

ЛЬВОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И. ФРАНКО

На правах рукописи

КМИТЬ

Ирина Ярославовна

НЕЛОКАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ГИПЕРВОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
ПЕРВОГО ПОРЯДКА

/01.01.02 - дифференциальные уравнения/

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

Львов - 1992



00816951 (U)

Робота захищена на кафедрі диференціальних рівнянь  
Львівського державного університету ім. І.Франко

Научний керівник - кандидат фізико-математических  
наук, доцент С.П.ЛАВРЕНКІК.

Офіційні опоненти: доктор фізико-математических  
наук, професор В.К.РОМАНКО, доктор фізико-математических  
наук, професор Г.П.ХОМА.

Ведуча організація - Інститут прикладної математики  
і механіки АН України /г. Донець/.

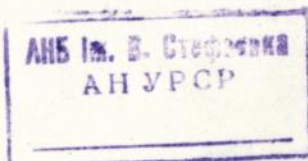
15<sup>20</sup> Захита состоится "17" декабря 1992 г. в  
часов на заседании специализированного Совета  
К 068.12.13 по присуждению ученой степени кандидата физико-  
математических наук во Львовском государственном универси-  
тете им. И.Франко /290602, г. Львов, ул. Университетская, 1/.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Львов-  
ского госуниверситета.

Автореферат разослан "13" ноября 1992 г.

Ученый секретарь  
специализированного Совета  
К 068.12.13 в ЛГУ

Я.В.Микитюк



АН 26.260

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Исследования в физике, технике, естествознании /например, изучение упругих колебаний пьезоэлектрического преобразователя, динамики биопопуляций и др./ приводят к необходимости рассмотрения различных нелокальных задач для гиперболических уравнений и систем, определенное теоретическое обобщение которых и является предметом изучения в данной диссертации. В работах Нахушева А.М., Степановой Н.В. и др. приводятся математические модели конкретных прикладных задач, подтверждающих этот факт.

Направление исследований многими авторами данного вопроса носит чисто теоретический характер и диктуется желанием описать все правительные операторы с помощью определенных граничных условий. Именно из такой позиции исходят в своих исследованиях Романко В.К., Савченко Г.Б., Днусов М., Нахушев А.М., Алдашев С.А., Садыбеков М.А. и др. Дезин А.А. впервые указал на целесообразность использования нелокальных условий для описания разрешимых расширений дифференциальных операторов.

Отдельно отметим работы Пташника Б.И. и его учеников, в которых методом Фурье изучены некорректные граничные задачи для дифференциальных уравнений и систем с частными производными.

Исследования неклассических задач для гиперболического уравнения второго порядка посвящены работы Ахмедова Р.Г., Вагабова А.И., Исматова М., Гадецкой С.В., Волкодавова В.Ф. и Кириленко С.В., Тарасова В.А. и Тарасовой Л.В. и др.

Наиболее общие результаты по смешанным задачам для

гиперболических систем с двумя независимыми переменными получены в работах Аболини В.Э., Мышкиса А.Д., Мельника З.О. /исследования проводятся методом характеристик/.

Задачи, рассматриваемые в данной работе, являются продолжением работ Мельника З.О. и его учеников, в которых были рассмотрены неклассические граничные задачи для гиперболических уравнений и систем как с гладкими, так и с разрывными коэффициентами.

Цель работы. Исследовать условия однозначной разрешимости нелокальных задач для гиперболических систем первого порядка с двумя и со многими независимыми переменными в различных областях.

Общая методика работы. Применяется метод характеристик, преобразование Фурье, принцип сжимающих отображений и метод последовательных приближений.

Научная новизна. Исследованы вопросы разрешимости нелокальных задач с неразделенными и интегральными условиями для почти линейной и квазилинейной систем гиперболического типа в различных областях плоскости  $xOt$ . Доказано существование и единственность кусочно гладких /классических/ и обобщенных решений. Для одной линейной системы первого порядка с тремя независимыми переменными рассмотрены задачи с нелокальными условиями по пространственным переменным. Получены условия корректной разрешимости в классическом смысле.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты работы вносят вклад в общую теорию граничных задач для гиперболических уравнений и систем и могут быть использованы при ее построении. Они также могут найти свое применение в

прикладных вопросах.

Апробация работы. Результаты работы докладывались на семинаре кафедры дифференциальных уравнений Львовского университета /рук. канд. ф.-м. н., доц. Лавренюк С.П./, на совместном семинаре Института прикладных проблем механики и математики АН Украины и кафедры дифференциальных уравнений Львовского университета /рук. канд. ф.-м. н., доц. Лавренюк С.П.; докт. ф.-м. н., проф. Пташник Б.И.; докт. ф.-м. н., проф. Скоробагатько В.Я./, на семинаре Института прикладной математики и механики АН Украины /рук. акад. Скрыпник И.В./, на семинаре кафедры дифференциальных уравнений Черновицкого университета /рук. докт. ф.-м. н., проф. Матийчук М.И./, на специализированном семинаре МИИТа /рук. докт. ф.-м. н., проф. Мышкис А.Д./, на VIII Республиканской конференции по нелинейным задачам математической физики и задачам со свободной границей /г. Донецк/, на Международной конференции "Дифференциальные уравнения и смежные вопросы", посвященной 90-летию со дня рождения акад. И.Г.Петровского /г. Москва/.

Публикации. Результаты выполненных исследований опубликованы в работах [1-5], список которых приведен в конце автореферата.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы, изложенных на 147 страницах машинописного текста. Список литературы содержит 138 наименований.

## II. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Пусть дана система дифференциальных уравнений:

$$u_{i,t} - \lambda_i u_{i,x} = f_i(x, t, u), \quad i = \overline{1, n}. \quad /1/$$

Предполагается /если не имеется иных замечаний/, что всюду в области рассмотрения  $\lambda_1 \leq \dots \leq \lambda_\kappa < 0 < \lambda_{\kappa+1} \leq \dots \leq \lambda_n$ ,  $0 \leq \kappa \leq n$ , причем, если  $\lambda_i = \lambda_{i+1}$  ( $i \in \{1, \dots, n-1\}$ ) / в некоторой точке области, то имеет место тождественное совпадение  $\lambda_i$  и  $\lambda_{i+1}$ .

Глава I посвящена изучению неклассических задач для полулинейной системы /1/ / $\lambda_i = \lambda_i(x, t)$ ,  $i = \overline{1, n}$ /.  
 В области  $\Pi = \{(x, t) : 0 < x < \ell, 0 < t < T\}$  рассмотрим систему уравнений /1/ с условиями:

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_i(x) u_i(x, 0) + \beta_i(x) u_i(x, T) + \\ + \sum_{j \in I_1} \int_0^T h_{ij}(x, t) u_j(x, t) dt = \gamma_i(x), \quad i \in I_1 \\ \alpha_i(x) u_i(x, 0) + \beta_i(x) u_i(x, T) + \\ + \sum_{j \in I_2} \int_0^T h_{ij}(x, t) u_j(x, t) dt = \gamma_i(x), \quad i \in I_2; \end{array} \right. \quad /2/$$

$$\left\{ \begin{array}{l} u_i(0, t) = \mu_i(t), \quad i \in I_1 \\ u_i(\ell, t) = \nu_i(t), \quad i \in I_2, \end{array} \right. \quad /3/$$

где  $I_1 \cup I_2 = \{1, \dots, n\}$ ,  $I_1 \cap I_2 = \emptyset$ .

Пусть функции  $r_i, f_i, \alpha_i, \beta_i, \gamma_i, h_{ij}$  /  $i, j = \overline{1, n}$  / являются непрерывными по всем своим аргументам, а также непрерывно дифференцируемыми по  $x$ ;  $f_i$  /  $i = \overline{1, n}$  / имеют непрерывные первые производные по  $u$ ;  $\mu_i(t)$  /  $i \in I_1$  / и  $\nu_j(t)$  /  $j \in I_2$  / - непрерывно дифференцируемы. Предположим также, что

$$\alpha_i(x) \neq 0, i \in M_1 = (I_1 \cap \{1, \dots, \kappa\}) \cup (I_2 \cap \{\kappa+1, \dots, n\}),$$

$$\beta_i(x) \neq 0, i \in M_2 = \{1, \dots, n\} \setminus M_1.$$

Методом характеристик /1/ приводится к системе интегро-операторных уравнений /при этом вводятся некоторые дополнительные функции и учитываются условия /2/, /3//.

Определение I. Вектор-функция  $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$  называется кусочно гладким решением задачи /1/-/3/ в области  $\Pi$ , если она непрерывна в  $\bar{\Pi}$ ; удовлетворяет /1/-/3/; имеет непрерывные производные первого порядка почти всюду в  $\Pi$ , которые могут иметь разрывы первого рода на некоторых характеристиках системы /1/.

Введем следующие обозначения:

$$h = \max_{\substack{i \in M_1, s \in M_2 \\ j = \overline{1, n}; (x, t) \in \bar{\Pi}}} \left\{ \left| \frac{h_{ij}}{\alpha_i} \right|, \left| \frac{h_{sj}}{\beta_s} \right| \right\},$$

$$\beta = \max_{\substack{i \in M_1, j \in M_2 \\ x \in [0, \ell]}} \left\{ \left| \frac{\beta_i}{\alpha_i} \right|, \left| \frac{\alpha_j}{\beta_j} \right| \right\},$$

$$\Lambda = \exp \left\{ T \max_{i = \overline{1, n}; (x, t) \in \bar{\Pi}} |r'_{ix}| \right\},$$

$$g_1 = T n (h + L \beta) \sum_{p=0}^{\max\{\rho_k, \rho_{k+1}\}} \beta^p + T L n,$$

$$g_2 = n T \Lambda (h + \Lambda c) \sum_{p=0}^{\max\{\rho_k, \rho_{k+1}\}} \beta^p + n T \Lambda c,$$

$$\rho_i \leq \left[ \frac{e}{\int_0^T \Lambda_i(t) dt} \right] + 1,$$

$$0 < \Lambda_i(t) \leq |\lambda_i|.$$

Теорема I. Пусть выполняются все предположения на исходные данные задачи /1/-/3/, сформулированные выше. Кроме того, пусть

$$1/ |f_i(x, t, u^{(1)}) - f_i(x, t, u^{(2)})| \leq L \sum_{j=1}^n |u_j^{(1)} - u_j^{(2)}|, \\ i = \overline{1, n},$$

где  $L$  - некоторая константа, не зависящая от  $x, t, u$ ;

$$2/ |f_{i\alpha}'| \leq c, i = \overline{1, n}; (x, t) \in \bar{\Pi}; |u| < \infty;$$

$$3/ g_i < 1, i = 1, 2;$$

$$4/ \alpha_i(0) \mu_i(0) + \beta_i(0) \mu_i(T) +$$

$$+ \sum_{j \in I_1} \int_0^T h_{ij}(0, t) \mu_j(t) dt = \gamma_i(0), i \in I_1,$$

$$\alpha_i(\ell) \nu_i(0) + \beta_i(\ell) \nu_i(T) + \sum_{j \in I_2} \int_0^T h_{ij}(\ell, t) \nu_j(t) dt = \gamma_i(\ell), \quad i \in I_2.$$

Тогда задача /I/-/3/ в области  $\Pi$  имеет единственное кусочно-гладкое решение.

Доказательство проводится с помощью метода характеристик и принципа сжимающих отображений.

Далее рассмотрен случай задачи /I/-/3/ при условии, что все  $h_{ij} \equiv 0$ .

Теорема 2. Пусть выполняются все предположения /кроме 3//, сформулированные в теореме I. Кроме того, пусть дополнительно имеет место условие согласования I-го порядка.

Тогда существует классическое решение задачи /I/-/3/.

Доказательство проводится методом последовательных приближений.

Приведены также условия разрешимости задачи /I/-/2/ в области  $\{(x, t) : -\infty < x < \infty, 0 < t < T\}$ .

Рассмотрим теперь в области  $\Pi$  систему /I/ с условиями /2/ /при  $h_{ij} \equiv 0, i, j = \overline{1, n}$ / и

$$\sum_{j=1}^n \sum_{s=0}^{m+1} b_{ij^s}(t) u_j(x_s, t) = H_i(t), \quad i = \overline{1, n}, \quad /4/$$

где  $0 = x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_{m+1} = \ell$ . К тем условиям, которые были наложены на функции  $\lambda_i, f_i, \alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ , добавим еще предположение непрерывной дифференцируемости  $b_{ij^s}, H_i /i, j = \overline{1, n}; s = \overline{0, m+1}/ и невырожденности матрицы$

$$\begin{pmatrix} b_{110} \dots b_{1k0} b_{1,k+1,m+1} \dots b_{1n,m+1} \\ b_{210} \dots b_{2k0} b_{2,k+1,m+1} \dots b_{2n,m+1} \\ \dots \\ b_{n10} \dots b_{nk0} b_{n,k+1,m+1} \dots b_{nn,m+1} \end{pmatrix}$$

Теорема 3. Пусть выполняются все предположения на исходные данные задачи /1/, /2/, /4/, сформулированные выше, а также условия 1/, 2/ теоремы 1. Кроме того, пусть некоторые константы  $g_i(n, m, b_{ijs}, \alpha_i, \beta_i, T, \lambda_i, L, C) < 1, i = \overline{1,4}$ , и выполняются условия согласования 0-го и I-го порядков. Тогда в области  $\Pi$  существует классическое решение задачи /1/, /2/, /4/.

Приводятся также условия единственности классического решения рассматриваемой задачи.

Отдельно рассмотрена задача /1/, /4/,

$$\sum_{j=1}^n \alpha_{ij}(x) u_j(x, 0) + \sum_{j=1}^n \beta_{ij}(x) u_j(x, T) = \gamma_i(x), \quad i = \overline{1, n}, \quad /5/$$

поскольку условия ее разрешимости имеют более жесткий характер. Методика исследования /1/, /4/, /5/ применена к изучению нелокальных задач для гиперболического уравнения 2-го порядка:

$$u_{tt} - a^2(x, t) u_{xx} = f(x, t, u, u_x, u_t) \quad /6/$$

в различных областях. Приведены условия однозначной разрешимости /в классическом смысле/ нелокальной /по  $t$ / задачи для уравнения /6/ с краевыми условиями первого рода.

Перейдем теперь к рассмотрению второй главы, посвящен-

ной неклассическим задачам для квазилинейной гиперболической системы /I/  $\lambda_i = \lambda_i(x, t, u)$ ,  $i = \overline{1, n}$  /.

Пусть  $\gamma_s$  - кривые, заданные уравнениями  $x = \alpha_s(t)$ ,  $s = \overline{0, m+1}$ , причем  $\alpha_s \in C^1[0, T]$ ,  $\alpha_{s+1}(t) > \alpha_s(t)$  для всех  $t \in [0, T]$ . В  $\Omega^T = \{(x, t): \alpha_0(t) < x < \alpha_{m+1}(t), 0 < t < T\}$  рассмотрим систему /I/ с условиями:

$$u_i(x, 0) = \varphi_i(x), \quad i = \overline{1, n}; \quad /7/$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{s=0}^{m+1} b_{ij^s}(t) u_j(\alpha_s(t), t) = h_i(t), \quad /8/$$

$$i = \overline{1, N},$$

где  $N$  - количество характеристик /I/, которые выходят из точек  $(\alpha_0(0), 0)$ ,  $(\alpha_{m+1}(0), 0)$  и попадают в  $\Omega^T$ . Будем предполагать, что все  $\lambda_i$  и  $f_i$  определены в области

$$\mathcal{D}_{M_0}^T = \Omega^T \times \{u: u \in \mathbb{R}^n, \|u\| = \max_{i=\overline{1, n}} |u_i| \leq M_0\},$$

где  $M_0$  такова, что при всех  $t \in [0, T]$ ,  $u \in \{u: u \in \mathbb{R}^n, \|u\| \leq M_0\}$  и при каждом  $i = \overline{1, n}$ ,  $s = \overline{0, m+1}$ , должно выполняться условие:

$$\text{sgn}(\lambda_i(\alpha_s(t), t, u) - \alpha_s'(t)) = \text{const} \neq 0. \quad /9/$$

Пусть существуют неотрицательные, суммируемые на  $[0, T]$  функции  $\Lambda_i(t)$  и  $F_i(t)$ ,  $i = 1, 2, \dots$ , такие, что почти для всех  $t \in [0, T]$  при  $(x_1, t, u^{(1)})$ ,  $(x_2, t, u^{(2)}) \in \mathcal{D}_{M_0}^T$  выполняются неравенства:

$$|\lambda_i(x_1, t, u^{(1)}) - \lambda_i(x_2, t, u^{(2)})| \leq$$

$$\leq \Lambda_1(t) |x_1 - x_2| + \Lambda_2(t) \|u^{(1)} - u^{(2)}\|, \quad i = \overline{1, n};$$



функциональных пространств и использования принципа сжимающих отображений.

При дополнительных предположениях возможного роста и знакоопределенности функций  $f_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , а также монотонности исходных данных задачи, приводятся достаточные условия глобальной разрешимости. Доказывается теорема существования и единственности обобщенного решения.

Для постановки следующей задачи на заданные выше кривые  $\gamma_s$ ,  $s = \overline{0, m+1}$ , наложим следующие условия:  $\alpha_s(0) = 0$ ,  $\alpha_{s+1}(t) > \alpha_s(t) / t > 0$ . Пусть  $\Omega$  - криволинейный сектор в верхней полуплоскости  $xOt$ , ограниченный кривыми  $\gamma_0$ ,  $\gamma_{m+1}$  и прямой  $t = T$ . В  $\Omega$  рассматривается задача /I/, /8/, где  $N = n + \tau + 1$ ,  $\tau + 1$  - количество характеристик /I/, которые выходят из точки  $(0, 0)$  и попадают в  $\Omega$ . Укажем на те отличия, которые возникают в связи с постановкой данной задачи /по сравнению с предыдущей/. Предполагается невырожденность некоторой квадратной матрицы, составленной по коэффициентам /8/. Условие согласования 0-го порядка записывается в алгебраической форме. Пусть также выполняется /9/, а  $\lambda_i$  являются непрерывными и липшицевыми функциями по всем своим аргументам, причем все  $\lambda_i \neq 0$ ,  $(x, t, u) \in \Omega^T \times \mathcal{D}_{M_0}^T$ .

Теорема 5. В предположениях, сделанных относительно задачи /I/, /8/, а также при условии, ограничивающем величину части коэффициентов  $\delta_{ij}$ , можно указать такое  $T_1 \in (0, T]$ , что в  $\Omega^{T_1}$  существует единственное обобщенное /в смысле определения 2/ решение задачи /I/, /8/.

Глава 3 диссертационной работы посвящена изучению не-локальных задач для одной линейной системы первого порядка со многими независимыми переменными в различных областях.

Этот вопрос рассмотрен на примере системы:

$$u_{i,t} - \lambda_i(x,t)u_{i,x} + \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}(x,t)u_{j,y} + \sum_{j=1}^n \beta_{ij}(x,t)u_j = F_i(x,y,t), \quad i = \overline{1, n}, \quad /10/$$

в области  $G = \{(x,y,t) : 0 < x < \ell, 0 < y < \rho, 0 < t < T\}$ .

Задаются условия:

$$u_i|_{t=0} = \Phi_i(x,y), \quad i = \overline{1, n}; \quad /11/$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{s=0}^{m+1} \alpha_{ijs}(t)u_j|_{x=x_s} = \Gamma_i(y,t), \quad i = \overline{1, n}; \quad /12/$$

$$u_i|_{y=0} = u_i|_{y=\rho}, \quad i = \overline{1, n}. \quad /13/$$

Отметим, что все условия, наложенные на  $\lambda_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , в главе I /в области  $\Pi$ /, остаются в силе. Предположим, что функции  $\alpha_{ij}$ ,  $\beta_{ij}$ ,  $F_i$ ,  $\Phi_i$ ,  $\alpha_{ijs}$ ,  $\Gamma_i$  / $i, j = \overline{1, n}$ ,  $s = \overline{0, m+1}$ / непрерывны по всем своим аргументам;  $F_i$ ,  $\Phi_i$ ,  $\alpha_{ij}$ ,  $\beta_{ij}$  / $i, j = \overline{1, n}$ / - непрерывно дифференцируемы по  $x$ ;  $\alpha_{ijs}$ ,  $\Gamma_i$  / $i, j = \overline{1, n}$ ;  $s = \overline{0, m+1}$ / - непрерывно дифференцируемы по  $t$ ;  $\Phi_i$  / $i = \overline{1, n}$ / имеют частные производные по  $y$ .

Пусть также функции  $F_i$ ,  $\Phi_i$ ,  $\Gamma_i$  / $i = \overline{1, n}$ / имеют лишь конечное число максимумов и минимумов по  $y$  на  $[0, \rho]$  /т.е. удовлетворяют условиям Дини существования преобразования Фурье этих функций по  $y$  в конечных пределах/

$$\det \begin{pmatrix} \alpha_{110} \dots \alpha_{1k0} \alpha_{1, k+1, m+1} \dots \alpha_{1, n, m+1} \\ \alpha_{210} \dots \alpha_{2k0} \alpha_{2, k+1, m+1} \dots \alpha_{2, n, m+1} \\ \dots \\ \alpha_{n10} \dots \alpha_{nk0} \alpha_{n, k+1, m+1} \dots \alpha_{n, n, m+1} \end{pmatrix} \neq 0;$$

$$\det \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \neq 0;$$

$$\sum_{N=1}^{\infty} \left[ N \max_{j,x,t} |f_j^{N'}| + \max_{j,x,t} |f_j^{N''}| + \right.$$

$$\left. + N \max_{j,x} |\varphi_j^{N'}| + \max_{j,x} |\varphi_j^{N''}| + \right.$$

$$\left. + N \max_{j,t} |\gamma_j^{N'}| + \max_{j,t} |\gamma_j^{N''}| \right] \times$$

$$\times \exp \{ M (\max_{j,s,x,t} |\beta_{js}| + N \max_{j,s,x,t} |a_{js}|) \} < \infty,$$

где

$$f_j^{N'} = \int_0^P F_j(x,y,t) e^{i \frac{2\pi N y}{P}} dy,$$

$$\varphi_j^{N'} = \int_0^P \Phi_j(x,y) e^{i \frac{2\pi N y}{P}} dy,$$

$$\gamma_j^{N'} = \int_0^P \Gamma_j(y,t) e^{i \frac{2\pi N y}{P}} dy,$$

$M$  - некоторая положительная константа, которая не зависит от  $N$ .

Теорема 6. Пусть выполняются все предположения, сформулированные относительно задачи /I0/-/I3/, а также условия согласования 0-го и I-го порядков. Тогда задача /I0/-/I3/ в области  $G$  имеет единственное классическое решение.

Доказательство проводится с помощью преобразования Фурье по  $y$  в конечных пределах, метода характеристик и метода последовательных приближений.

Приведены также условия однозначной разрешимости задачи /I0/-/I2/ в области  $\{(x, y, t): 0 < x < \ell, -\infty < y < \infty, 0 < t < T\}$ .

В заключении автор выражает искреннюю признательность своему научному руководителю, заведующему кафедрой дифференциальных уравнений Львовского государственного университета им. И.Франко, доц. Лавренюку С.П. за постановку задач, неоднократное обсуждение результатов и постоянное внимание к работе.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Кмить И.Я. О нелокальных задачах для гиперболических систем первого порядка. - Львов. ун-т, 1990 - 54 с. - Деп. в УкрНИИТИ 8.01.91, № 79 - Ук 91.
2. Кмить И.Я. Нелокальные задачи для гиперболического уравнения второго порядка. - Львов. ун-т, 1991 - 69 с. - Деп. в УкрНИИТИ 07.06.91, № 842 - Ук 91.
3. Кмить И.Я. Нелокальные задачи для гиперболических систем в трехмерных областях. - Вестник Львов. ун-та, сер.

мех.-мат., вып. 34. Вопросы математики и механики. Львов:  
Вища школа, Изд-во при Львов. ун-те, 1983, с. 18- 23  
/на укр. яз./.

4. Кмить И.Я. Нелокальные задачи для квазилинейных гиперболических систем первого порядка с двумя независимыми переменными. - Львов. ун-т, 1992. - 26 с. - Деп. в УкрНИИТИ 14.07.92, №1081- Ук 92.
5. Кмить И.Я., Лавренко С.П. О нелокальных задачах для двумерных гиперболических систем. - Успехи матем. наук, 1991, 46, № 6, с. 149.



**КМИТЬ ИРИНА ЯРОСЛАВОВНА**

**НЕЛОКАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
ПЕРВОГО ПОРЯДКА**

**01.01.02. - дифференциальные уравнения**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата физико-математических наук**

Подписано в печать 14.07.92. Формат 60x84/16. Бум. тип. №1.  
Печ. офсет. Усл. печ. л. 0,93. Усл. кр.-от. 1,16.  
Уч.-изд. л. 0,98. Тираж. 100. Заказ 282.  
Машинно-офсетная лаборатория Львовского государственного  
университета, 290602, Львов, ул. Университетская, 1.

469186

JB 26.260

**AV 26.260**