7. Valanis K. C. Poiseuille flow of fluid with couple stress with applications to blood flow / K. C. Valanis, C. T. Sun // Biorheology, — 1969. — Vol. 6. — P. 85–97.
8. Stokes V. K. Effects of couple stresses in fluids on the creeping flow past a sphere / V. K. Stokes // Phys. Fluids. — 1971. — Vol. 14. — P. 1580–1582.
9. Bugliarello G. The profile velocity and other characteristics of blood flow in a non-uniform shear field / G. Bugliarello, C. Kapur, G. Hsiao // Proc. 4th Inter. Congr. on Rheol. — New York, 1965. — P. 351–370.

The rheological equation for a dilute suspension of rigid axisymmetric elongated particles possessing a permanent magnetic moment with blood as a carrier fluid are derived within the frames of a structure-phenomenological approach. The V. K. Stokes fluid with couple stresses and the uniaxial dumbbell are used as the rheological and hedrodynamic models of blood and suspended particles, respectively. The influence of an external magnetic field on a rheological behaviour of the suspension under study is examined.

Key words: *rheological equation, suspension in blood, suspended particles.*

Отримано: 19.04.2016

УДК 519.9

О. П. Нечуйвітер, д-р фіз.-мат. наук,
К. В. Кейта, аспірант

Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків

ОБЧИСЛЕННЯ 2 D ІНТЕГРАЛІВ ВІД ТРИГОНОМЕТРИЧНИХ ФУНКЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ КУСКОВО-СТАЛОЇ ІНТЕРЛІНАЦІЇ

У статті розглядаються кубатурні формули обчислення 2 D інтегралів від тригонометричних функцій з використанням інтерлінації у випадку, коли інформація про функцію задана її слідами на лініях.

Ключові слова: *інтерлінаці функцій, кубатурна формула, інтеграли від тригонометричних функцій.*

Вступ. На даний час є математичні моделі, зокрема в цифровій обробці сигналів, комп’ютерній та сейсмічній томографії, які використовують нові інформаційні оператори. Так в теорії наближеного обчислення інтегралів від швидкоосцилюючих функцій двох змінних побудовані кубатурні формули наближеного обчислення коефіцієнтів Фур’є з використанням інтерлінації функцій на класі Ліпшиця, Гьольдера, класі диференційованих функцій. В якості даних такі кубатурні формули використовують не лише значення функції у вузлових точках, а також сліди функції на лініях. Сучасні математичні моделі вимагають розв'язання більш широкої задачі — наближеного обчислення інтегралу від функцій двох змінних

$$I(\omega)=\int_0^1\int_0^1 f(x,y)\sin\omega g(x,y)dxdy \tag{1}$$

у випадку, коли інформація про $f(x,y)$ та $g(x,y)$ задана як значеннями функції у вузлових точках, так і слідами на лініях. Тому актуальним є питання дослідження інтегралів від тригонометричних функцій у випадку різних інформаційних операторів.

Аналіз існуючих робіт. Задача наближеного обчислення інтегралів від швидкоосцилюючих функцій двох змінних має як класичне розв'язання, так і з використанням теорії інтерлінації функцій на різних класах функцій у випадку різних інформаційних операторів [1, 2]. В [3–14] викладена теорія наближеного обчислення інтегралів від швидкоосцилюючих функцій двох змінних з використанням операторів інтерлінації у випадку, коли інформація про функцію задана слідами функції на взаємноперпендикулярних прямих та значеннями функції в точках. Крім того, на класі Ліпшиця та класах диференційовних функцій досліджена якість запропонованих кубатурних формул. В [15] доведена оптимальність за порядком точності кубатурних формул наближеного обчислення 2 D-коефіцієнтів Фур'є у випадку, коли інформація про неосцилюючий множник задана її слідами, а також слідами її похідних на площинах, що розбивають область на прямокутники. Для наближеного обчислення інтегралів від швидкоосцилюючих функцій двох змінних в [16] викладений алгоритм побудови та досліджена якість кубатурної формули, яка в своїй побудові використовує сліди функції на оптимально вибраних лініях. Однак в жодній з наведених робіт не досліджувалося питання наближеного обчислення інтегралів виду (1).

Постановка задачі. Для наближеного обчислення інтегралу від функцій двох змінних виду

$$J(\omega)=\int_0^1\int_0^1 \sin\omega g(x,y)dxdy\,, \tag{2}$$

побудувати кубатурну формулу з використанням операторів кусково-сталої сплайн-інтерлінації. Інформація про функцію $g(x,y)$ задана її слідами на взаємно-перпендикулярних прямих. На класі диференційовних функцій отримати оцінку похибки наближення кубатурної формули.

Кубатурні формула обчислення 2 D інтегралу від тригонометричної функції на основі кусково-сталої сплайн-інтерлінації.

Означення. Під слідом функції $g(x,y)$ на лініях $x_k=k\Delta-\Delta/2$, $y_j=j\Delta-\Delta/2$, $k,j=\overline{1,\ell}$, $\Delta=1/\ell$ розуміємо відповідно функції однієї змінної $g(x_k,y)$, $0\le y\le 1$, $g(x,y_j)$, $0\le x\le 1$.

Введемо позначення:

$$h_{0k}(x)=\begin{cases}1, x\in X_k\\ 0, x\notin X_k,\end{cases}\quad k=\overline{1,\ell};\qquad H_{0j}(y)=\begin{cases}1, y\in Y_j,\\ 0, y\notin Y_j,\end{cases}\quad j=\overline{1,\ell},$$

$$X_k=\left[x_{k-1/2},x_{k+1/2}\right],\ Y_j=\left[y_{j-1/2},y_{j+1/2}\right],$$

$$x_k=k\Delta-\Delta/2,\ \ y_j=j\Delta-\Delta/2,\ \ k,j=\overline{1,\ell},\ \ \Delta=1/\ell .$$

Тоді оператор кусково-сталої сплайн-інтерлінації має вигляд

$$Eg(x,y)=\sum_{k=1}^{\ell}g(x_k,y)h_{0k}(x)+\sum_{j=1}^{\ell}g(x,y_j)H_{0j}(y)-$$

$$-\sum_{k=1}^{\ell}\sum_{j=1}^{\ell}g(x_k,y_j)h_{0k}(x)H_{0j}(y).$$

Теорема 1. Нехай

$$\left|g^{(1,0)}(x,y)\right|\le M_1,\quad \left|g^{(0,1)}(x,y)\right|\le M_2,\quad \left|g^{(1,1)}(x,y)\right|\le M,$$

тоді для кубатурної формули

$$\Phi_1(\omega)=\int_0^1\int_0^1\sin\left(\omega\boldsymbol{E}g(x,y)\right)dxdy$$

справедлива наступна оцінка похибки наближення

$$\left|J(\omega)-\Phi_1(\omega)\right|\le\min\left(2;\frac{M\omega}{16}\Delta^2\right).$$

Доведення. Для кубатурної формули $\Phi_1(\omega)$ справедлива наступна оцінка похибки наближення:

$$\left|J(\omega)-\Phi_1(\omega)\right|=\left|\int_0^1\int_0^1\sin\omega g(x,y)dxdy-\int_0^1\int_0^1\sin\mathrm{E}\,\omega g(x,y)dxdy\right|\le$$

$$\le\int_0^1\int_0^1\left|\sin\omega g(x,y)-\sin\mathrm{E}\,\omega g(x,y)\right|dxdy=$$

$$=\sum_{k=1}^{\ell}\sum_{k=1}^{\ell}\int_{x_{k-\frac12}}^{x_{k+\frac12}}\int_{y_{j-\frac12}}^{y_{j+\frac12}}\left|2\cos\frac{\omega(g(x,y)+\mathrm{E}\,g(x,y))}{2}\sin\frac{\omega(g(x,y)-\mathrm{E}\,g(x,y))}{2}\right|dxdy\le$$

$$\le 2\sum_{k=1}^{\ell}\sum_{k=1}^{\ell}\int_{x_{k-\frac12}}^{x_{k+\frac12}}\int_{y_{j-\frac12}}^{y_{j+\frac12}}\left|\sin\frac{\omega(g(x,y)-\mathrm{E}\,g(x,y))}{2}\right|dxdy\le$$

$$\leq 2\sum_{k=1}^{\ell}\sum_{k=1}^{\ell}\int\limits_{x_{k-\frac{1}{2}}}^{x_{k+\frac{1}{2}}}\int\limits_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}} \min\left(1;\frac{\omega\left|g(x,y)-\mathrm{E}\,g(x,y)\right|}{2}\right)dxdy \leq$$

$$\leq 2\sum_{k=1}^{\ell}\sum_{k=1}^{\ell}\int\limits_{x_{k-\frac{1}{2}}}^{x_{k+\frac{1}{2}}}\int\limits_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}} \min\left(1;\frac{\omega}{2}\left|\int\limits_{x_k}^{x}\int\limits_{y_j}^{y} g^{(1,1)}(\mathrm{x},\mathrm{y})dxdy\right|\right)dxdy \leq$$

$$\leq 2\sum_{k=1}^{\ell}\sum_{k=1}^{\ell}\int\limits_{x_{k-\frac{1}{2}}}^{x_{k+\frac{1}{2}}}\int\limits_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}} \min\left(1;\frac{\omega}{2}\left|\int\limits_{x_k}^{x}\int\limits_{y_j}^{y} g^{(1,1)}(\mathrm{x},\mathrm{y})dxdy\right|\right)dxdy \leq$$

$$\leq 2\sum_{k=1}^{\ell}\sum_{k=1}^{\ell}\int\limits_{x_{k-\frac{1}{2}}}^{x_{k+\frac{1}{2}}}\int\limits_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}} \min\left(1;\frac{\omega}{2}\left|\int\limits_{x_k}^{x}\int\limits_{y_j}^{y} g^{(1,1)}(\mathrm{x},\mathrm{y})dxdy\right|\right)dxdy \leq$$

$$\leq 2\sum_{k=1}^{\ell}\sum_{k=1}^{\ell}\int\limits_{x_{k-\frac{1}{2}}}^{x_{k+\frac{1}{2}}}\int\limits_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}} \min\left(1;\frac{\omega}{2}\int\limits_{x_k}^{x}\int\limits_{y_j}^{y}\left|g^{(1,1)}(\mathrm{x},\mathrm{y})\right|dxdy\right)dxdy \leq$$

$$\leq 2\sum_{k=1}^{\ell}\sum_{k=1}^{\ell}\int\limits_{x_{k-\frac{1}{2}}}^{x_{k+\frac{1}{2}}}\int\limits_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}} \min\left(1;\frac{M\omega}{2}\left(x-x_k\right)\left(y-y_j\right)\right)dxdy =$$

$$= 2\min\left(\sum_{k=1}^{\ell}\sum_{k=1}^{\ell}\int\limits_{x_{k-\frac{1}{2}}}^{x_{k+\frac{1}{2}}}\int\limits_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}} dxdy, \frac{M\omega}{2}\sum_{k=1}^{\ell}\sum_{k=1}^{\ell}\int\limits_{x_{k-\frac{1}{2}}}^{x_{k+\frac{1}{2}}}\int\limits_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}}\left(x-x_k\right)\left(y-y_j\right)dxdy\right) =$$

$$= 2\min\left(\sum_{k=1}^{\ell}\sum_{k=1}^{\ell}\int\limits_{x_{k-\frac{1}{2}}}^{x_{k+\frac{1}{2}}}\int\limits_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}} dxdy, \frac{M\omega}{2}\sum_{k=1}^{\ell}\sum_{k=1}^{\ell}\int\limits_{x_{k-\frac{1}{2}}}^{x_{k+\frac{1}{2}}}\int\limits_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}}\left(x-x_k\right)\left(y-y_j\right)dxdy\right) =$$

$$= 2\min\left(\ell^2\Delta^2, \frac{M\omega}{2}\ell^2\frac{\Delta^2}{4}\frac{\Delta^2}{4}\right) = 2\min\left(1;\frac{M\omega}{32}\Delta^2\right) = \min\left(2;\frac{M\omega}{16}\Delta^2\right).$$

Теорема доведена.

Лема. Для оператора кусково-сталої сплайн-інтерлінації справедлива рівність $F(x,y)-EF(x,y)=\int\limits_{x_k}^{x}\int\limits_{y_j}^{y} F^{(1,1)}(x,y)dxdy$ **.**

Теорема 2. Нехай

$$\left|g^{(1,0)}(x,y)\right| \le M_1, \quad \left|g^{(0,1)}(x,y)\right| \le M_2, \quad \left|g^{(1,1)}(x,y)\right| \le M ,$$

тоді для кубатурної формули

$$\Phi_2(\omega) = \int_0^1 \int_0^1 \mathrm{E}(\sin \omega g(x,y))dxdy ,$$

справедлива наступна оцінка похибки наближення

$$\left|J(\omega) - \Phi_2(\omega)\right| \le \frac{\omega^2 M_1 M_2 + M\omega}{16} \Delta^2 .$$

Доведення. Знайдемо оцінку похибки наближення кубатурної формули $\Phi_2(\omega)$:

$$\left|J(\omega) - \Phi_2(\omega)\right| = \left|\int_0^1 \int_0^1 \sin \omega g(x,y)dxdy - \int_0^1 \int_0^1 E\left(\sin \omega g(x,y)\right)dxdy\right| \le$$

$$\le \int_0^1 \int_0^1 \left|\sin \omega g(x,y) - \mathrm{E}\left(\sin \omega g(x,y)\right)\right| dxdy \le$$

$$= \sum_{k=1}^{\ell} \sum_{k=1}^{\ell} \int_{x_{k-\frac{1}{2}}}^{x_{k+\frac{1}{2}}} \int_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}} \left|F^{(1,1)}(\mathrm{x},\mathrm{y})\right| \left|x - x_k\right| \left|y - y_j\right| dxdy ,$$

де $F(x,y) = \sin \omega g(x,y)$ **.** Тоді

$$F^{(1,0)}(x,y) = \cos \omega g(x,y) \cdot g^{(1,0)}(x,y) \cdot \omega ,$$

$$F^{(1,1)}(x,y) = -\omega^2 \sin \omega g(x,y) \cdot g^{(0,1)}(x,y) \cdot g^{(1,0)}(x,y) + \omega \cos \omega g(x,y) \cdot g^{(1,1)}(x,y),$$

$$\left|F^{(1,1)}(x,y)\right| \le \omega^2 \cdot \left|g^{(0,1)}(x,y)\right| \cdot \left|g^{(1,0)}(x,y)\right| + \omega \left|g^{(1,1)}(x,y)\right| \le \omega^2 \cdot M_1 \cdot M_2 + \omega M.$$

Отже,

$$\left|J(\omega) - \Phi_2(\omega)\right| \le \left(\omega^2 \cdot M_1 \cdot M_2 + \omega M\right) \sum_{k=1}^{\ell} \sum_{k=1}^{\ell} \int_{x_{k-\frac{1}{2}}}^{x_{k+\frac{1}{2}}} \int_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}} \left|x - x_k\right| \left|y - y_j\right| dxdy =$$

$$= \left(\omega^2 \cdot M_1 \cdot M_2 + \omega M\right) \ell^2 \frac{\Delta^2}{4} \frac{\Delta^2}{4} = \frac{\omega^2 \cdot M_1 \cdot M_2 + \omega M}{16} \Delta^2 .$$

Теорема доведена.

Чисельний експеримент. Наведемо чисельні результати тестування запропонованих кубатурних формул в системі комп’ютерної математики MathCad. В першій кубатурній формулі функція $g(x,y) = x^2 y^2$

замінюється кусково-сталим інтерлінантом, в другій — кусково-сталим інтерлінантом замінюється вся підінтегральна функція.

Обчислення $J\left(\omega\right)$ за формулою $\Phi_1\left(\omega\right)$ для $g(x,y)=x^2y^2$.

Таблиця 1

ℓ	ω	$J\left(\omega\right)$	$\Phi_1\left(\omega\right)$	$\left\lvert J\left(\omega\right)-\Phi_1\left(\omega\right)\right\rvert$
4	2π	0.28047436144246	0.27940493369330	0.001069427749
10	2π	0.28047436144246	0.28046790563192	0.000006455810
4	3π	0.26850255718158	0.27468569220800	0.006183135026
10	3π	0.26850255718158	0.2685177205135	0.000015163331
15	3π	0.26850255718158	0.26850447418871	0.000001917007
4	4π	0.25866116490118	0.23983185491698	0.018829309984
10	4π	0.25866116490118	0.25862504458183	0.000036120319
15	4π	0.25866116490118	0.25865776307848	0.000003401822

Обчислення $J\left(\omega\right)$ за формулою $\Phi_2\left(\omega\right)$ для $g(x,y)=x^2y^2$.

Таблиця 2

ℓ	ω	$J\left(\omega\right)$	$\Phi_2\left(\omega\right)$	$\left\lvert J\left(\omega\right)-\Phi_2\left(\omega\right)\right\rvert$
4	2π	0.28047436144246	0.27942456249253	0.001049798949
10	2π	0.28047436144246	0.28044800656140	0.000026354881
4	3π	0.26850255718158	0.27043406312554	0.001931505943
10	3π	0.26850255718158	0.26852660126811	0.000024044086
15	3π	0.26850255718158	0.26850655765063	0.000004000469
4	4π	0.25866116490118	0.25862374761000	0.000037417291
10	4π	0.25866116490118	0.25865126012023	0.000009904780
15	4π	0.25866116490118	0.25865481102928	0.000006353871

Висновки. У статті пропонуються кубатурні формули наближеного обчислення інтегралу від тригонометричної функції виду (2), де $g(x,y)$ є диференційовною функцією, і інформація про неї задана слідами на взаємно перпендикулярних прямих. В першій кубатурній формулі функція $g(x,y)$ замінюється кусково-сталим інтерлінантом, в другій — кусково-сталим інтерлінантом замінюється вся підінтегральна функція. Для кожної кубатурної формули отримана оцінка похибки наближення. Проведений чисельний експеримент в системі комп'ютерної математики Mathcad підтверджує теоретичний результат: за кубатурною формулою, де кусково-сталим інтерлінантом замінюється вся підінтегральна функція, обчислення є більш точними.

Список використаних джерел:

1. Оптимальні алгоритми обчислення інтегралів від швидкоосцилюючих функцій та їх застосування : у 2 т. : [монографія] / І. В. Сергієнко, В. К. Задірака, О. М. Литвин, С. С. Мельникова, О. П. Нечуйвітер. — К. : Наук. думка, 2011. — Т. 1. Алгоритми. — 447 с.

2. Оптимальні алгоритми обчислення інтегралів від швидкоосцилюючих функцій та їх застосування : у 2 т. : [монографія] / І. В. Сергієнко, В. К. Задірака, О. М. Литвин, С. С. Мельникова, О. П. Нечуйвітер. — К. : Наук. думка, 2011. — Т. 2. Застосування. — 348 с.
3. Литвин О. М. Кубатурна формула для обчислення 2 D-коефіцієнтів Фур'є з використанням інтерлінації функцій / О. М. Литвин, О. П. Нечуйвітер // Вісник ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Сер. Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління : зб. наук. пр. — Харків, 2010. — № 926. — С. 153–160.
4. Литвин О. М. Про одну кубатурну формулу для обчислення 2 D-коефіцієнтів Фур'є з використанням інтерлінації функцій / О. М. Литвин, О. П. Нечуйвітер // Доп. НАН України. Математика. Природознавство. Технічні науки. — 2010. — № 3. — С. 24–29.
5. Литвин О. М. 2 D-коефіцієнти Фур'є на класі диференційовних функцій та сплайн-інтерлінація / О. М. Литвин, О. П. Нечуйвітер // Таврический вестник информатики и математики. — 2011. — № 1. — С. 51–61.
6. Литвин О. М. Оцінка похибки наближеного обчислення коефіцієнтів Фур'є функції двох змінних за деякою кубатурною формулою на класі диференційовних функцій / О. М. Литвин, О. П. Нечуйвітер // Проблемы машиностроения. — 2011. — Т. 14, № 5. — С. 41–46.
7. Литвин О. М. Сплайн-інтерлінація та оптимальні по точності кубатурні формули обчислення 2 D-коефіцієнтів Фур'є одного класу функцій / О. М. Литвин, О. П. Нечуйвітер // Вісник Харк. нац. ун-ту ім. В. Н. Каразіна. Сер. Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління : зб. наук. пр. — Харків, 2011. — № 960. — С. 207–214.
8. Литвин О. М. 2 D-коефіцієнти Фур'є на класі диференційовних функцій та оператори кусково-сталої сплайн-інтерлінації / О. М. Литвин, О. П. Нечуйвітер // Наукові записки НаУКМа. — К., 2011. — Т. 125. — С. 51–55.
9. Литвин О. М. Оператори кусково-сталої сплайн-інтерлінації та 2 D-коефіцієнти Фур'є на класі Гельдера / О. М. Литвин, О. П. Нечуйвітер // Вісник Харківського національного університету : Сер. Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління : зб. наук. пр. — Харків, 2012. — № 1015. — С. 246–254.
10. Литвин О. М. Інтерлінація та оптимальна за порядком точності кубатурна формула обчислення інтервалів від швидкоосцилюючих функцій / О. М. Литвин, О. П. Нечуйвітер // Електроніка та системи управління. — 2008. — № 4. — С. 30–39.
11. Литвин О. М. Сітковий інформаційний оператор-інтерлінант при побудові оптимальної за порядком точності кубатурної формули обчислення подвійних інтегралів від швидкоосцилюючих функцій / О. М. Литвин, О. П. Нечуйвітер // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2008. — № 6/2. — С. 55–58.
12. Литвин О. М. Деякі аспекти методики викладання курсу «Аналіз Фур'є» для магістрів / О. М. Литвин, О. П. Нечуйвітер // Збірник наукових праць Бердянського держ. пед. ун-ту. — Бердянськ, 2009. — № 4. — С. 223–229.
13. Литвин О. М. Оптимальний за порядком точності метод обчислення 2 D-коефіцієнтів Фур'є за допомогою інтерлінації / О. М. Литвин, О. П. Нечуйвітер // Комп'ютерне моделювання в наукоємних технологіях: пр. на-

ук.-техн. конф. з міжнародною участю, 18-21 травня 2010р., Харків. — Харків, 2010. — Ч. 2. — С. 211–213.
14. Литвин О. М. Оператори кусково-сталої сплайн-інтерлінації та 2 D-коефіцієнти Фур'є на класі Гьольдера / О. М. Литвин, О. П. Нечуйвітер // Компьютерное моделирование в наукоемких технологиях : труды науч.-техн. конф. с междунар. участием, Харьков, 24-27 апреля 2012 г. — Харків, 2012. — С. 262–265.
15. Lytvyn O. N. Methods in the Multivariate Digital Signal Processing with Using Spline-interlineation / O. N. Lytvyn, O. P. Nechuyviter // Proceeding of IASTED International Conferences on Automation, Control and Information Technology (ASIT 2010) (June 15–18 2010). — Novosibirsk, 2010. — P. 90–96.
16. Литвин О. М. Наближене обчислення подвійних інтегралів від швидкоосциюючих функцій з використанням лагранжевої поліноміальної інтерлінації / О. М. Литвин, О. П. Нечуйвітер // Таврійський вісник інформатики та математики. — 2012. — № 1. — С. 66–72.

The paper is devoted to cubature formulas of the evaluating of two-dimensional integral from trigonometric function with using spline-interlineation on the class of differentiable functions in case when information about function is a set of lines.

Key words: *interlineation, cubature formula, two-dimensional integral from trigonometrical function, class of differentiable functions.*

Отримано: 29.03.2016

УДК 517.912

О. М. Омелян, канд. фіз.-мат. наук,
М. М. Сєрова, канд. фіз.-мат. наук

Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка, м. Полтава

ЛІНЕАРИЗАЦІЯ СИСТЕМ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ КОНВЕКЦІЇ-ДИФУЗІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЛОКАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

У роботі розв'язана задача застосування нелокальних перетворень еквівалентності для лінеаризації та знаходження нелокальних анзаців нелінійної системи рівнянь конвекції-дифузії.

Ключові слова: *система рівнянь конвекці-дифузії, лінеаризація, нелокальні перетворення еквівалентності, нелокальні анзаци, нелокальна редукція.*

Вступ. У роботах [11, 8] наведені нелокальні перетворення, які нелінійне рівняння дифузії $u_t = \partial(u^{-2}u_x)$ зводять до лінійного $z_t = z_{xx}$. У роботі [9] ці перетворення узагальнені і показано, що за допомогою даних перетворень нелінійне рівняння дифузії