УДК 372.851

Ольга Ровенська
Донбаська державна машинобудівна академія
ORCID ID 0000-0003-3034-3031
Віктор Астахов
Донбаська державна машинобудівна академія
ORCID ID 0000-0002-3346-5475
DOI 10.24139/2312-5993/2020.01/289-299

УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЗАСОБАМИ НДР З ТЕОРІЇ НАБЛИЖЕННЯ

У роботі показано переваги науково-дослідної роботи студентів (НДРС) з теорії наближення як методу вдосконалення дослідницької складової математичної компетентності студентів інформаційно-технологічних спеціальностей. Запропоновано один зі шляхів досягнення цієї мети – підготовка та проведення наукового дослідження, яке стосується питань наближення класів періодичних функцій тригонометричними поліномами. Цілеспрямоване формування дослідницького стилю мислення в процесі НДРС із теорії наближення сприяє формуванню в майбутнього фахівця здатності використовувати свої математичні знання для розв'язання різноманітних практичних і теоретичних задач, які зустрічаються в професійній діяльності.

***Ключові слова**: науково-дослідна робота студентів, математична компетентність, інформаційно-технологічна спеціальність, теорія наближення.*

Постановка проблеми. Однією з головних вимог підготовки майбутнього спеціаліста інформаційно-технологічної галузі є вимога розвитку творчого, ініціативного спеціаліста, зі сформованими дослідницькими компетентностями та здатного успішно впроваджувати в практику досягнення наукової думки. Неодмінною умовою виконання цієї вимоги є широке залучення студентів до науково-дослідної роботи з математичних дисциплін.

Саме у вищій школі важливо прищепити студентам потяг до наукових досліджень, познайомити з основними властивостями наукового знання, привчити їх мислити критично й самостійно. Таким чином, розвиток математики з одного боку змінює зміст і сутність самих математичних дисциплін, а з іншого підказує нові форми й методи організації та здійснення освітнього процесу.

Науково-дослідна робота студентів із математики розглядається нами як природня частина освітнього процесу спрямована на формування в студентів дослідницької складової математичної компетентності, в основу організації якої покладено актуальні наукові дослідження з пріорітетних напрямів сучасної математики.

Для сучасного етапу розвитку науки й техніки характерно отримання й використання великих обсягів інформації. Як показує досвід, з плином часу ця тенденція тільки посилюється – розвиток обчислювальної техніки, телекомунікацій і реєстраційної апаратури призводять до неухильного зростання кількості даних. Отже, зростають і вимоги до засобів та методів їх обробки й аналізу, що змушує нарощувати обчислювальні потужності створюваних інформаційних систем.

Для низки задач отримання, моделювання або реєстрації даних і їх обробки актуальним є створення єдиного методичного підходу, заснованого на загальних математичних принципах. Спектрально-аналітичні методи відрізняються високою ефективністю й можуть бути обрані в якості ядра такого єдиного підходу, при цьому їх основною перевагою є поєднання цифрових розрахунків з аналітичними перетвореннями й висновками з метою підвищення точності та швидкості обчислень на ЕОМ. Алгоритмічне та програмне забезпечення, що створюється на їх основі, володіє високою універсальністю й може бути включено до програмних та апаратно-програмних комплексів різного призначення.

В узагальненому вигляді етапи дослідницьких і практичних завдань обробки даних, можуть бути записані в такій послідовності:

1. Реєстрація або моделювання даних в експерименті;
2. Виділення або очищення корисної інформації, корекція помилок реєстрації;
3. Аналіз результатів, наукові висновки або діагностика.

Для задач обчислювальної фізики характерні великі обсяги обчислень і необхідність отримання аналітичного подання розрахункових даних для подальшого використання. Досить часто в цих завданнях застосування спектральних підходів є необхідною умовою, при цьому в задачах моделювання апроксимація функцій виконується вже на першому етапі. В основі сучасної медичної діагностики також лежать цифрові методи реєстрації сигналів і зображень, що призводить до отримання великих обсягів інформації. При цьому досить актуальним залишається створення нових методів виділення сигналів, що цікавлять дослідників, із загальної спонтанної активності. Створення цифрових рентгенодіагностичних комплексів також є достатньо актуальним завданням. Застосування таких апаратів позбавляє від необхідності використовувати дорогу рентгенівську фотоплівку, в той самий час надаючи всі переваги комп’ютерної обробки знімків і передачі їх каналами зв’язку. Крім того, цифрова форма реєстрації відкриває нові можливості для розвитку кількісних методів діагностики, і спектрально-аналітичні підходи, безсумнівно, знайдуть тут своє застосування.

Аналіз актуальних досліджень. Проблему формування математичної компетентності в студентів різних спеціальностей вивчали багато вчених: М. С. Вашуленко (Вашуленко, 2010), М. С. Головань

(Головань, 2012), І. М. Зіненко (Зіненко, 2009), Л. Д. Кудрявцев (Кудрявцев, 1977), В. Г. Плахова (Плахова, 2009), С. А. Раков (Раков, 2005), Я. Г. Стельмах (Стельмах, 2011), В. В. Ягупов (Ягупов, 2007) та ін.

У педагогічній науці поняття «математична компетентність» розглядається по-різному залежно від контексту розв'язуваних дослідниками наукових завдань (Зіненко, 2009; Кудрявцев, 1977; Раков С. А., 2005).

О. М. Петрова (Петрова, 2012) стверджує, що математична компетентність – це цілісне утворення особистості, що відображує готовність до вивчення дисциплін, які вимагають математичної підготовки, а також здатність використовувати свої математичні знання для розв'язання різних практичних та теоретичних проблем і задач, які зустрічаються в професійній діяльності.

У працях Н. Г. Ходирєвої (Ходырева, 2001) математична компетентність розглядається як системна властивість особистості суб'єкта, що характеризує його глибоку обізнаність у предметній галузі знань, особистісний досвід суб'єкта, націлений на перспективність у роботі, відкритий до динамічного збагачення, здатний досягати значимих результатів і якості в математичній діяльності.

Мета статті – показати переваги науково-дослідної роботи студентів (НДРС) з теорії наближення як методу вдосконалення дослідницької складової математичної компетентності студентів інформаційно-технологічних спеціальностей. Запропоновано один із **методів** досягнення цієї мети – підготовка та проведення наукового дослідження, яке стосується питань наближення класів періодичних функцій тригонометричними поліномами.

Виклад основного матеріалу. Наведемо приклад науково-дослідної роботи студентів із теорії наближення періодичних функцій дійсної змінної тригонометричними поліномами, що породжуються лінійними методами підсумовування рядів Фур'є. Перед тим, як розпочати безпосереднє дослідження, коротко окреслимо ту сукупність основних питань, які притаманні теорії апроксимації неперервних періодичних функцій. Нагадаємо студентам, що найбільш простим і разом із тим найбільш природним прикладом лінійного процесу апроксимації неперервних періодичних функцій дійсної змінної може служити наближення цих функцій елементами послідовностей частинних сум ряду Фур'є $S_n(f;x)$. Проте, як добре відомо, суми Фур'є даної функції іноді збігаються до неї дуже повільно або взагалі є розбіжними навіть для деяких неперервних функцій. У зв'язку з цим значну кількість досліджень присвячено вивченню апроксимативних властивостей інших методів наближення, які породжуються певними перетвореннями частинних сум ряду Фур'є та дозволяють побудувати послідовності тригонометричних поліномів, що рівномірно збігалися б для кожної функції $f \in C$.

Так, послідовність сум Фейєра $\sigma_n(f;x)$ рівномірно збігається до своєї функції для будь-якої $f \in C$. Суми Валле Пуссена $V_{n,p}(f;x)$ є певним узагальненням сум $\sigma_n(f;x)$ і мають апроксимативні властивості, істотно залежні від параметра p. Тригонометричні поліноми $V_{n,p_1,p_2}(f;x)$, що породжуються повторним застосуванням методу підсумовування Валле Пуссена, є подальшим узагальненням відомих класичних методів Фур'є, Валле Пуссена та Фейєра. За певного вибору параметрів p_1 та p_2 ці поліноми збігаються з сумами $S_n(f;x)$, $V_{n,p}(f;x)$ і $\sigma_n(f;x)$.

Значну кількість методів наближення можна подати у вигляді лінійних середніх рядів Фур'є. За допомогою нескінченної трикутної матриці чисел $\Lambda = \{\lambda_k^{(n)}\}$ кожній функції $f \in C$ ставиться у відповідність послідовність тригонометричних поліномів

$$U_n(f;x;\Lambda) = \frac{a_0(f)}{2}\lambda_k^{(n)} + \sum_{k=1}^{n-1} \lambda_k^{(n)} (a_k(f)\cos kx + b_k(f)\sin kx),$$

де $a_0(f)$, $a_k(f)$, $b_k(f)$, $k \in N$, – коефіцієнти Фур'є функції f. Поліноми $U_n(f;x;\Lambda)$ називаються лінійними середніми ряду Фур'є функції f, що породжуються методом підсумовування $U_n(\Lambda)$.

Задача про знаходження асимптотичних при $n \to \infty$ рівностей для величин

$$E(N;U_n(\Lambda)) = \sup_{f \in N} \left\| f(x) - U_n(f;x;\Lambda) \right\|_X ,$$

де N – фіксований клас 2π-періодичних функцій, $N \subset X$, X – лінійний нормований простір, а $U_n(f;x;\Lambda)$ – певний тригонометричний поліном, породжений лінійним методом $U_n(\Lambda)$ називається задачею Колмогорова–Нікольського, і якщо в явному вигляді знайдено функцію $\varphi(n) = \varphi(N;U_n(\Lambda);n)$ таку, що

$$E(N;U_n(\Lambda)) = \varphi(n) + o(\varphi(n)), \quad n \to \infty,$$

то задача Колмогорова-Нікольського розв'язана на класі функцій N для методу $U_n(\Lambda)$. Більшість досліджень із теорії наближення періодичних функцій стосується саме цієї задачі.

Після цього студенти мають змогу відвідати короткий цикл лекцій з історії розвитку теорії наближення, де вони отримують первинне уявлення про використання методів дослідження інтегральних представлень відхилень поліномів на класах функцій, що виникли й отримали свій розвиток у роботах видатних математиків XX сторіччя С. М. Никольського, С. Б. Стечкіна, Н. П. Корнейчука, В. К. Дзядика та ін.

Відтак пропонуємо студентам вивчити сучасний стан розвитку однієї з екстремальних задач теорії наближення, що стосується наближення аналітичних періодичних функцій дійсної змінної лінійними середніми рядів Фур'є. Просимо пригадати задачі, що використовують засоби теорії наближення зі спецдисциплін, які вони вивчають. Як правило, студенти наводять приклади задач наближення періодичних сигналів у теорії автоматичного керування та можуть правильно проаналізувати тип наближуючого методу. Згадані відомості використовуються надалі під час розв'язання екстремальної задачі. Відтепер студенти можуть взяти участь у постановці задачі.

Постановка задачі. Нехай $L = L_{(0,2\pi)}$ – простір сумовних на $(0;2\pi)$ 2π-періодичних функцій. Найважливішими функціональними просторами, що розглядаються, є такі підмножини з $L_{(0,2\pi)}$: C – простір неперервних 2π-періодичних функцій $f(\cdot)$ з нормою $\|f\|_C = \max|f(\cdot)|$ та M – простір істотно обмежених 2π-періодичних функцій $f(\cdot)$ з нормою $\|f\|_M = \operatorname{ess\,sup}|f(\cdot)|$. Через S_M позначимо одиничну кулю в просторі M, а через S_M^0 позначимо множину функцій $f \in S_M$, які задовольняють умову $\int_{-\pi}^{\pi} f(t)\,dt = 0.$

Розглядаються такі основні класи з множини C. Через H_ω позначають підмножину функцій $f \in C$, що задовольняють умову $|f(t) - f(t')| \le \omega(|t - t'|)$, для будь-яких t, $t' \in R$, де $\omega(t)$ – довільний фіксований модуль неперервності, тобто неперервна напівадитивна неспадна за всіх $t \ge 0$ функція така, що $\omega(0) = 0$. Множину функцій $f \in C$, що мають абсолютно неперервні похідні до $(r-1)$-го, $r \in N$, порядку включно і $\|f^{(r)}\|_M = \operatorname{ess\,sup}|f^{(r)}(\cdot)| \le K$ $(K \equiv \mathrm{const} > 0)$, позначають через KW^r. Крім того, $W^r H_\omega = \{f \in C : f^{(r)} \in H_\omega\}$.

Нехай

$$S[f] = \frac{a_0(f)}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k(f)\cos kx + b_k(f)\sin kx) \overset{\mathrm{df}}{=} \sum_{k=0}^{\infty} A_k(f;x)$$

– ряд Фур'є функції $f \in L$ і пара систем чисел $\bar\psi(k) = (\psi_1(k), \psi_2(k))$ задовольняє умову $\bar\psi^2(k) = \psi_1^2(k) + \psi_2^2(k) \ne 0,\ k = 0,1,\ldots.$

Якщо вираз

$$\sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{\psi_1(k)}{\bar\psi^2(k)} A_k(f;x) - \frac{\psi_2(k)}{\bar\psi^2(k)} \tilde{A}_k(f;x) \right),$$

де

$$\tilde{A}_k(f;x) = a_k(f)\sin kx - b_k(f)\cos kx,$$

є рядом Фур'є деякої сумовної функції, то ця функція називається $\bar\psi$-похідною функції f і позначається $f^{\bar\psi}$. Крім того, функцію $f \in L$ називають $\bar\psi$-інтегралом функції f, якщо $f^{\bar\psi} = f$.

Підмножину функцій $f \in L$, у яких існують $\bar\psi$-похідні, позначають через $\bar{L}^{\bar\psi}$. Множина $\bar\psi$-інтегралів усіх функцій $f \in L$ збігається з множиною функцій, що мають $\bar\psi$-похідні. Підмножина неперервних функцій $f \in \bar{L}^{\bar\psi}$

позначається через $C^{\bar\psi}$, а через $C^{\bar\psi}N$ – клас функцій $f\in C^{\bar\psi}$ таких, що $f^{\bar\psi}\in N$, зокрема

$$C^{\bar\psi}_{\infty}=\{f\in C^{\bar\psi}:\left\|f^{\bar\psi}\right\|_M\le 1\}, C^{\bar\psi}H_{\omega}=\{f\in C^{\bar\psi}: f^{\bar\psi}\in H_{\omega}\}.$$

Якщо існує послідовність $\psi(k)$ і дійсне число β такі, що

$$\psi_1(k)=\psi(k)\cos\frac{\beta\pi}{2}, \psi_2(k)=\psi(k)\sin\frac{\beta\pi}{2},$$

то класи $C^{\bar\psi}N$ переходять у класи (ψ,β)-диференційовних функцій, що позначаються $C^{\psi}_{\beta}N$. При цьому позначають $f^{\bar\psi}(\cdot)=f^{\psi}_{\beta}(\cdot)$. Таке поняття (ψ,β)-похідної узагальнює поняття похідної в розумінні Вейля–Надя та збігається з ним за умови $\psi(k)=k^{-r}, r>0$, тому, якщо $\psi(k)=k^{-r}, r>0$, то $C^{\psi}_{\beta}N=W^r_{\beta}N$. Якщо, крім того, $r\in N$ і $\beta=r+2k$, $k\in Z$, то класи Вейля–Надя KW^r_{β} і $W^r_{\beta}H_{\omega}$ збігаються з класами KW^r і W^rH_{ω} відповідно.

Розглядаються класи $C^{\psi}_{\beta}N$, що породжуються функціями $\psi(k)=q^k$, $q\in(0;1)$. У такому випадку елементи множин $C^{\psi}_{\beta}N$ з точністю до константи представляються у вигляді згортки

$$f(x)=\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}f^{\psi}_{\beta}(x+t)P^q_{\beta}(t)dt, P^q_{\beta}(t)=\sum_{k=1}^{\infty}q^k\cos\left(kt+\frac{\beta\pi}{2}\right), \beta\in R,$$

де $P^q_{\beta}(t)$ – відоме ядро Пуассона. При цьому класи $C^{\psi}_{\beta}N$ містять функції $f(x)$, які є звуженням на дійсну вісь функцій $f(z)=f(x+iy)$, аналітичних у смузі $|\operatorname{Im} z|\le\ln\frac{1}{q}$ і позначаються $C^q_{\beta}N$. Наступний етап дослідження пропонуємо студентам у такому вигляді.

Формулювання результату. Нехай $q\in(0;1)$, $\beta\in R$, p_1, $p_2\in N$, $p_1+p_2<n$. Тоді при $n-p_1-p_2\to\infty$ виконується асимптотична формула

$$E(C^q_{\beta,\infty};V^{(2)}_{n,\bar p})=\frac{8q^{n-p_1-p_2+1}}{\pi^2p_1p_2(1+q)^3}\Pi\left(\frac{4q}{(1+q)^2};\frac{2\sqrt{q}}{1+q}\right)+$$

$$+O(1)\left(\frac{q^{n-p_1-p_2+1}}{p_1p_2(n-p_1-p_2)(1-q)^4}+\frac{q^{n-p_1+1}+q^{n-p_2+1}}{p_1p_2(1-q)^3}\right),$$

де $O(1)$ — величина, рівномірно обмежена щодо n, p_1, p_2, q, β,

$$\Pi(n;k)=\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{du}{\left(1-n\sin^2u\right)\sqrt{1-k^2\sin^2u}}$$

– повний еліптичний інтеграл третього роду.

Студенти відразу не бачать підходів до розв'язання цієї задачі, тому пропонуємо їм скласти *план доведення*, користуючись загальною схемою дослідження інтегральних зображень відхилень тригонометричних поліномів від періодичних функцій, запропонованою в роботах С. М. Нікольського та його послідовників. Відтак, студенти розуміють, що для цього необхідно знайти вирази для величин

$$E(C^q_{\beta}N;U_n(\Lambda))=\sup_{f\in C^q_{\beta}N}\|\delta_n(f;x;\Lambda)\|_C=\sup_{f\in C^q_{\beta}N}\|f(x)-U_n(f;x;\Lambda)\|_C,$$

а також представити їх у більш зручному для заданого випадку вигляді:

$$\delta^{(2)}_{n,\bar{p}}(f;x) \overset{df}{=} \delta_n(f;x;V^{(2)}_{n,\bar{p}}) = \frac{1}{\pi p_1 p_2}\int_{-\pi}^{\pi} f^{q}_{\beta}(x+t)[q^{n-p_1-p_2+1}b^{\beta}_{n-p_1-p_2+1}(t)-$$

$$-q^{n-p_1+1}b^{\beta}_{n-p_1+1}(t)-q^{n-p_2+1}b^{\beta}_{n-p_2+1}(t)+q^{n+1}b^{\beta}_{n+1}(t)]dt,$$

де

$$b^{\beta}_{m}(t) = \frac{1-3q\cos t+3q^2\cos 2t-q^3\cos 3t}{(1-2q\cos t+q^2)^3}\cos\left(mt+\frac{\beta\pi}{2}\right)+$$

$$+\frac{-3q\sin t+3q^2\sin 2t-q^3\sin 3t}{(1-2q\cos t+q^2)^3}\sin\left(mt+\frac{\beta\pi}{2}\right).$$

Студенти легко бачать, що для цього потрібно використати співвідношення

$$f(x)-V^{(2)}_{n,\bar{p}}(f;x) = \frac{1}{p_1p_2}\left(p_1p_2 f(x)-\sum_{k=n-p_1}^{n-1}\sum_{m=k-p_2+1}^{k} S_m(f;x)\right)=$$

$$=\frac{1}{p_1p_2}\sum_{k=n-p_1}^{n-1}\sum_{m=k-p_2+1}^{k}\rho_m(f;x),$$

де

$$\rho_m(f;x)=f(x)-S_m(f;x).$$

Подальша робота полягає в значних аналітичних обчисленнях, що без сумніву, сприяє покращенню математичних компетентностей, пов'язаних із точними та наближеними методами. Відправляючись від інтегрального зображення величини $\delta^{(2)}_{n,\bar{p}}(f;x)$, вивчимо асимптотичну поведінку при $n\to\infty$ величин

$$E(C^{q}_{\beta,\infty};V^{(2)}_{n,\bar{p}}) = \sup_{f\in C^{q}_{\beta,\infty}}\|f(x)-V^{(2)}_{n,\bar{p}}(f;x)\|_C .$$

Оскільки для функцій $f\in C^{q}_{\beta,\infty}$ виконується умова $\operatorname{ess\,sup}_{x\in R}|f^{q}_{\beta}(x)|\le 1$, отримуємо

$$E(C^{q}_{\beta,\infty},V^{(2)}_{n,\bar{p}}) \le \frac{q^{n-p_1-p_2+1}}{p_1p_2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}|b^{\beta}_{n-p_1-p_2+1}(t)|\,dt+$$

$$+O(1)\left(\frac{q^{n-p_1+1}}{p_1p_2}\int_{-\pi}^{\pi}|b^{\beta}_{n-p_1+1}(t)|\,dt+\frac{q^{n-p_2+1}}{p_1p_2}\int_{-\pi}^{\pi}|b^{\beta}_{n-p_2+1}(t)|\,dt+\frac{q^{n+1}}{p_1p_2}\int_{-\pi}^{\pi}|b^{\beta}_{n+1}(t)|\,dt\right),$$

де величину $b^{\beta}_{m}(t)$ визначено вище.

Ураховуючи, що класи $C^{q}_{\beta,\infty}$ інваріантні щодо зсуву аргументу, можна отримати таке співвідношення

$$E(C^{q}_{\beta,\infty};V^{(2)}_{n,\bar{p}}) = \sup_{f\in C^{q}_{\beta,\infty}}\|\delta^{(2)}_{n,\bar{p}}(f,0)\|_C .$$

Отже, студенти доходять висновку, що необхідно знайти функцію $f_0(x)$, для якої має місце рівність

$$\delta^{(2)}_{n,\bar{p}}(f_0;0) = \frac{q^{n-p_1-p_2+1}}{p_1p_2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}|b^{\beta}_{n-p_1-p_2+1}(t)|\,dt+$$

$$-\frac{O(1)}{p_1 p_2}(q^{n-p_1+1}\int_{-\pi}^{\pi}|b_{n-p_1+1}^{b}(t)|\,dt+q^{n-p_2+1}\int_{-\pi}^{\pi}|b_{n-p_2+1}^{b}(t)|\,dt+$$

$$+q^{n+1}\int_{-\pi}^{\pi}|b_{n+1}^{b}(t)|\,dt+\frac{q^{n-p_1-p_2+1}}{(n-p_1-p_2)(1-q)^4}).$$

Для будь-якої $f\in C_{b,\infty}^{q}$ можна записати

$$\delta_{n,\bar{p}}^{(2)}(f;0)=\frac{q^{n-p_1-p_2+1}}{p_1p_2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}f_b^{q}(0+t)b_{n-p_1-p_2+1}^{b}(t)dt+$$

$$+\frac{O(1)}{p_1p_2}(q^{n-p_1+1}\int_{-\pi}^{\pi}|b_{n-p_1+1}^{b}(t)|\,dt+q^{n-p_2+1}\int_{-\pi}^{\pi}|b_{n-p_2+1}^{b}(t)|\,dt+-q^{n+1}\int_{-\pi}^{\pi}|b_{n+1}^{b}(t)|\,dt).$$

Зрозуміло, що для $f_b^{q}(t)=\operatorname{sign}b_{n-p_1-p_2+1}^{b}(t)$ має місце рівність

$$\int_{-\pi}^{\pi}f_b^{q}(0+t)b_{n-p_1-p_2+1}^{b}(t)dt=\int_{-\pi}^{\pi}|b_{n-p_1-p_2+1}^{b}|(t)dt,$$

проте функція $\operatorname{sign}b_{n-p_1-p_2+1}^{b}(t)$ може не належати до S_M^0, оскільки для неї необов'язково виконується умова

$$\int_{-\pi}^{\pi}\operatorname{sign}b_{n-p_1-p_2+1}^{b}(t)dt=0.$$

Після обговорення студенти помічають, що цю функцію можна змінити на періоді таким чином, щоб для отриманої функції $y_0(t)$ виконувалась умова $\int_{-\pi}^{\pi}y_0(t)dt=0$ і функція $y_0(t)$ відрізнятиметься на періоді від $\operatorname{sign}b_{n-p_1-p_2+1}^{b}(t)$ лише на множині, міра якої менша за $K(n-p_1-p_2)^{-1}(1-q)^{-1}$.

Отже, студенти самостійно можуть зробити висновок, що справджується рівність

$$E(C_{b,\infty}^{q};V_{n,\bar{p}}^{(2)})=\frac{q^{n-p_1-p_2+1}}{\pi p_1p_2}\int_{-\pi}^{\pi}|b_{n-p_1-p_2+1}^{b}(t)|\,dt+$$

$$\cdot O(1)\left(\frac{q^{n-p_1-p_2+1}}{p_1p_2(n-p_1-p_2)(1-q)^4}+\frac{q^{n-p_1+1}+q^{n-p_2+1}}{p_1p_2(1-q)^3}\right)$$

Відтак, студенти розглядають можливі способи обчислення інтегралів такого типу. Використовуючи їх до заданої ситуації, встановлюють, що для обчислення їх потрібно використати вивчені до цього методи інтегрування тригонометричних функцій та відомі властивості адитивності та лінійності визначеного інтегралу. Виконуючи серію обчислень, отримують

$$J_m=\frac{4}{\pi}\int_0^{\pi}\Gamma^{3/2}(x)dx+O(m^{-1})=\frac{4}{\pi}\int_0^{\pi}\frac{dx}{(1-2q\cos x+q^2)^{3/2}}+O(\frac{1}{m})=$$

$$=\frac{8}{\pi(1+q)^3}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{du}{(1-\frac{4q}{(1+q)^2}\sin^2u)^{3/2}}+O(\frac{1}{m}).$$

Уважно розглянувши результат, студенти помічають, що виникла ще одна підзадача: чи надає отримана асимптотична формула розв'язання відомої задачі Колмогорова-Нікольського? *Аналіз* встановленої залежності показує, що відповідь залежить від поведінки параметрів, що визначають наближуючі поліноми. Пропонуємо студентам самостійно провести такий аналіз та отримати умови, за яких повторні суми Валле Пуссена надають кращий порядок наближення, ніж класичні.

Висновки. Дослідницька робота студентів із питань наближення періодичних функцій тригонометричними поліномами, що породжуються лінійними методами підсумовування рядів Фур'є формує навички наукової праці, що включають якісне вивчення літератури та пошук інформації, аналіз останніх досліджень з обраного напряму, постановку задачі, самостійне отримання нового результату а також власні узагальнення й висновки. Цілеспрямоване формування стилю мислення студентів у процесі науково дослідної роботи з теорії наближення сприяє цілісній орієнтації на становлення такого фахівця, якому властиві не тільки професійні знання, але й висока культура мислення, методологічні принципи пошуку й застосування знань.

ЛІТЕРАТУРА

Вашуленко, М. С. (2010). Предметна математична компетентність як дидактична категорія. *Початкова школа, 11,* 3-9. (Vashulenko, M. S. (2010). Mathematical competence as a didactic category. *Elementary School, 11,* 3-9.)

Головань, М. С. (2012). Математичні компетентності чи математична компетентність? *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2012»: матеріали міжнародної науково-методичної конференції*, 36-38. (Holovan, M. S. (2012). Mathematical competences or Mathematical competence? *Development of intellectual skills and creative abilities of students while learning subjects of natural and mathematical cycle "ITM*plus – 2012": Proceedings of International scientific and technical conference*, 36-38.)

Зіненко, І. М. (2009). Визначення структури математичної компетентності учнів старшого шкільного віку *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, *2,* 165-174. (Zinenko, I. M. (2009). Determination of the structure of mathematical competence of senior schoolchildren. *Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*, *2,* 165-174.)

Кудрявцев, Л. Д. (1977). *Мысли о современной математике и ее изучении*. М.: Наука. (Kudryavtsev, L. D. (1977). *Thoughts on modern mathematics and its study*. M.: Nauka.)

Плахова, В. Г. (2009). Формирование математической компетентности у студентов технических вузов: (дис. … канд. пед. наук: 13.00.02.). Пенза. (Plahova, V. G. (2009). The formation of mathematical competence among students of technical universities: (PhD thesis). Penza).

Петрова, Е. М. (2012). Понятие «математическая компетентность будущего специалиста технического профиля» в контексте компетентностного подхода. *Современные проблемы науки и образования*, *1.* Режим доступа: www.science-education.ru/101-5504. (Petrova, E. M. (2012). The concept of «mathematical competence of a future technical specialist» in the context of a competency-based approach. *Modern problems of science and education, 1.* Retrieved from: www.science-education.ru/101-5504).

Раков, С. А. (2005). *Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ.* Х.: Факт. (Rakov, S. A. (2005). *Mathematics Education: Competent Approach Using ICT*. H.: Fact.)

Раков, С. А. (2005). Формування математичних компетентностей випускника школи як місія математичної освіти. *Математика в школі, 5*, 2-8. (Rakov, S. A. (2005). Formation of school-leaver's mathematical competence as a mission of mathematics education. *Mathematics at School, 5*, 2-8.)

Стельмах, Я. Г. (2011). *Формирование профессиональной математической компетентности студентов – будущих инженеров* (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08). Самара. (Stel'mah, Ja. G. (2011). *Formation of professional mathematical competence of students – future engineers* (PhD thesis abstract). Samara.

Ходырева, Н. Г. (2001). Становление математической компетентности будущего учителя при подготовке в педагогическом вузе. *Педагогические проблемы становления субъектности школьника, студента, педагога в системе непрерывного образования, 3,* 67-70. (Hodureva, N. G. (2001). The formation of the mathematical competence of a future teacher in training at a pedagogical university. *Pedagogical problems of the subjectivity of a schoolchild, student, teacher in the system of continuing education, 3,* 67-70.)

Ягупов, В. В., Свистун, В. І. (2007). Компетентнісний підхід до підготовки фахівців у системі вищої освіти. *Наукові записки НаУКМА: Педагогічні, психологічні науки та соціальна робота, 71,* 3-7. (Yahupov, V. V., Svystun, V. I. (2007). Competence approach to training specialists in higher education. *Scientific Notes of NaUKMA: pedagogical, psychological sciences and social work*, *71,* 3-7.)

РЕЗЮМЕ

Ровенская Ольга, **Астахов Виктор**. Усовершенствование математической компетентности студентов информационно-технологических специальностей средствами НДР по теории приближения.

В работе показаны преимущества НИРС по теории приближения как метода усовершенствования исследовательской составляющей математической компетентности студентов информационно-технологических специальностей. Предложен один из путей достижения этой цели – подготовка и проведение научного исследования, которое касается вопросов приближения классов периодических функций тригонометрическими полиномами. Целенаправленное формирование исследовательского стиля мышления в процессе НИРС по теории приближения способствует формированию у будущего специалиста способности использовать математические знания для решения практических и теоретических задач в профессиональной деятельности.

Ключевые слова*:* *научно-исследовательская работа студентов, математическая компетентность, информационно-технологическая специальность, теория приближения.*

SUMMARY

Rovenska Olha , Astakhov Viktor*.* Improvement of the mathematical competence of students of information-technological specialties by means of research on the theory of approximation.

The research work of students in mathematics is considered as part of the educational process aimed at formation in students of the research component of mathematical competence, which is based on the organization of current scientific research in the priority *fields of modern mathematics. For a number of tasks of obtaining, modeling or registering data and processing them, it is important to create a unified methodological approach based on common mathematical principles. Spectral-analytical methods are highly efficient and can be selected as the nucleus of such a single approach, with their main advantage being the combination of digital calculations with analytical transformations and conclusions in order to improve the accuracy and speed of computer calculations. The advantages of the research work of students on the theory of approximation as a method of improving the research component of mathematical competence of students of information and technological specialties are shown in the work. One of the ways to achieve this goal is to prepare and conduct a scientific study concerning approximation in classes of periodic functions by the trigonometric polynomials generated by linear methods of summation of Fourier series in a uniform metric. A prerequisite for conducting research on the theory of approximation of periodic functions and the theory of the Fourier series is presence in students of deep professional knowledge of elementary mathematics and mathematical analysis, creative abilities, as well as basic knowledge of other fundamental disciplines. To do this, it is necessary to achieve in advance a level of fundamental, and, in particular, mathematical knowledge that would allow the student to use them freely while performing scientific research. Research work of students on the approximation of periodic functions by trigonometric polynomials generated by linear methods of summation of Fourier series forms the skills of scientific work, including qualitative study of literature and information search, analysis of recent studies in the chosen direction, formulation of the problem, self-study own generalizations and conclusions. Purposeful formation of a research style of thinking in the process of research on the theory of approximation contributes to the formation of a future specialist's ability to use their mathematical knowledge to solve various practical and theoretical problems encountered in professional activity.*

Key words: students research, mathematical competence, information technology specialty, approximation theory.

UDC 378.015.31:17.022.1:811.111

Olesia Silchuk
Poltava State Agrarian Academy
ORCID ID 0000-0001-8284-1417
DOI 10.24139/2312-5993/2020.01/299-308

THE PROBLEM OF MORAL VALUES AMONG THE AGRARIAN UNIVERSITY STUDENTS: A ROLE OF HUMANITIES

The paper deals with the problem of moral values among future specialists in agriculture. The aim of the study is to investigate the state of moral values development of agrarian university students and to show an important role of humanities in the development of moral values in the training process of agrarian universities in Ukraine. Moral values are studied with a method of questionnaire developed by the other. The results of the research demonstrate that the current system of training in agrarian universities does not provide the appropriate level of moral values. It proves the necessity for the development of efficient methods and techniques to develop students' moral values.

Key words: future specialists in agriculture, moral values, diagnostics, state of development of moral values, humanities.