

СВІТЛИЙ ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА М. І. ІВАНЧОВА



(1943-2019)

Восьмого липня 2019 року на 76 році життя пішов у вічність відомий український математик, професор, доктор фізико-математичних наук, заслужений професор Львівського національного університету імені Івана Франка — Микола Іванович Іванчов.

М. І. Іванчов народився 5 грудня 1943 року в м. Іршава Закарпатської області. Його батько — Іван Михайлович — керував обласною адвокатською колегією міста Мукачево, мати — Марія Георгіївна — працювала вчителькою молодших класів у

школі. Микола Іванович — друга дитина в сім'ї. Крім нього, в батьків було ще трої синів.

У 1950 році М. І. Іванчов вступив до середньої школи №1 міста Мукачево, яку закінчив в 1960 році із золотою медаллю. В цьому ж році Микола Іванович вступив до Львівського державного університету імені Івана Франка (далі — Університет) на механіко-математичний факультет. За відмінні успіхи у навчанні він отримував підвищену стипендію. Брав активну участь у громадському житті факультету — був старостою групи, членом комітету комсомолу університету, членом університетської баскетбольної команди. У грудні 1965 року Микола Іванович з дипломом з відзнакою закінчив Університет за спеціалізацією “Диференціальні рівняння”, зокрема, з оцінкою “відмінно” склав державний іспит з англійської мови, захистив дипломну роботу на тему “Існування періодичних розв'язків деяких рівнянь з частинними похідними гіперболічного типу”. Того ж року він зарахований до заочної аспірантури на кафедрі диференціальних рівнянь Університету.

З травня 1966 року М. І. Іванчова призначили на посаду інженера відділу прикладної кібернетики Львівського відділу Інституту економіки АН УРСР. В кінці 1966 року призвали до армії. Після армії повернувся на попереднє місце роботи на посаду старшого інженера. З березня 1967 року Микола Іванович став аспірантом очної аспірантури механіко-математичного факультету Університету за спеціальністю “Математичний аналіз”. Його науковим керівником був доц. В. Г. Костенко. У 1970 році М. І. Іванчов захистив кандидатську дисертацію “Дослідження деяких крайових задач для еліптичних рівнянь у необмежених областях”.

З 1969 року Микола Іванович працював на кафедрі диференціальних рівнянь Університету асистентом, а з 1972 року — доцентом.

У 1973 році М. І. Іванчов закінчив курси французької мови у Київському державному університеті ім. Т. Г. Шевченка і у 1973-1976 роках працював в Інституті математики університету м. Константіни (Алжир) на посаді метр-асистента, що відповідало посаді старшого викладача у навчальних закладах СРСР. Читав курс “Диференціальне числення і диференціальні рівняння”, брав активну участь у роботі наукового семінару “Застосування топології в теорії рівнянь з частинними похідними” департаменту вищої математики університету м. Константіни.

Після повернення Микола Іванович працював на кафедрі диференціальних рівнянь Університету — з 1977 року на посаді доцента, а з 1999 року — професора та завідувача кафедри. У 1998 році захистив докторську дисертацію “Обернені задачі для лінійних параболічних рівнянь другого порядку”. Вчене звання професора отримав у 2002 році, а в 2010 році присудили почесне звання “Заслужений професор Львівського національного університету імені Івана Франка”.

За період викладання на механіко-математичному факультеті Львівського національного університету імені Івана Франка. М. І. Іванчов читав нормативні та спеціальні курси з диференціальних рівнянь і рівнянь математичної фізики. Його лекції вирізнялися чіткістю, логічною послідовністю, вмінням донести до слухача головні ідеї та принципи навчальних дисциплін.

М. І. Іванчов був головою спеціалізованої вченої ради з захисту докторських дисертацій у рідному Університеті, членом спеціалізованої вченої ради з захисту

кандидатських дисертацій в університеті м. Чернівці, брав участь у роботі й очолював оргкомітети міжнародних наукових конференцій. Багато років Микола Іванович присвятив науковому журналу “Вісник Львівського університету. Серія механіко-математична”, відповідальним секретарем якого він був.

М. І. Іванчов активно співпрацював не тільки з провідними вченими України, а й підтримував тісні наукові контакти з вченими Азербайджану, Великобританії, Естонії, Італії та ін.

Професор Іванчов М.І. — автор близько 140 праць, серед яких одна монографія та сім навчальних посібників і підручників. Під його керівництвом захищено 8 кандидатських дисертацій.

Ми глибоко сумуємо з приводу смерті професора Іванчова М. І., відомого вченого, великого педагога, надійного товариша та наставника. Світлу пам’ять про нього збережемо в своїх серцях.

НАУКОВА СПАДЩИНА М. І. ІВАНЧОВА

Науковий шлях Миколи Івановича Іванчова розпочався (див. [1]-[7]) з дослідження квазілінійних еліптичних систем вигляду

$$\sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x, u) u_{x_i x_j}^\ell + a^\ell(x, u, \nabla u) = 0, \quad \ell = 1, \dots, N, \quad (1)$$

де $N \in \mathbb{N}$, $u = (u^1, \dots, u^N)$, $x = (x_1, \dots, x_n)$, ∇u — градієнт u .

Узагальнюючи результати однієї з праць А. П. Осколкова, М. І. Іванчов у науковій статті [2] встановив апріорну оцінку виразу

$$\sum_{\ell=1}^N \max_x |x|^{1+\beta} |\nabla u^\ell(x)|,$$

де u — класичний розв’язок зовнішньої задачі Діріхле для системи (1) з певною поведінкою на нескінченності, $\beta > -1$ — деяке число. Існування розв’язків зовнішньої задачі Діріхле для систем типу (1) з певною поведінкою розв’язку на нескінченності доведено у [6].

Наступний етап наукового зростання М. І. Іванчова — дослідження розв’язків нелінійних параболічних рівнянь (див. [8]-[12]). Зокрема, у праці [9] розглянуто подвійно нелінійне рівняння теплопровідності

$$c_v(T) \frac{\partial T}{\partial t} = \operatorname{div}(\lambda(T) \nabla T), \quad (x, y, z, t) \in \Omega. \quad (2)$$

Тут $\Omega = \{(x, y, z, t) \mid x \in \mathbb{R}, y \in \mathbb{R}, z \in (0, h), t > 0\}$, $c_v(T)$ — коефіцієнт теплоємності, $\lambda(T)$ — коефіцієнт теплопровідності. Для рівняння (2) вивчається мішана задача і за допомогою функції Гріна та методу малого параметра знаходять чисельні значення температури T .

У праці [13] М. І. Іванчов вивчав задачу спряження двох параболічних систем

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} = \lambda_i \frac{\partial^2 u_i}{\partial x^2} + \sum_{j=1}^2 \left(a_{ij} \frac{\partial u_i}{\partial x} + b_{ij} u_j \right) + f_i, \quad (x, t) \in \Omega_1, \quad i = 1, 2, \quad (3)$$

$$\frac{\partial v_i}{\partial t} = \mu_i \frac{\partial^2 v_i}{\partial x^2} + \sum_{j=1}^2 \left(c_{ij} \frac{\partial v_i}{\partial x} + d_{ij} u_j \right) + g_i, \quad (x, t) \in \Omega_1, \quad i = 1, 2, \quad (4)$$

де $\Omega_1 = \{(x, t) \mid x > 0, 0 < t < T\}$, $\Omega_2 = \{(x, t) \mid x < 0, 0 < t < T\}$. Систему доповнено нульовими початковими умовами й умовами спряження при $x = 0$. Використовуючи метод функції Гріна, розглядувану задачу зведено до системи інтегродиференціальних рівнянь, яку розв'язано методом послідовних наближень.

Подальші дослідження М. І. Іванчова головно пов'язані з коефіцієнтними оберненими задачами для рівнянь параболічного типу. Перш ніж розглядати результати цих досліджень наведемо типовий приклад таких задач і схему їх вивчення, яку в здебільшого використовували Микола Іванович та його учні.

Нехай $h > 0$, $T_* > 0$ — довільно задані числа і треба знайти число $T \in (0, T_*)$ і пару функцій $\{a, u\}$, де $a \in C([0, T])$, $u \in C^{2,1}((0, h) \times (0, T)) \cap C^1([0, h] \times [0, T])$, таких, що

$$u_t - a(t)u_{xx} = f(x, t), \quad (x, t) \in (0, h) \times (0, T], \quad (5)$$

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad x \in [0, h], \quad (6)$$

$$u(0, t) = \mu_1(t), \quad u(h, t) = \mu_2(t), \quad t \in (0, T], \quad (7)$$

$$a(t)u_x(0, t) = \mu_3(t), \quad t \in (0, T], \quad (8)$$

де $f \in C((0, h) \times (0, T_*])$, $\varphi \in C([0, h])$, $\mu_1, \mu_2, \mu_3 \in C((0, T_*])$ — задані.

Як легко бачити, співвідношення (5) — (7) при відомій функції a задають першу мішану задачу для рівняння теплопровідності, а тому їх називають прямою задачею, тоді як умову (8) — умовою перевизначення, яка використовується для знаходження коефіцієнта при старшій похідній невідомої функції в одновимірному рівнянні теплопровідності. Тому задачу (5) — (8) називають *коефіцієнтною оберненою задачею* або, просто, *оберненою задачею* для параболічного рівняння. Зауважимо, що пряму задачу (5) — (7) і умову перевизначення (8) можна, відповідно, записати у вигляді операторних рівнянь

$$\mathcal{L}_T(a, u) = (f, \varphi, \mu_1, \mu_2)|_T, \quad (9)$$

$$\mathcal{M}_T(a, u) = \mu_3|_T, \quad (10)$$

де символ $|_T$ означає звуження функцій, які стоять зліва від нього і залежать від змінної t , на проміжок $(0, T]$ за цією змінною.

Вважаючи функцію a відомою і використовуючи функцію Гріна першої мішаної задачі для рівняння теплопровідності, за певних додаткових умов на вихідні дані рівняння (9) можна розв'язати відносно u :

$$u = \mathcal{G}_T(a; f, \varphi, \mu_1, \mu_2). \quad (11)$$

Підставляючи отриманий вираз u (через a і вихідні дані задачі) у рівняння (10), після відповідних перетворень здобуємо рівняння для знаходження функції a

$$a = \mathcal{P}_T(a; f, \varphi, \mu_1, \mu_2, \mu_3). \quad (12)$$

Далі функцію a трактують як нерухому точку оператора $\mathcal{P}_T(a; f, \varphi, \mu_1, \mu_2, \mu_3)$ для заданих $(f, \varphi, \mu_1, \mu_2, \mu_3)|_T$. Для доведення її існування використовують теорему Шаудера про нерухому точку цілком неперервного оператора. Для цього за рахунок

вибору $T, f, \varphi, \mu_1, \mu_2, \mu_3$ встановлюють існування чисел a_1, a_2 таких, що $0 < a_1 < a_2$, і оператор $\mathcal{P}_T(\circ; f, \varphi, \mu_1, \mu_2, \mu_3)$ переводить множину

$$N(T, a_1, a_2) := \{v \in C[0, T] \mid a_1 \leq v(t) \leq a_2 \forall t \in [0, T]\}$$

в себе. Далі, використовуючи теорему Арцела-Асколі, доводять, що оператор $\mathcal{P}_T(\circ; f, \varphi, \mu_1, \mu_2, \mu_3)$ цілком неперервний (можливо, за додаткових умов на вихідні дані), і тим самим завершують доведення існування функції a . Тоді за формулою (11) знаходять u і, довівши еквівалентність систем рівнянь (9), (10) та (11), (12), отримують розв'язок вихідної задачі.

Тепер перейдемо безпосередньо до огляду основних результатів М. І. Іванчова та його учнів, що стосуються обернених задач для параболічних рівнянь.

Спершу досліджувались **обернені задачі для рівняння теплопровідності з нелокальними умовами**, типовий приклад яких має вигляд: знайти пару функцій $\{a, u\}$ таку, що

$$u_t = a(t)u_{xx} + f(x, t), \quad 0 < x < h, \quad 0 < t < T, \quad (13)$$

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad 0 \leq x \leq h, \quad (14)$$

$$\sum_{k=1}^4 \gamma_{ik}(t)u_k(t) = \varkappa_i(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad i \in \{1, 2, 3\}, \quad (15)$$

де

$$u_1(t) := u(0, t), \quad u_2(t) := u(h, t), \quad u_3(t) := u_x(0, t), \quad u_4(t) := u_x(h, t).$$

Умови (15) розпадаються на трійки з двох локальних і однієї нелокальної умови, наприклад, на такі умови:

$$u_x(0, t) = \mu_1(t), \quad u_x(h, t) = \mu_2(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (16)$$

$$v_1(t)u(0, t) + v_2(t)u(h, t) = \mu_3(t), \quad 0 \leq t \leq T. \quad (17)$$

Використовуючи функцію Гріна

$$G(x, t, \xi, \tau) = \frac{1}{2\sqrt{\pi(\theta(t) - \theta(\tau))}} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left\{ \exp\left(-\frac{(x - \xi + 2nh)^2}{4(\theta(t) - \theta(\tau))}\right) + \exp\left(-\frac{(x + \xi + 2nh)^2}{4(\theta(t) - \theta(\tau))}\right) \right\},$$

де

$$\theta(t) = \int_0^t a(\tau) d\tau,$$

задачі (13), (14), (16), згаданою вище методикою отримують еквівалентне вихідній задачі інтегральне рівняння для знаходження функції a . Результати дослідження задач типу (13)-(15) зібрано у монографії [69].

У працях Миколи Івановича та його учнів І. Б. Березницької, А. Й. Дребота та Ю. П. Макара доведено, що в умову (15) можна включити і нелокальний інтегральний член, тобто можна замінити умову (15) на таку умову:

$$\sum_{k=1}^5 \gamma_{ik}(t)u_k(t) = \varkappa_i(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad i \in \{1, 2, 3\}, \quad (18)$$

де $u_5(t) := \int_0^h u(x, t) dx$, $0 \leq t \leq T$ (див., наприклад, [38]).

Далі досліджувалися **обернені задачі для загальних параболічних рівнянь**, прикладом яких є задача відшукування пари функцій $\{a, u\}$:

$$u_t = a(t)u_{xx} + b(x, t)u_x + c(x, t)u + f(x, t), \quad 0 < x < h, \quad 0 < t < T, \quad (19)$$

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad x \in [0, h], \quad (20)$$

$$u(0, t) = \mu_1(t), \quad u(h, t) = \mu_2(t), \quad t \in [0, T], \quad (21)$$

$$a(t)u_x(0, t) = \mu_3(t), \quad t \in [0, T]. \quad (22)$$

Припускаючи відомою функцію $a(t) > 0$, $t \in [0, T]$, задачу (19)–(21) зводять до системи рівнянь

$$u(x, t) = u_0(x, t) + \int_0^t \int_0^h G(x, t, \xi, \tau)(b(\xi, \tau)v(\xi, \tau) + c(\xi, \tau)u(\xi, \tau))d\xi d\tau, \quad (23)$$

$$v(x, t) = v_0(x, t) + \int_0^t \int_0^h G_\xi(x, t, \xi, \tau)(b(\xi, \tau)v(\xi, \tau) + c(\xi, \tau)u(\xi, \tau))d\xi d\tau, \quad (24)$$

де G – функція Гріна рівняння теплопровідності з умовами (20), (21). Тоді з умови (22) одержимо

$$a(t) = \frac{\mu_3(t)}{v(0, t)}, \quad t \in [0, T]. \quad (25)$$

Отож, обернена задача (19)–(22) звелася до еквівалентної системи рівнянь (23)–(25). Такі задачі, а також обернені задачі для рівняння (19) з нелокальними умовами (15) досліджував М. І. Іванчов, зокрема, з І. Б. Березницькою.

Задачі визначення кількох коефіцієнтів параболічного рівняння розглядалися, зокрема, спільно з Н. В. Пабірівською. У прямокутнику

$$\{(x, t) \mid 0 < x < h, \quad 0 < t < T\}$$

досліджували задачі для рівнянь

$$u_t = a(t)u_{xx} + b(t)u_x + c(x, t)u + f(x, t), \quad 0 < x < h, \quad 0 < t < T, \quad (26)$$

$$u_t = a(t)u_{xx} + b(x, t)u_x + c(t)u + f(x, t), \quad (27)$$

$$u_t = (a_0(t) + a_1(t)x)u_{xx} + b(x, t)u_x + c(x, t)u + f(x, t), \quad (28)$$

з невідомими коефіцієнтами $\{a, b\}$, $\{a, c\}$ та $\{a_0, a_1\}$, відповідно (див. [52]). Широко використовувалися умови перевизначення типу інтегральних моментів.

Обернені задачі для рівняння

$$c(t)u_t = a(x, t)u_{xx} + b(x, t)u_x + d(x, t)u + f(x, t), \quad 0 < x < h, \quad 0 < t < T, \quad (29)$$

з невідомим коефіцієнтом $c = c(t) > 0$, $t \in [0, T]$, вивчалися, зокрема, спільно з О. Гуль та У. Дорожовець (Федусь). Було запропоновано метод використання функції Гріна загального параболічного рівняння, яку не можна записати в явному вигляді. Також були розглянуті обернені задачі для квазілінійних рівнянь

$$c(t)u_t = a(x, t, u, u_x)u_{xx} + b(x, t, u, u_x), \quad 0 < x < h, \quad 0 < t < T. \quad (30)$$

Наступний етап наукових досліджень М. І. Іванчова — вивчення **обернених задач для вироджених параболічних рівнянь** типу

$$u_t = a(t)t^\beta u_{xx} + b(x,t)u_x + c(x,t)u + f(x,t), \quad 0 < x < h, \quad 0 < t < T, \quad (31)$$

з умовами (20)-(22) у випадках *слабкого* ($0 < \beta < 1$) та *сильного* ($\beta \geq 1$) виродження. Якщо рівняння має слабке виродження, то методи його дослідження мало відрізняються від методів дослідження неvirодженого рівняння. Проте при $\beta \geq 1$ похідна $u_x(0, t)$ має сингулярність при $t \rightarrow +0$ і тому методи дослідження треба було модифікувати. Розв'язанню цих проблем присвячено праці М.І. Іванчова спільно з Н.В. Салдіною та професором з Мілану А. Лоренці (див., наприклад, [74], [78], [79], [82], [89]).

Досліджувалися також і **обернені задачі для багатовимірних параболічних рівнянь**. Е працях Миколи Івановича та Р. В. Сагайдака розглянуто обернену задачу для двовимірного параболічного рівняння

$$u_t = a(t)\Delta u + b(x, y, t)u_x + c(x, y, t)u_y + d(x, y, t)u + f(x, y, t), \quad (32)$$

в області $\{(x, y, t) \mid 0 < x < h, 0 < y < l, 0 < t < T\}$. Задача полягає в знаходженні пари функцій $\{a, u\}$, які задовольняють такі умови:

$$u(x, y, 0) = \varphi(x, y), \quad 0 \leq x \leq h, \quad 0 \leq y \leq l, \quad (33)$$

$$u(0, y, t) = \mu_1(y, t), \quad u(h, y, t) = \mu_2(y, t), \quad 0 \leq y \leq l, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (34)$$

$$u(x, 0, t) = \nu_1(x, t), \quad u(x, l, t) = \nu_2(x, t), \quad 0 \leq x \leq h, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (35)$$

$$a(t)u_x(0, y_0, t) = \varkappa_1(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad 0 < y_0 < l. \quad (36)$$

Поряд з (32) досліджували також випадок анізотропного рівняння

$$u_t = a_1(t)u_{xx} + a_2(t)u_{yy} + b(x, y, t)u_x + c(x, y, t)u_y + d(x, y, t)u + f(x, y, t), \quad (37)$$

$0 < x < h, 0 < y < l, 0 < t < T$, з двома невідомими коефіцієнтами a_1 та a_2 (див. [50], [73]). Випадок вироджуваних двовимірних параболічних рівнянь М.І. Іванчов досліджував, зокрема, з В. А. Власовим. Вони вивчали (див. [92], [129], [131], [132], [133], [134]) задачі для рівняння

$$u_t = a(t)t^\beta \Delta u + b(x, y, t)u_x + c(x, y, t)u_y + d(x, y, t)u + f(x, y, t), \quad (38)$$

$0 < x < h, 0 < y < l, 0 < t < T$, у випадку слабкого та сильного виродження ($0 < \beta < 1$ та $\beta \geq 1$ відповідно).

М. І. Іванчов приділяв також значну увагу **оберненим задачам для параболічних рівнянь в областях з вільними межами**. Разом з І. Є. Баранською, зокрема, досліджував обернену задачу відшукування трійки функцій $\{a, h, u\}$, які задовольняють такі умови:

$$u_t = a(t)u_{xx} + b(x, t)u_x + c(x, t)u + f(x, t), \quad 0 < x < h(t), \quad 0 < t < T, \quad (39)$$

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad x \in [0, h(0)], \quad (40)$$

$$u(0, t) = \mu_1(t), \quad u(h(t), t) = \mu_2(t), \quad t \in [0, T], \quad (41)$$

$$a(t)u_x(0, t) = \mu_3(t), \quad t \in [0, T], \quad (42)$$

$$\int_0^{h(t)} u(x, t) dx = \mu_4(t), \quad t \in [0, T]. \quad (43)$$

Заміною змінних $y = x/h(t)$, $t = t$ задачу (39)-(43) зводять до оберненої задачі в області з фіксованими межами

$$v_t = \frac{a(t)}{h^2(t)} v_{yy} + \frac{b(yh(t), t) + yh'(t)}{h(t)} v_y + c(yh(t), t)v + f(yh(t), t), \quad 0 < y < 1, \quad 0 < t < T, \quad (44)$$

$$v(y, 0) = \varphi(yh(0)), \quad y \in [0, 1], \quad (45)$$

$$v(0, t) = \mu_1(t), \quad v(1, t) = \mu_2(t), \quad t \in [0, T], \quad (46)$$

$$a(t)v_y(0, t) = h(t)\mu_3(t), \quad t \in [0, T], \quad (47)$$

$$h(t) \int_0^1 v(y, t) dy = \mu_4(t), \quad t \in [0, T], \quad (48)$$

де $v(y, t) := u(yh(t), t)$, яку потім і досліджують.

Схожий підхід застосовано і до оберненої задачі для одновимірних параболічних рівнянь у випадку області з двома вільними межами $h_1(t)$ та $h_2(t)$: $\{(x, t) \mid h_1(t) < x < h_2(t), \quad 0 < t < T\}$.

У випадку двовимірних параболічних рівнянь

$$u_t = a(t)\Delta u + b(x, y, t)u_x + c(x, y, t)u_y + d(x, y, t)u + f(x, y, t), \quad (49)$$

$$u_t = a_1(t)u_{xx} + a_2(t)u_{yy} + b(x, y, t)u_x + c(x, y, t)u_y + d(x, y, t)u + f(x, y, t) \quad (50)$$

з невідомими коефіцієнтами a , a_1 , a_2 , відповідно, розглянуто задачі в таких областях з вільними межами: 1) $0 < x < h(t)$, $0 < y < l(t)$, $0 < t < T$; 2) $h_1(t) < x < h_2(t)$, $l_1(t) < y < l_2(t)$, $0 < t < T$ (див., наприклад, [83]).

У працях М. І. Іванчова та Н. М. Гринців вивчалися обернені задачі для вироджених параболічних рівнянь в областях з вільними межами. Зокрема, розглянуто задачу

$$u_t = a(t)t^\beta u_{xx} + b(x, t)u_x + c(x, t)u + f(x, t), \quad h_1(t) < x < h_2(t), \quad 0 < t < T, \quad (51)$$

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad x \in [h_1(0), h_2(0)], \quad (52)$$

$$u(h_1(t), t) = \mu_1(t), \quad u(h_2(t), t) = \mu_2(t), \quad t \in [0, T], \quad (53)$$

$$a(t)t^\beta u_x(0, t) = \mu_3(t), \quad t \in [0, T] \quad (54)$$

$$\int_{h_1(t)}^{h_2(t)} u(x, t) dx = \mu_4(t), \quad t \in [0, T], \quad (55)$$

$$\int_{h_1(t)}^{h_2(t)} xu(x, t) dx = \mu_5(t), \quad t \in [0, T], \quad (56)$$

$$h_1(0) = h_{1,0}, \quad (57)$$

де функції $\{a, h_1, h_2, u\}$ є невідомими. Розглянуто випадки слабкого та сильного виродження (див., наприклад, [86], [87], [91]).

Задачі ідентифікації молодших коефіцієнтів параболічних рівнянь в областях з вільними межами досліджували М. І. Іванчов і Г. А. Снітко. Було розглянуто задачі для таких рівнянь:

$$u_t = a(x, t)u_{xx} + b(t)u_x + c(x, t)u + f(x, t), \quad (58)$$

$$u_t = a(x, t)u_{xx} + b(x, t)u_x + c(t)u + f(x, t), \quad (59)$$

$$u_t = a(x, t)u_{xx} + b(t)u_x + c(t)u + f(x, t) \quad (60)$$

з вільними межами $h_1(t) < x < h_2(t)$, $0 < t < T$. Як і в працях У. М. Федусь у цих дослідженнях використовувалася функція Гріна для загального параболічного рівняння.

У працях М. І. Іванчова та Т. М. Савіцької виродження стає присутнім вже в рухомій межі (див. [93], [96], [97], [100], [102]). Зокрема, в області $\{(x, t) \mid 0 < x < t^\beta h(t), 0 < t < T\}$ досліджували обернену задачу для рівняння

$$u_t = a(t)u_{xx} + b(x, t)u_x + c(x, t)u + f(x, t) \quad (61)$$

з невідомими функціями $\{h, a, u\}$.

М. І. Іванчов і Н. Є. Кінаш, зокрема, вивчали задачу відшукування трійки функцій $\{a, b, u\}$

$$u_t = a(y, t)u_{xx} + b(x, t)u_{yy} + f(x, y, t), \quad (x, y, t) \in (0, h) \times (0, l) \times (0, T). \quad (62)$$

Останні роки життя Микола Іванович тісно співпрацював з професором Д. Лесніком і його колегами з університету м. Лідса, Велика Британія. У спільних із закордонними колегами працях подано не лише теоретичні результати, які стосуються наведених вище класів обернених задач для параболічних рівнянь, а й наведені чисельні методи для їхньої реалізації (див. [114]–[116], [118], [122], [137]).

За роки наукової діяльності професор М. І. Іванчов з учнями та колегами дослідили широкий спектр прямих і обернених задач для рівнянь параболічного типу. Результати їхніх досліджень є важливим внеском у розвиток теорії рівнянь з частинними похідними.

Р. В. Андрусак, М. М. Бокало, О. М. Бугрій, Ю. Д. Головатий, Н. М. Гузик, П. І. Каленюк, В. М. Кирилич, Г. П. Лопушанська, Н. В. Пабирівська.

СПИСОК КАНДИДАТСЬКИХ ДИСЕРТАЦІЙ, ЗАХИЩЕНИХ ПІД КЕРІВНИЦТВОМ М. І. ІВАНЧОВА

1. Ковальчук Сергій Миколайович. Обернені задачі для рівнянь і систем параболічного типу. Львів, 1999.
2. Пабирівська Неля Віталіївна. Багатопараметричні коефіцієнтні обернені задачі для рівнянь параболічного типу. Львів, 2000.
3. Симвоник (Березницька) Ірина Борисівна. Обернені задачі для параболічних рівнянь з нелокальними та інтегральними умовами. Львів, 2004.

4. Салдіна Наталія Володимирівна. Обернені задачі для параболічних рівнянь з виродженням. Львів, 2007.
5. Гринців Надія Миколаївна. Обернені задачі для параболічних рівнянь з виродженням в областях з вільними межами. Львів, 2008.
6. Снітко Галина Анатоліївна. Коефіцієнтні обернені задачі для параболічних рівнянь в областях з вільними межами. Львів, 2009.
7. Федусь Уляна Михайлівна. Коефіцієнтні обернені задачі для лінійних та квазілінійних параболічних рівнянь. Львів, 2009.
8. Баранська Ірина Євстахіївна. Обернені задачі для параболічних рівнянь в областях з вільною межею. Львів, 2010.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ М. І. ІВАНЧОВА

1. *О внешней задаче Дирихле для эллиптических уравнений второго порядка.* Материалы Республиканского симпозиума по дифференциальным уравнениям. Одесса, 1968. С. 113-114.
2. *Деякі апріорні оцінки розв'язків квазілінійних еліптичних систем в необмежених областях.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 4. – 1969. – С. 46-51.
3. *Про існування обмежених розв'язків задачі Діріхле для квазілінійних еліптичних рівнянь в необмежених областях.* Матеріали п'ятої наукової конференції молодих математиків України. Київ. – 1970. – С. 118.
4. *Про задачу Діріхле для еліптичних рівнянь в необмежених областях.* Доповіді АН УРСР. – № 8. – 1970. – С. 681-684.
5. *Про задачу Діріхле в необмежених областях.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 6. – 1971. – С. 80-82
6. *О разрешимости задачи Дирихле для квазилинейных эллиптических уравнений в классах функций, имеющих заданное поведение на бесконечности.* Известия ВУЗов. Математика. – № 11. – 1971. – С. 72-77.
7. *Про фундаментальний розв'язок одного рівняння еліптичного типу.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 9. – 1974. – С. 37-40. (Співавтор: Макаренко Л.М.)
8. *К решению краевых задач нелинейной теплопроводности.* Материалы республиканской конференции “Нелинейные проблемы математической физики”. Донецк. – 1979. – С. 49 (Співавтори: Костенко В.Г., Губаль Л.Е., Коркуна М.Д.)
9. *Про одну задачу нелінійної теплопровідності.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 18. – 1981. – С. 34-38 (Співавтор: Губаль Л.О.)
10. *Применение метода малого параметра к решению нелинейной задачи теплопроводности с движущимся источником тепла.* Общая теория граничных задач. К.: Наукова думка, 1983. – С. 263-264 (Співавтор: Губаль Л.Е.)
11. *О нагреве полуограниченной пластины движущимся источником тепла.* Материалы третьей республ. конф. “Вычислительная математика в современном научно-техническом прогрессе”. – Киев, 1982. – С. 44-45 (Співавтор: Губаль Л.Е.)
12. *Об одной задаче теплопроводности с движущимся источником тепла.* Мат. методы и физ.-мех. поля. – Вип. 17. – 1983. – С. 71-73 (Співавтор: Коркуна М.Д.)
13. *Про спряженія двох параболічних систем.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 28. – 1987. – С. 10-14.
14. *Про обернену задачу визначення коефіцієнта температуропровідності.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 30. – 1988. – С. 13-16.

15. *Обратные задачи теплопроводности с интегральным условием переопределения.* Вторая всесоюзная конф. "Новые подходы к решению дифференциальных уравнений". – М., 1989. – С. 74.
16. *Обратная задача с сопряжением для уравнения теплопроводности.* Всесоюзная конф. "Нелинейные проблемы дифференциальных уравнений и математической физики". – Тернополь, 1989. – С. 165-166.
17. *Деякі обернені задачі теплопровідності з інтегральним перевизначенням.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 34. – 1990. – С. 3-7 (Співавтори: Бадзо М.І., Васильєва Н.В.)
18. *Про одну обернену задачу знаходження коефіцієнтів параболічного рівняння.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 34. – 1990. – С. 7-10 (Співавтор: Лучко І.Я.)
19. *Об обратной задаче определения коэффициентов теплопроводности и теплоемкости.* Третья всесоюзная конф. "Новые подходы к решению дифференциальных уравнений". – М., 1991. – С. 53.
20. *Обратная задача теплопроводности в двухкомпонентной среде.* Дифференц. уравнения. – Т. 28, № 4. – 1992. – С. 666-672.
21. *Нелокальні крайові умови в обернених задачах теплопровідності.* Матеріали міжнародної конф., присвяченої пам'яті акад. М.П. Кравчука. – Київ, 1992. – С. 77.
22. *Некоторые обратные задачи для уравнения теплопроводности с нелокальными краевыми условиями.* Укр. мат. журнал. – Т. 45, № 8. – 1993. – С. 1066-1071.
23. *Об обратной задаче одновременного определения коэффициентов теплопроводности и теплоемкости.* Сиб. мат. журнал. – Т. 35, № 3. – 1994. – С. 612-621.
24. *Про обернену задачу знаходження коефіцієнта теплообміну.* Мат. методи і фіз.-мех. поля. – Вип. 37. – 1994. – С. 45-50.
25. *Про деякі обернені задачі з нелокальними крайовими умовами.* Нелинейные краевые задачи математической физики и их приложения. – К., 1994. – С. 84.
26. *Про одну обернену задачу для рівняння теплопровідності в багатошаровому середовищі.* Нелинейные краевые задачи математической физики и их приложения. – К., 1994. – С. 84-85 (Співавтор: Ковальчук С.М.)
27. *Про визначення невідомого джерела в рівнянні теплопровідності з нелокальними крайовими умовами.* Укр. мат. журнал. – Т. 47, № 10. – 1995. – С. 1440-1443.
28. *Про одну обернену задачу теплопровідності з нелокальною умовою перевизначення.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 40. – 1994. – С. 12-15.
29. *Inverse problem for parabolic equation with general boundary conditions.* International conference "Nonlinear differential equations". – Kyiv, 1995. – P. 59.
30. *Про одну обернену задачу для рівняння теплопровідності.* Тези Всеукраїнської наукової конф. "Розробка та застосування математичних методів в науково-технічних дослідженнях". – Львів, 1995. – С. 27-28.
31. *Обернені задачі для рівняння теплопровідності в неоднорідному середовищі.* Тези Всеукраїнської наукової конф. "Диференціально-функціональні рівняння та їх застосування". – Київ, 1996. – С. 71.
32. *Some inverse problems for parabolic equations.* Тезиси міжнародної конф. "Обратные и некорректно поставленные задачи". – М., 1996. – С. 83.
33. *Coefficient inverse problems for parabolic equations.* International conference "Nonlinear partial differential equations". – Donetsk, 1997. – P. 78-79.
34. *Обернена задача визначення потужності джерел тепла для параболічного рівняння при довільних крайових умовах.* Мат. методи і фіз.-мех. поля. – Вип. 40, № 1. – 1997. – С. 125-129.

35. *Обернені задачі теплопровідності з нелокальними умовами.* Доповіді НАН України. – № 5. – 1997. – С. 15-21.
36. *Про одну обернену задачу для параболічного рівняння.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех. – Вип. 47. – 1997. – С. 63-71.
37. *Inverse problem for finding a major coefficient in a parabolic equation.* Мат. студії. – Т.8, № 2. – 1997. – С. 212-220.
38. *Обернена задача для рівняння теплопровідності з інтегральним перевизначенням.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 48. – 1997. – С. 71-80 (Співавтори: Дребот А.Й., Макара Ю.П., Березницька І.Б.)
39. *Об определении зависящего от времени старшего коэффициента в параболическом уравнении.* Сиб. мат. журн. – Т.39, № 3. – 1998. – С. 539-550. ун-ту
40. *Про обернені задачі для рівняння теплопровідності у складеній області.* Мат. студії. – Т. 9, № 4. – 1998. – С. 53-69 (Співавтор: Ковальчук С.М.) ун-ту
41. *Simultaneous determination of two coefficients aux variables diverses dans une equation parabolique.* Мат. студії. – Т.10, № 2. – 1998. – С. 173-187.
42. *Inverse problem for finding a time-dependent coefficient in a parabolic equation.* Нелінійні граничні задачі. – Вип. 8. – 1998. – Р. 121-126.
43. *Об одновременном определении двух коэффициентов в параболическом уравнении.* Тезисы международной конф. “Обратные и некорректно поставленные задачи”. – Москва, 1998. – С. 34.
44. *Обернена задача для параболічного рівняння з двома невідомими коефіцієнтами.* Матеріали міжнародної конф. “Сучасні проблеми математики”. – Чернівці, 1998. – С. 229-232.
45. *Обратная задача определения двух коэффициентов в параболическом уравнении в случае нелокальных и интегральных условий.* Тезисы межд. конф. “Обратные и некорректно поставленные задачи”. – М., 1999. – С. 30 (Співавтор: Пабыривска Н.В.)
46. *Boundary value problems for parabolic equations with integral boundary conditions.* International conf. “Nonlinear partial differential equations”. – Lviv, 1999. – Р. 87.
47. *Об определении старших коэффициентов в параболических уравнениях.* Тезисы межд. конф. “Обратные и некорректно поставленные задачи”. – М., 2000. – С. 29.
48. *Обернена задача одночасного визначення двох коефіцієнтів у параболічному рівнянні.* Укр. мат. журнал. – Т. 52, № 3. – 2000. – С. 319-325.
49. *Обернена задача для рівняння теплопровідності з невідомим вільним членом.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 56. – 2000. – С. 94-98.
50. *Обернена задача теплопровідності в анізотропному тілі.* Мат. методи і фіз.-мех. поля. – Т. 43, № 1. – 2000. – С. 45-50.
51. *Об определении двух зависящих от времени коэффициентов в параболическом уравнении.* Тези міжнародної конф. “Диференціальні та інтегральні рівняння”. – Одеса, 2000. – С. 114 (Співавтор: Пабыривська Н.В.)
52. *Одновременное определение двух коэффициентов у параболическом уравнении у випадку нелокальных та інтегральных умов.* Укр. мат. жур. – Т. 53, № 5. – 2001. – С. 589-596 (Співавтор: Пабыривська Н.В.)
53. *Розвиток теорії диференціальних рівнянь у Львівському університеті.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 58. – 2000. – С. 88-96. ун-ту
54. *Inverse problem of heat conduction with free boundary.* International conference “Nonlinear partial differential equations”. – Kyiv, 2001. – Р. 56.
55. *Обернена задача теплопровідності з вільною межею.* Тези міжнародної конф. “Нові підходи до розв’язування диференціальних рівнянь”. Дрогобич, 2001. – С. 63.

56. *Inverse problem for multidimensional heat equation with an unknown source function.* Мат. студії. – Т. 16, № 1. – 2001. – С. 93-98.
57. *Об определении двух зависящих от времени коэффициентов в параболическом уравнении.* Сиб. мат. журн. – Т. 43, № 2. – 2002. – С. 406–413 (Співавтор: Пабірівська Н.В.)
58. *Free boundary problem for two-dimensional diffusion equation.* Book of abstracts of International conf. on functional analysis and its applications. – Lviv, 2002. – P. 90–91.
59. *Free boundary problem for nonlinear diffusion equation.* Book of abstracts of International conference “Ill-posed and inverse problems”. – Novosibirsk, 2002. – P. 78.
60. *Редуція задачі з вільною межею для параболического рівняння до оберненої задачі.* Нелинейные граничные задачи. – Вип. 12. – 2002. – С. 73-83.
61. *Обратная задача теплопроводности со свободной границей.* Обратные задачи и информ. технологии. – Т. 1, № 2. – 2002. – С. 69-81.
62. *Задача з вільною межею для рівняння дифузії у прямокутнику.* Мат. методи і фіз.-мех. поля. – Т. 45, № 4. – 2002. – С. 67-75.
63. *Обернена задача з вільною межею для рівняння теплопроводності.* Укр. мат. журнал. – Т. 55, № 7. – 2003. – С. 901-910.
64. *Free boundary problem for quasilinear heat equation.* Book of abstracts of International conference “Nonlinear partial differential equations”. – Donetsk, 2003. – P. 90.
65. *Обернена задача визначення коефіцієнта температуропровідності.* Тези наукової конф. “Математичні проблеми неоднорідних тіл”. – Львів, 2003. – С. 201-202.
66. *Determination of the major coefficient in a parabolic equation.* Тези міжнародної конф. “Шості Боголюбовські читання”. – Чернівці, 2003. – С. 234.
67. *Free boundary problem for nonlinear diffusion equation.* Мат. студії. – Т. 19, № 2. – 2003. – С. 156-164.
68. *Inverse problems for parabolic equations.* Book of abstracts of Third meeting on inverse and direct problems and applications. – Gargnano, 2003. – P. 14.
69. *Inverse problems for parabolic equations.* – VNTL Publishers. – 2003. – 238 p.
70. *Обернені задачі визначення залежного від часу коефіцієнта при похідній за часом у параболическому рівнянні.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 62. – 2003. – С. 27–37 (Співавтори: Гуль О., Дорожовець У.)
71. *Однчасне визначення двох невідомих параметрів у старшому коефіцієнті параболического рівняння.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 62. – 2003. – С. 48-59 (Співавтор: Пабірівська Н.)
72. *Краевые задачи для параболического уравнения с интегральными условиями.* Дифф. уравнения. – Т. 40, № 4. – 2004. – С. 547-564.
73. *Обернена задача визначення старшого коефіцієнта у двовимірному параболическому рівнянні.* Мат. методи і фіз.-мех. поля. – Вип. 47, № 1. – 2004. – С. 7-16 (Співавтор: Сагайдак Р.В.)
74. *Обернена задача з виродженням для рівняння теплопроводності.* Тези Міжнародної конф., присвяченої Г.Хану. – Чернівці, 2004 (Співавтор: Салдіна Н.В.)
75. *Задача з вільною межею для двовимірного рівняння теплопроводності.* Тези Міжнародної конф. ім. В.Я. Скоробогатька. – Дрогобич, 2004. – С. 85.
76. *Задача з вільною межею для напівлінійного рівняння дифузії.* Нелинейные граничные задачи. – Вип. 15. – 2005. – С. 141-148.
77. *Two-dimensional free boundary problem for parabolic equation.* Book of abstracts of International Conf. “Nonlinear Partial Differential Equations”. – Donetsk, 2005. – P. 45.
78. *Обернена задача для рівняння теплопроводності з виродженням.* Укр. мат. журн. – Т. 57, № 11. – 2005. – С. 1563-1570 (Співавтор: Салдіна Н.В.)

79. *An inverse problem for strongly degenerate heat equation*. J. Inv. Ill-Posed Problems. – Vol. 14, № 4. – 2006. – P. 465-480 (Співавтор: Saldina N.)
80. *Inverse and free boundary problems for parabolic equations*. Book of abstracts of International Conf. dedicated to 100th anniversary of Ya. Lopatynsky. – Lviv, 2006. – P. 103.
81. *Задача дифузії з вільною межею, яка вироджується у початковий момент часу*. Тези Міжнародної конференції “Диференціальні рівняння та їх застосування”. – Чернівці, 2006. – С. 51.
82. *Обернена задача для параболічного рівняння з сильним степеневим виродженням*. Укр. мат. журн. – Т. 58, № 11. – 2006. – С. 1487-1500 (Співавтор: Салдіна Н.В.)
83. *Обернена задача для рівняння теплопровідності в області з вільними межами*. Укр. мат. вісн. – Т. 4, № 4. – 2007. – С. 457-484 (Співавтор: Баранська І.)
84. *Задача теплопровідності з вільною межею, яка вироджується у початковий момент часу*. Мат. методи і фіз.-мех. поля. – Т. 50, № 3. – 2007. – С. 82-87.
85. *Inverse and free boundary problems for the strongly degenerate parabolic equation*. Book of abstracts of “Direct, Inverse and Control Problems for PDE’s”. – Rome, 2007. – P. 7-8.
86. *Обернена задача для сильно виродженого рівняння теплопровідності в області з вільною межею*. Тези доповідей Міжнародної математичної конференції ім. В.Я. Скоробогата. – Дрогобич, 2007. – С. 79 (Співавтор: Гринців Н.М.)
87. *Обернена задача для параболічного рівняння зі слабким виродженням в області з вільною межею*. Мат. методи і фіз.-мех. поля. – Т. 51, № 4. – 2008. – С. 27-36 (Співавтор: Гринців Н.М.)
88. *Inverse problem for semilinear parabolic equation*. Математичні студії. – Т. 29, № 2. – 2008. – С. 181-191.
89. *Solving a scalar degenerate multidimensional identification problem in a Banach space*. J. Inv. Ill-Posed Problems. – Vol. 16, № 4. – 2008. – P. 397-415 (Співавтори: Lorenzi A., Saldina N.)
90. *An inverse problem for the heat equation in a degenerate free boundary domain*. Book of abstracts of the Conference “Direct, Inverse and Control Problems for PDE’s”. – Cortona, 2008. – P. 11-12.
91. *Обернена задача для сильно виродженого рівняння теплопровідності в області з вільною межею*. Укр. мат. журн. – Т. 61, № 1. – 2009. – С. 28-43 (Співавтор: Гринців Н.М.)
92. *Обернена задача для двовимірного рівняння теплопровідності зі слабким виродженням*. Вісник Львів ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 70. – 2009. – С. 91-102 (Співавтор: Власов В.)
93. *An inverse problem for a partial differential equation of parabolic type in a degenerate free boundary domain*. Book of abstracts of Int. Conference “Nonlinear Partial Differential Equations”. – Donetsk 2010. – P. 27 (Співавтор: Savitska T.M.)
94. *Обернені задачі та задачі з вільними межами для параболічних рівнянь*. Book of abstracts of Third International Conference for Young Mathematicians on Differential Equations and applications Dedicated to Yaroslav Lopatynsky. – Donetsk, 2010. – С. 58-59.
95. *Обернена задача для одновимірного параболічного рівняння загального вигляду*. Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 72. – 2010. – С. 149-157.
96. *Обернена задача для параболічного рівняння в області з вільною межею, яка вироджується в початковий момент часу*. Тези доповідей Міжнародної математичної конф. ім. В.Я. Скоробогата, – Дрогобич, 2011. – С. 82 (Співавтор: Савіцька Т.)

97. *Обернена задача для параболічного рівняння в області з вільною межею, яка вироджується в початковий момент часу.* Укр. мат. вісник. – Т. 8, № 3. – 2011. – С. 356-378 (Співавтор: Савіцька Т.М.)
98. *Задача з вільною межею для двовимірного параболічного рівняння.* Мат. методи і фіз.-мех. поля. – Т. 54, № 1. – 2011. – С. 27-35.
99. *Обернені задачі та задачі з вільними межами для параболічних рівнянь.* Науковий вісник Чернівецького нац. ун-ту ім. Ю. Федьковича. Серія: математика. – Т. 1, № 1-2. – 2011. – С. 57-63.
100. *Визначення залежних від часу коефіцієнтів параболічного рівняння в області з вільною межею.* Нелинейные граничные задачи. – Т. 20. – 2011. – С. 28-44 (Співавтор: Снітко Г.А.)
101. *A problem with free boundary for the two-dimensional parabolic equation.* J. Math. Sciences. – Vol. 171, Is. 1. – 2011. – P. 17-28.
102. *An inverse problem for a parabolic equation in a free-boundary domain degenerating at the initial time moment.* J. Math. Sciences. – Vol. 181, Is. 1. – 2012. – P. 47-64 (Співавтор: Savitska T.)
103. *A non-local inverse problem for the diffusion equation.* Abstracts of reports of International conference dedicated to the 120th anniversary of Stefan Banach. – Lviv, 2012. – P. 198.
104. *Обернена задача для параболічного рівняння в області з вільною межею.* Тези доповідей Міжнародної конференції “Диференціальні рівняння та їх застосування”. – Ужгород, 2012.
105. *Про нелокальну обернену задачу для рівняння дифузії.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 77. – 2012. – С. 103-108.
106. *Determination of a time-dependent diffusivity from nonlocal conditions.* J. Applied Math. and Computing. – Vol. 41, № 1-2. – 2013. – P. 301-320 (Співавтори: Lesnic D., Yousefi S.A.)
107. *Обернена задача для двовимірного рівняння дифузії в області з вільною межею.* Укр. мат. журн. – Т. 65, № 7. – 2013. – С. 918-928 (Співавтор: Пабіривська Н.В.)
108. *An inverse problem for the two-dimensional diffusion equation in a free boundary domain.* Book of abstracts of International Conference “Nonlinear Partial Differential Equations”. – Donetsk, 2013. – P. 27 (Співавтор: Pabyrivska N.V.)
109. *Free boundary determination in nonlinear diffusion.* East Asian Journal on Applied Mathematics. – Vol. 3, № 4. – 2013. – P. 295-310 (Співавтори: Hussein M.S., Lesnic D.)
110. *Нелокальна обернена задача для рівняння дифузії в області з вільною межею.* Буковинський мат. журн. – Т. 1, № 3-4. – 2013. – С. 49-55 (Співавтор: Снітко Г.А.)
111. *Determination of a source in the heat equation from integral observations.* J. Computational and Applied Math. – Vol. 264. – 2014. – P. 82-98 (Співавтори: Hao D.N., Tranh P.X., Lesnic D.)
112. *Simultaneous determination of time-dependent coefficients in the heat equation.* Computers and Mathematics with Applications. – Vol. 67. – 2014. – P. 1065-1091 (Співавтори: Hussein M.S., Lesnic D.)
113. *Нелокальні обернені задачі для параболічних рівнянь.* Тези доповідей IV Міжнародної конференції, присвяченої 135 річниці Ганса Гана. – Чернівці, 2014. – С. 59-60.
114. *Determination of the time-dependent perfusion coefficient in the bio-heat equation.* Applied Mathematics Letters. – Vol. 39. – 2015. – P. 96-100 (Співавтор: Lesnic D.)
115. *An inverse problem for a 2D parabolic equation.* Abstracts of International V. Skorobahatko Mathematical Conference. – Drohobych, 2015. – P. 64 (Співавтор: Lesnic D.)

116. *Multiple time-dependent coefficient identification thermal problems with a free boundary.* Applied Numerical Mathematics. – Vol. 99. – 2016. – P. 24-50 (Співавтори: Hussein M.S., Lesnic D., Snitko H.A.)
117. *Обернена задача для рівняння теплопровідності в прямокутній області.* Тези доповідей Міжнародної наукової конференції “Диференціальні рівняння та їх застосування”. – Ужгород, 2016. – С. 71 (Співавтор: Кінаш Н.Є.)
118. *Retrieving the time-dependent thermal conductivity of an orthotropic rectangular conductor.* Applicable Analysis. – Vol. 96. – 2017. – P. 2604-2618 (Співавтори: Hussein M.S., Kinash N., Lesnic D.)
119. *Inverse problems for parabolic equations in 2D domains.* Book of abstracts of International Conference on Differential Equations Dedicated to the 110th Anniversary of Ya.V. Lopatynsky. – Lviv, 2016. – P. 73.
120. *Обернена задача теплопровідності в області з вільною межею з виродженням.* Тези доповідей Міжнародної наукової конференції “Диференціально-функціональні рівняння та їх застосування”. – Чернівці, 2016. – С. 21 (Співавтор: Балик К.)
121. *Обернена задача теплопровідності в області з вільною межею з виродженням.* Буковинський мат. журн. – Т. 4, № 3-4. – 2016. – С. 15-21 (Співавтор: Балик К.)
122. *Identification of a heterogeneous orthotropic conductivity in a rectangular domain.* International Journal of Novel Ideas: Mathematics. – Vol. 1. – 2017. – P. 1-11. (Співавтор: Hussein M.S., Lesnic D.)
123. *An inverse problem for a strongly degenerate heat equation in a rectangular domain.* Book of abstracts of International Conference on Theoretical and Applied Problems of Mathematics. – Sumgayit, 2017. – P. 16.
124. *Inverse problem for 2D heat equation.* Proceedings of the Fourth Conf. of Math. Society of the Republic of Moldova. – Chisinau, 2017. – P. 293-296 (Співавтор: Kinash N.)
125. *Обернена задача для двовимірного рівняння теплопровідності з невідомими коефіцієнтами, залежними від часової та просторових змінних.* Некласичні задачі теорії диференціальних рівнянь. Збірник наукових праць, присвячений 80-річчю Б.Й.Пташника. – Львів, 2017. – С. 54-67 (Співавтор: Кінаш Н.)
126. *Обернена задача для рівняння теплопровідності у прямокутній області.* Укр. мат. журн. – Т. 69, № 12. – 2017. – С. 1605-1614 (Співавтор: Кінаш Н.Є.)
127. *Inverse problem for the heat-conduction problem in a rectangular domain.* Ukrainian Mathematical J. – Vol. 69, № 12. – 2018. – P. 1865-1876 (Співавтор: Kinash N.)
128. *Обернена задача для двовимірного рівняння теплопровідності з двома невідомими коефіцієнтами.* Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. – Вип. 84. – 2018. – С. 114-120.
129. *Inverse problem for a two-dimensional strongly degenerate heat equation.* Electron. J. Differential Equations. – Vol. 2018, № 77. – P. 1-17 (Співавтор: Vlasov V.)
130. *Inverse problem for the heat equation in a rectangular domain.* Abstracts of Operators, Functions, and Systems of Mathematical Physics Conference. – Baku, 2018. – P. 114-116 (Співавтор: Kinash N.)
131. *Inverse problem for a 2D strongly degenerate heat equation.* Сучасні проблеми математики та її застосування в природничих науках і інформаційних технологіях. Матеріали міжн. наук. конф., присвяченої 50-річчю факультету математики та інформатики Чернівецького нац. ун-ту ім. Ю. Федьковича – С. 26 (Співавтор: Vlasov V.)
132. *Inverse problem for a two-dimensional strongly degenerate heat equation.* Book of abstracts of CAIM-2018. – Chisinau, 2018. – P. 18 (Співавтор: Vlasov V.)
133. *Єдиність розв'язку оберненої задачі для двовимірного рівняння теплопровідності з сильним виродженням.* Вісник Львів. університету. Сер. мех.-мат. – Вип. 85. – 2018. – С. 120-131 (Співавтор: Власов В.)

134. *Inverse problem for strongly degenerate heat equation*. Abstracts of 24th International Conference on Mathematical Modelling and Analysis. – Tallinn, 2019. – P. 29 (Співавтор: Vlasov V.)
135. *Inverse problem for a 2D degenerate heat equation*. Abstracts of International Conference “Mathematics & Information Technologies: Research and Education (MITRE-2019)”. – Chisinau, 2019. – P. 36-37.
136. *Competitive Adsorption and Diffusion of Gases in a Microporous Solid*. In the book “Zeolites – New Challenges”. IntecOpen London, UK. – 2019. – P. 1-23. (Співавтори: Petryk M., Leclerc S., Canet D., Fraissard J.)
137. *Reconstruction of an orthotropic thermal conductivity from non-local heat flux measurements*. International Journal of Math. Modelling and Numerical Optimisation. – Vol. 10, № 1. – 2020. – P. 102-122 (Співавтори: Huntul M.J., Hussein M.S., Lesnic D., Kinash N.)

СПИСОК НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИХ ПРАЦЬ М. І. ІВАНЧОВА

1. *Індивідуальні завдання з курсу рівнянь математичної фізики та методика їх виконання*. Вид-во Львів. ун-ту., 1978: 27 с. (Співавтори: Костенко В.Г., Мельник З.О., Лопушанська Г.П.)
2. *Методичні вказівки до лабораторного практикуму з рівнянь математичної фізики*. Вид-во Львів. ун-ту., 1987: 15 с. (Співавтори: Бугрій М.І., Кирилич В.М.)
3. *Робоча програма з курсу рівнянь математичної фізики для студентів математичного факультету*. Вид-во Львів. ун-ту., 1987: 8 с.
4. *Методичні вказівки до контрольних робіт з рівнянь математичної фізики*. Вид-во Львів. ун-ту., 1987: 40 с.
5. *Обернені задачі теплопровідності з нелокальними умовами*. Київ: ІСДО, 1995: 84 с.
6. *Вступ до теорії рівнянь у частинних похідних*. Текст лекцій Львів: Тріада плюс, 2004: 178 с.
7. *Збірник задач з рівнянь у частинних похідних*. Вид-во Львів. ун-ту., 2011: 240 с. (Співавтори: Гринців Н.М., Пабірівська Н.В.)