існування розв'язку задачі (3)-(6) на функції $\varphi(x)$, $\psi(x)$, $f(x,t)$ залежно від методів доведення накладалися різні додаткові функціональні вимоги.

Для встановлення мінімальних умов існування класичного розв'язку мішаної задачі (3)-(6) і формулювання основних результатів у випадку

$$f(0,t) = f(\pi,t) = 0, \quad t \in [0,T], \tag{12}$$

в §§ 2, 4, 6 глави I дисертаційної роботи введено такі позначення: $\tilde{f}(x,t)$ - непарне 2π-періодичне продовження функції $f(x,t)$ по змінній x з відрізка $[0,\pi]$ на всю числову пряму $\mathbb{R}$;

$$p^+(x,t,a) = \int_0^t \tilde{f}(x+a(t-\tau),\tau)\, d\tau, \tag{13}$$

$$p^-(x,t,a) = \int_0^t \tilde{f}(x-a(t-\tau),\tau)\, d\tau. \tag{14}$$

Теорема 1. Нехай виконуються умови (7)-(12) і

$$p^+(x,t,a) \in C^{1,0}(\Pi), \qquad p^-(x,t,a) \in C^{1,0}(\Pi). \tag{15}$$

Тоді існує єдиний класичний розв'язок мішаної задачі (3)-(6) в прямокутнику Π.

Теорема 2. Нехай виконуються умови (7)-(12) і

$$p^+(x,t,a) \in C^{0,1}(\Pi),\ p^-(x,t,a) \in C^{0,1}(\Pi). \tag{16}$$

Тоді існує єдиний класичний розв'язок мішаної задачі (3)-(6) в прямокутнику Π.

Теорема 3. Для розв'язності мішаної задачі (3)-(6) в прямокутнику Π при $\varphi(x) = \psi(x) \equiv 0$ необхідно і достатньо, щоб функція $f(x,t)$ задовольняла умову неперервності (7) і умову (12), а кожний з її інтегралів, які визначаються згідно рівностей (13), (14), належав хоч би одному з класів $C^{1,0}(\Pi)$ або $C^{0,1}(\Pi)$. При цьому шуканий розв'язок єдиний.

Теорема 4. Якщо виконуються умови теореми 1 або 2, то розв'язок мішаної задачі (3)-(6) можна записати у вигляді

$$u(x,t) = \frac{\tilde{\varphi}(x+at) + \tilde{\varphi}(x-at)}{2} + \frac{1}{2a}\int_{x-at}^{x+at} \tilde{\psi}(\alpha)\, d\alpha + \tag{17}$$

$$+ \frac{1}{2}\int_0^t d\tau \int_{x-a(t-\tau)}^{x+a(t-\tau)} \tilde{f}(z,\tau)\, dz,$$

де $\tilde{\varphi}(x)$, $\tilde{\psi}(x)$ - непарне 2π-періодичне продовження функцій $\varphi(x)$, $\psi(x)$ з відрізка $[0,\pi]$ на $\mathbb{R}$.

Для обгрунтування теорем 1-4 в § 3 доведено 9 лем про диференційованість інтегралів, що стоять в правій частині рівності (17).

При доведенні теорем 1-4 використано методику зведення квазілінійних рівнянь другого порядку до гіперболічної системи першого порядку (§ 1), а також метод характеристик.

Як наслідки (§ 5) одержуються твердження, які дають достатні умови існування класичного розв'язку мішаної задачі (3)-(6) більш жорсткі, ніж (7), (15), (16), але виражені в більш звичних термінах в порівнянні з (7), (15), (16), які в деяких випадках повністю збігаються з відомими результатами.

В § 7 вивчається мішана задача для лінійного одновимірного рівняння виду

$$u_{tt} - a^2 u_{xx} + c(x,t)u = 0, \; x \in (0,\pi), \quad t \in (0,T), \tag{18}$$

$$u(0,t) = u(\pi,t) = 0, \qquad t \in [0,T], \tag{19}$$

$$u(x,0) = \varphi(x), \quad u_t(x,0) = \psi(x), \quad x \in [0,\pi], \tag{20}$$

$$u(x,t) \in C^2(\Pi), \quad \Pi = \{ 0 \leqslant x \leqslant \pi, \; 0 \leqslant t \leqslant T \}. \tag{21}$$

З постановки задачі (18)-(21) випливає необхідність виконання умов (8), (10) і умови

$$\varphi''(0) = \varphi''(\pi) = 0. \tag{22}$$

Але для розв'язності мішаної задачі (18)-(21) потрібно, щоб функції $\varphi(x)$, $\psi(x)$, $f(x,t)$ задовольняли додаткові умови. Вони вказані в наступних теоремах.

Теорема 5. Нехай виконуються умови (8)-(10), (22) і $c(x,t) \in C^{1,0}(\Pi)$. Тоді існує єдиний класичний розв'язок мішаної задачі (18)-(21) в прямокутнику Π.

Теорема 6. Нехай виконуються умови (8)-(10), (22) і

$$c(x,t) \in C^{0,1}(\Pi). \tag{23}$$

Тоді існує єдиний класичний розв'язок мішаної задачі (18)-(21) в прямокутнику П.

Зауважимо, що умова (23) теореми 6 одержана вперше.

В § 8 в прямокутнику П вивчена нелінійна мішана задача виду

$$u_{tt} - a^2 u_{xx} = f(x,t) + \varepsilon F[u,u_t,u_x,\varepsilon], \tag{24}$$

$$u(0,t) = u(\pi,t) = 0, \quad u(x,0) = \varphi(x), \quad u_t(x,0) = \psi(x), \tag{25}$$

для якої справедливе таке твердження:

Т е о р е м а 7. Нехай функції $\varphi(x)$, $\psi(x)$ визначені на відрізку $[0,\pi]$, функція $f(x,t)$ - на прямокутнику П, оператор F переводить кожну гладку функцію $u(x,t)$, визначену в П, в неперервну скалярну функцію $F[u,u_t,u_x,\varepsilon](x,t)$, і виконуються такі умови:

1) $\varphi(x) \in C^2[0,\pi]$, $\psi(x) \in C^1[0,\pi]$;

2) $p^+(x,t,a) \in C^{1-\alpha,\alpha}(П)$, $p^-(x,t,a) \in C^{1-\alpha,\alpha}(П)$, $\alpha = 0,1$;

3) оператор F переводить кожну гладку функцію $u(x,t)$, визначену в $\bar{П}$, в скалярну функцію $F[u,u_t,u_x,\varepsilon](x,t)$, диференційовану по x або по t;

4) похідні $\partial F/\partial u$, $\partial F/\partial u_t$, $\partial F/\partial u_x$ задовольняють умову Ліпшиця по u, u_t, u_x з сталою K;

5) відповідні умови погодження.

Тоді при достатньо малому за модулем ε задача (24), (25) має єдиний класичний розв'язок в П.

Для лінійного випадку $\varepsilon F[u,u_t,u_x,\varepsilon](x,t) = -c(x,t)u$ має місце наступна теорема.

Т е о р е м а 8. Нехай виконуються умови 1), 2) теореми 7 і умови: 3) $f(0,t) = f(\pi,t) = 0$, $t \in [0,T]$, $f(x,t) \in C(П)$; 4) $c(x,t) \in C^{1-\alpha,\alpha}(П)$, $\alpha = 0,1$. Тоді існує єдиний класичний розв'язок мішаної задачі (24), (25) при $\varepsilon F[u,u_t,u_x,\varepsilon](x,t) =$

$= - c(x,t)u.$

Відмітимо, що для випадку $c(x,t) \equiv q(x)$ з теореми 8 одержується результат, встановлений Чернятиним В.А.

В § 9 на основі теореми 7 одержано аналог формули (17) для нелінійної мішаної задачі (24), (25).

Глава II присвячена крайовим періодичним задачам.

В § 1 розглядається лінійна крайова задача

$$u_{tt} - a^2 u_{xx} = g(x,t), \quad (x,t) \in \mathbb{R} * \mathbb{R}, \tag{26}$$

$$u(0,t) = u(\pi,t) = 0, \quad t \in \mathbb{R}, \tag{27}$$

$$u(x,t+T) = u(x,t), \quad (x,t) \in \mathbb{R} * \mathbb{R}. \tag{28}$$

На основі теореми 4 і чисельно-аналітичного методу побудови розв'язків крайових періодичних задач встановлено умови розв'язності задачі (26)-(28) і подано явне зображення розв'язку при певних співвідношеннях між числами a і T.

Для формулювання і доведення основного результату введено такі позначення: C – простір функцій двох змінних x і t, неперервних і обмежених на $\mathbb{R}^2$, C_x – простір функцій двох змінних x і t, неперервних і обмежених на $\mathbb{R}^2$ разом з похідною по x;

$$Q_{2\pi} = \{ g(x,t): g(x,t) = -g(-x,t) = g(x+2\pi,t) \};$$

$$Q_T = \{ g(x,t): g(x,t) = g(x,t+T) \};$$

$$r(x,ay,\tau) = \frac{1}{4} \left(g(x+a(y-\tau),\tau) + g(x-a(y-\tau),\tau) \right);$$

$$H_{ab} = \{ g(x,t): r(x,ay,b+\tau) = -r(x,ay,\tau),$$

$$\int_{-T}^{0} d\tau \int_{0}^{b} r(x,a(\tau+w),b+\tau)\, dw = 0 \};$$

$$u(x,t) = (Pg)(x,t,a,b) = \int_0^t d\tau \int_\tau^t r(x,ay,\tau)dy - \int_t^b d\tau \int_\tau^t r(x,ay,\tau)dy. \tag{29}$$

Т е о р е м а 9. Для $g \in C_x \cap Q_{2\pi} \cap Q_T \cap H_{ab}$ функція $u = Pg$, визначена за допомогою формули (29), є єдиною функцією з простору C^2, яка задовольняє умови задачі (26)-(28).

В § 2 розглядається простір функцій

$$B_a^1 = \{ g(x,t): g(x,t) = -g(-x,t) = g(\pi-x,t) = g(x,t+T_1) \},$$

$$T_1 = \frac{(2p-1)\pi}{aq}, \quad (2p-1,aq) = 1, \quad T_1 q = b.$$

Доведено ряд властивостей, якими володіють функції з даного простору, і на цій основі - наступну теорему.

Т е о р е м а 10. Для $g \in G_x \cap B_a^1$ функція $u=Pg$, визначена за допомогою формули (29), де $b = T_1 q$, $T_1 = (2p-1)\pi/aq$, є функцією з простору $C^2 \cap B_a^1$, яка задовольняє умови крайової періодичної задачі (26)-(28).

В §§ 3,4 досліджується питання зображення розв'язку задачі (26)-(28) за допомогою узагальнених операторів Вейводи-Штедри.

При формулюванні і доведенні основних теорем використано такі позначення: C_t- простір функцій двох змінних x і t, неперервних і обмежених на $[0,\pi]*\mathbb{R}$, G_t - простір функцій двох змінних x і t, неперервних і обмежених на $[0,\pi]*\mathbb{R}$ разом з похідною по t;

$$u(x,t)=(Rg)(x,t,a) \equiv \frac{1}{2} \{(S_1 g)(x,t,a) + (S_2 g)(x,t,a)\} +$$

$$+ \frac{\pi-x}{4\pi a} \int_0^\pi d\xi \int_{t-\xi/a}^{t+\xi/a} g(\xi,\tau)\, d\tau + \frac{x}{4\pi a} \int_0^\pi d\xi \int_{t-(\pi-\xi)/a}^{t+(\pi-\xi)/a} g(\xi,\tau)\, d\tau;$$

$$(S_1 g)(x,t,a) = -\frac{1}{2a} \int_0^x d\xi \int_{t-(x-\xi)/a}^{t+(x-\xi)/a} g(\xi,\tau)\, d\tau,$$

$$(S_2 g)(x,t,a) = -\frac{1}{2a} \int_x^\pi d\xi \int_{t+(x-\xi)/a}^{t-(x-\xi)/a} g(\xi,\tau)\, d\tau,$$

$$A_a^1 = \{ g(x,t): g(x,t) = g(\pi-x,t) = g(x,t+T_1) \},$$

$$A_a^2 = \{ g(x,t): g(x,t) = g(\pi-x,t+T_2/2) = g(x,t+T_2) \},$$

$T_1 = \pi/a, \quad T_2 = 2\pi/a, \quad a = (2k-1)/p, \quad k \in \mathbb{Z}, \quad p \in \mathbb{N}.$

Т е о р е м а 11. Для функції $g \in G_t \cap A_a^1$, функція $u(x,t)=(Rg)(x,t,a)$ є функцією з простору $C^2 \cap A_a^1$, яка задовольняє умови (26)-(28).

Т е о р е м а 12. Для функції $g \in G_t \cap A_a^2$, функція $u(x,t)=(Rg)(x,t,a)$ є функцією з простору $C^2 \cap A_a^2$, яка задовольняє умови (26)-(28).

Доведення теорем 11 і 12 проведено на основі встановлених в роботі властивостей оператора R.

В § 5 розглядається нелінійна мішана задача виду

$$u_{tt} - a^2 u_{xx} = \phi(x,t,u), \quad (x,t) \in \mathbb{R} * \mathbb{R}, \quad u \in \mathbb{R}, \tag{30}$$

$$u(0,t) = u(\pi,t) = 0, \quad t \in \mathbb{R}, \tag{31}$$

$$u(x,t+T) = u(x,t), \quad (x,t) \in \mathbb{R} * \mathbb{R}, \tag{32}$$

і досліджуються умови існування гладкого ($u \in C^1$) і класичного ($u \in C^2$) розв'язку даної задачі в класі функцій B_a^1.

Для введеної норми $\| u \|_C = \sup \{|u(x,t)|;\ (x,t) \in \mathbb{R}^2\}$ доведено наступну теорему.

Т е о р е м а 13. Нехай функція $\phi(x,t,u)$ задовольняє умови:

1) $\phi(x,t,u) \in C(\mathbb{R}^2 * \overline{\|u\| < \infty})$;

2) $0 < \|\phi(x,t,0)\| = \Gamma < \infty$;

3) $\phi(x,t,0) \in B_a^1$;

4) $\|\phi(x,t,u'') - \phi(x,t,u')\| \leq N \|u'' - u'\|$, $u' \in \mathbb{R}$, $u'' \in \mathbb{R}$;

5) для $\forall\, u \in B_a^1$, $\phi(x,t,u(x,t)) \in B_a^1$.

Тоді при достатньо малій константі Ліпшіца N задача (30)-(32) має єдиний гладкий розв'язок $u(x,t) \in B_a^1$.

Обгрунтування теореми 13 здійснюється за допомогою принципу стиснених відображень, який застосовується до оператора P_1, що визначається правою частиною такого інтегрального рівняння:

$$u(x,t)=\int_0^t d\tau\int_\tau^t \Phi(x,ay,\tau,u(x,ay,\tau))dy - \int_t^{b_1} d\tau\int_\tau^t \Phi(x,ay,\tau,u(x,ay,\tau))dy,$$

де $b_1=T_1 q$, $\Phi(x,ay,\tau,u(x,ay,\tau)) = \frac{1}{4}(\varphi(x+a(y-\tau),\tau,u(x+a(y-\tau),\tau))+$
$+ \varphi(x-a(y-\tau),\tau,u(x-a(y-\tau),\tau)))$.

Для $\varphi(x,t,u) = g(x,t) + \varepsilon f(u)$ з теореми 13 одержано наступне твердження.

Т е о р е м а 14. Нехай функції $g(x,t)$ і $f(u)$ задовольняють такі умови:

1) $g(x,t) \in C(\mathbb{R}^2) \cap B^1_a$;

2) $0 < \|g(x,t)\| = \Gamma_2 < \infty$;

3) $f(-u) = - f(u)$;

4) $f(0) = 0$;

5) $f(u) \in Lip(N_1,\mathbb{R})$, $N_1 = const$.

Тоді при достатньо малому за модулем ε нелінійна мішана задача (30)-(32) при $\varphi(x,t,u) = g(x,t) + \varepsilon f(u)$ має єдиний гладкий розв'язок $u(x,t) \in B^1_a$.

Наведено приклади рівнянь, які задовольняють і не задовольняють умови теореми 14.

В главі III показано застосування одержаних результатів в асимптотичній теорії нелінійної механіки.

В § 1 розглядаються основні ідеї використання окремих методів асимптотичної теорії нелінійної механіки для знаходження наближених розв'язків мішаних (крайових) задач для квазілінійних гіперболічних рівнянь другого порядку виду ( ). Вказується, що без теоретичного обгрунтування дані методи дають лише формальні схеми побудови наближених розв'язків.

§ 2 присвячений обгрунтуванню можливості зведення квазілінійного рівняння (2) з швидкими і повільними змінними до рівняння стандартного виду $v_{tt} - a^2v_{xx} = \varepsilon F[v, v_t, v_x]$, для якого розроблені асимптотичні методи побудови розв'язків.

В § 3 доведено теорему, коли і при яких умовах можливе зображення неперервного ($u(x,t) \in C$) розв'язку мішаної задачі (2), (4), (5) у вигляді ряду Фур'є.

Основні положення дисертації опубліковані в наступних роботах:

1. Громяк М.И., Хома Л.Г. Об одном свойстве решений квазилинейной смешанной задачи// Всесоюз. конф. "Нелинейные проблемы дифференциальных уравнений и математической физики", Тернополь, 12-15 сент. 1989 г.: Тез. докл. - Тернополь, 1989.- С.111.
2. Митропольський Ю.О., Хома Л.Г. Існування класичного розв'язку мішаної задачі для лінійного гіперболічного рівняння другого порядку// Укр. мат. журн. - 1993. - 45, № 9. - С.1232-1239.
3. Хома Л.Г. Про застосування теорем існування до асимптотичних розкладів// Укр. мат. журн. - 1994. - 46, № 4. - С.468-470.
4. Хома Л.Г., Хома Н.Г. Про властивість розв'язків однієї крайової задачі// Доп. НАН України. - 1994. - № 3. - С.1240-1243.
5. Хома Л.Г. Періодичні розв'язки однієї нелінійної крайової задачі//Нелинейные краевые задачи математической физики и их приложения.- Киев: Ин-т математики НАН Украины, 1994.- С.192-195.

Підп. до друку 24.06.94. Формат 60х84/16. Папір друк. Офс. друк. Ум. друк. арк. 0,93. Ум. фарбо-відб. 0,93. Обл.-вид. ар.к. 0,6. Тираж 100 пр. Зам. 2714. Безкоштовно.
ОП Тернопільська обласна друкарня
282002 Тернопіль, Довга, 21.