



СТУДЕНТСЬКІ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ ЗАПИСКИ

№ 1

**МІНІСТЕРСТВО ФІНАНСІВ УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ ДЕРЖАВНОЇ
ФІСКАЛЬНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ОБЛІКУ АНАЛІЗУ ТА АУДИТУ**

**СТУДЕНТСЬКІ
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ
ЗАПИСКИ**

Збірник наукових праць

№ 1

**Ірпінь
2021**

УДК 51:53(08)

ББК 22.1я54+22.3я54

С 88

*Рекомендовано до друку
Вченою радою ННІ обліку аналізу та аудиту*

Редакційна колегія: М. М. Семко, д-р фіз.-мат. наук, професор (голов. ред); О. Ю. Бащук, канд. фіз.-мат. наук, доцент; Л. В. Скасків, канд. фіз.-мат. наук, доцент; О. Б. Чернобай, канд. фіз.-мат. наук, доцент; О. А. Ярова, канд. фіз.-мат. наук, доцент.

С 88

Студентські фізико-математичні записки :
збірник наукових праць. – Ірпінь : Університет
ДФС України, 2021. – № 1. – 82 с.

Збірник складається з наукових робіт магістрів кафедри вищої математики Університету державної фіскальної служби України, присвячених сучасним проблемам математики та методичним принципам її викладання.

Для студентів математичних спеціальностей.

Матеріали розміщено у авторській редакції.

Відповідальність за зміст матеріалів, їх відповідність вимогам чинного правопису і достовірність фактів та статистичних даних несуть автори та їх наукові керівники.

УДК 51:53(08)

ББК 22.1я54+22.3я54

© ННІ обліку, аналізу та аудиту, 2021

© Університет ДФС України, 2021

ЗМІСТ

Скорик М. О., Семко М. М.

Про одну характеристизацію неперіодичних
метагамільтонових груп..... 4

Мікулін Д. М., Семко М. М.

Про групи з умовою щільності нормальності
для неперіодичних неабелевих підгруп 17

Нестерчук К. С., Семко М. М.

Групи з умовою щільності нормальності
для неперіодичних абелевих підгруп 27

Огороднік Н. Ю., Чернобай О. Б.

Приклади використання сучасних технологій
в навчанні математики..... 34

Богдан С. В., Семко М. М.

Про групи з умовою щільності нормальності
для нескінченних підгруп..... 40

Ключко О. О., Панченко А. С., Башук О. Ю.

Методика вивчення теми «Похідна та її застосування» на
поглибленому рівні в курсі алгебри та початків аналізу..... 46

Проданик В. Б., Семко М. М.

Про неперіодичні неабелеві групи із щільною
системою неперіодичних неабелевих підгруп 59

Гончар С. В., Кучер А. О., Башук О. Ю.

Методика вивчення нерівностей та їх систем
в загальних навчальних закладах..... 69

В. Б. Проданик,
магістрант спеціальності «Математика»

Науковий керівник:
М. М. Семко,
доктор фізико-математичних наук, професор
(Університет ДФС України, м. Ірпінь)

ПРО НЕПЕРІОДИЧНІ НЕАБЕЛЕВІ ГРУПИ ІЗ ЩІЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ НЕПЕРІОДИЧНИХ НЕАБЕЛЕВИХ ПІДГРУП

Анотація. Будемо говорити, що неабелева група G має щільну систему нормальних неперіодичних неабелевих підгруп, якщо для будь-якої такої пари неперіодичних неабелевих підгруп $A < B$, що A не максимальна в B , існує нормальна в G підгрупа N , розташована між A і B , тобто $A \leq N \leq B$ (УЩН[НН]-група). Доведено, що нескінченний комутант УЩН[НН]-групи абелевий.

Ключові слова: неперіодична неабелева підгрупа, нормальна підгрупа, комутант групи, дедекіндова група, метатагмільтонова група, локально ступінчаста група.

Annotation. We will say that a non-Abelian group G has a dense system of normal non-periodic non-Abelian subgroups, if for any such pair of non-periodic non-Abelian subgroups $A < B$ that A is not maximal in B , there exists a normal subgroup N located between A and B , ie. $A \leq N \leq B$ (CND [NN]-group). It is proved that the infinite commutator of the CND [NN]-group is Abelian.

Keywords: nonperiodic non-Abelian subgroup, normal subgroup, group commutator, Dedekind group, metagamiltonian group, locally graded group.

Будь-яка група може бути в тій чи іншій мірі описана за допомогою її підгруп. Будова будь-якої групи в значній мірі

залежить від впливу на неї систем підгруп з певними властивостями. Можна виділити наступні важливі фактори, які в певному сенсі характеризують структуру групи: наявність тієї чи іншої системи підгруп, розміри цієї системи, взаємодія підгруп, що належать до цієї системи, з іншими підгрупами тощо. При цьому одні системи підгруп мають істотний вплив на структуру групи, інші – менш значний. Зокрема, з класичних робіт Р. Дедекінда [1] та Р. Бера [2], у яких описані дедекіндові групи (групи, всі підгрупи яких нормальні), почалося вивчення довільних груп G , у яких деяка система підгруп Σ групи G задовольняє умову нормальності. Цей напрямок є одним з важливих в теорії груп. Його головною метою є опис узагальнень дедекіндових груп, який здійснюється вивченням груп з малими системами ненормальних підгруп. Якщо в групі всі циклічні підгрупи нормальні, то і всі її підгрупи нормальні. Тому виникає питання про будову груп, всі нециклічні підгрупи яких нормальні, тобто система всіх ненормальних підгруп складається тільки з циклічних підгруп. Це питання було поставлено С. М. Черніковим [3]. Розв'язанню цього питання присвячена робота Ф. М. Лимана [4]. У цьому ряду слід також згадати метагамільтонові групи, вивчення яких потребувало досить великого проміжку часу, хоча про них не можна сказати, що система їх ненормальних підгруп буде малою. Але це можна стверджувати, якщо глянути на опис цих груп. Метагамільтоновими називаються групи, всі неабелеві підгрупи яких нормальні. Їх вивчення розпочали М. Ф. Сесекін та Г. М. Ромаліс [5–7]. Воно було продовжено В. Т. Нагребецьким [8] та О. О. Махньовим [9] і завершено у циклі робіт М. Ф. Кузенного та М. М. Семка [10–20].

Дана робота присвячена неперіодичним неабелевим групам із щільною системою нормальних неперіодичних неабелевих підгруп. Поняття щільності для нормальних почав розглядати А. Манн [21]. Точніше, він почав розглядати групи, які задовольняють наступну умову: для будь-якої пари таких підгруп H, K групи G , що $H \leq K$ та H не максимальна в K існує

нормальна підгрупа S з властивістю $H < S \leq K$. Поняття щільності було узагальнено С. М. Черніковим (див., наприклад, [3, розділ 7]). Він же ввів поняття умов щільності і строгої щільності для будь-якої теоретико-групової властивості V (доповнюваності, субнормальності, майже нормальності і т. д.) системи підгруп Σ . Властивість V підгруп групи G називається щільною (строго щільною) по відношенню до системи підгруп Σ , якщо для будь-яких підгруп A і B із Σ , де A – власна немаксимальна підгрупа з B , існує така підгрупа H із властивістю V , що $A \leq H \leq B$ ($A < H < B$). Ці поняття широко використовувалися в роботах С. М. Чернікова і його учнів (М. С. Черніков, Л. А. Курдаченко, М. Ф. Кузенний, В. В. Пилаєв, В. Е. Горещкий, М. М. Семко).

Різноманітні умови щільності нормальності для системи підгруп Σ групи G у роботах М. М. Семка (див., наприклад, [31]) базуються на поняттях: відрізка $([A; B])$ –, інтервалу $((A; B))$ –, напівінтервалу $((A; B])$ –, напівінтервалу $([A; B))$ підгруп групи G , кожний із яких є множиною всіх підгруп X групи G таких, що A і B із Σ , A – підгрупа з B і відповідно: $A \leq X \leq B$; $A < X < B$; $A < X \leq B$; $A \leq X < B$. Потужність відрізка, інтервалу, півінтервалу підгруп групи G називається його модулем, порядком або довжиною і позначається відповідно: $|[A; B]|$; $|(A; B)|$; $|(A; B]|$; $|[A; B)|$. За означенням $|[A; B]| \geq 1$, тобто A – підгрупа з B , при $|[A; B]| > 1$ A – власна підгрупа з B , при $|[A; B]| > 2$ A – власна немаксимальна підгрупа з B .

У цій термінології А. Манн [21] розглядав групи, у яких Σ – система всіх підгруп групи G і для кожного відрізка $[A; B]$ такого, що $|[A; B]| > 2$ справедливе співвідношення $[A; B) \ni N \triangleleft G$.

М. М. Семко [22–31] описав локально ступінчасті групи G , у яких $|[A; B]| > 1$, Σ – система всіх підгруп групи G , $[A; B) \ni N \triangleleft G$ та їх підкласи.

Метою даної роботи є дослідження комутанта $U\mathcal{C}H[HH]$ -груп, тобто неабелевих груп G , у яких $|[A; B]| > 2$, A –

неперіодична неабелева підгрупа та $[A; B] \ni N \triangleleft G$. Доведено, що нескінченний комутант $U\mathcal{C}H[HH]$ -групи абелевий. Цей результат показує, що дані групи є можливим узагальненням неперіодичних метабільтонових груп, опис яких одержано в роботі [14].

Лема 1. *Комутант локально ступінчастої $U\mathcal{C}H[HH]$ -групи G не може бути нескінченною неабелевою групою.*

Доведення. Нехай G' – нескінченна неабелева група. Легко показати, що тоді комутант G' є черніковською групою з максимальним абелевим нормальним дільником R . Покажемо, що R міститься в центрі групи $Z(G)$. Дійсно, нехай a – елемент нескінченного порядку із G , $b \in R \setminus C_R(a)$ і R_I – нормальна в G скінченна підгрупа із R , що містить елемент b . Легко показати,

що існує таке просте число p , що підгрупа $\langle R_I, a^{p^2} \rangle$ неперіодична неабелева. Тоді за означенням $U\mathcal{C}H[HH]$ -груп в групі G існує така нормальна підгрупа X , що:

$$R_I \langle a^{p^2} \rangle \leq X \leq R_I \langle a \rangle,$$

зокрема, $X' \neq \langle 1 \rangle$. Очевидно, що фактор-група G/X є розв'язною групою з щільною системою нормальних підгруп. За наслідком 1.4.1 із [31] група G/X має скінченний комутант. Но тоді підгрупа $X \cap G'$ має скінченний індекс в G' , що неможливо, оскільки $X \cap G' = R_I$. Отже, всі елементи нескінченного порядку належать централізатору підгрупи R у групі G .

Нехай тепер u – довільний елемент скінченного порядку із R і a_I – фіксований елемент нескінченного порядку. Тоді елемент ua_I має нескінченний порядок (всі елементи скінченного порядку із G складають в G , очевидно, нормальну підгрупу) і тому переставний із всіма елементами із G . Но тоді цю властивість має і елемент u і, значить, $R \leq Z(G)$. Тому

підгрупа G' представляється у вигляді $G' = RS$, де підгрупа S скінченна і неабелева. Звідси випливає, що підгрупа G' шарово скінченна і, значить, містить скінченну множину спряжених з S підгруп. Підгрупа S_1 , яка породжена в G цими підгрупами, є скінченною неабелевою нормальною в G . Розглянемо факторгрупу G/S_1 . Очевидно, що G/S_1 є групою з щільною системою нормальних нескінченних підгруп, яка містить елементи нескінченного порядку. Тоді завдяки теоремі 1.2.1 із [31] група G/S_1 абелева, що неможливо, оскільки S_1 не містить G' . Лема доведена.

Лема 2. *Не існує без скруту УЩН[НН]-груп, комутант яких міститься в центрі.*

Доведення. Очевидно, що лему достатньо довести для груп із двома твірними елементами. Нехай a і d – твірні елементи даної групи G і $[a, d] = c$. Якщо $c \neq 1$, то із співвідношення $d^1 a d = ac$ випливає, що $d^1 a^n d = a^n c^n$ для всіх натуральних чисел n . Но тоді $d^1 a^n d \neq a^n$ і тому при кожному n група $\langle a^n, d \rangle$ неабелева. Очевидно, що коли m ділить n і $n \neq m$ завжди $\langle a^n, d \rangle < \langle a, d \rangle$ і по означенню групи G існує така нормальна неперіодична неабелева підгрупа X , що:

$$\langle a^{n^3}, d \rangle \leq X \leq \langle a^m, d \rangle,$$

де $m \neq 1$. Звідси випливає, що підгрупа X не містить елемент c , а, значить, і елемент $a^{-1} d a = d c$, що неможливо завдяки нормальності X в G (в тому, що підгрупа $\langle a^n, d \rangle$ при $n > 1$ не містить елемент c неважко переконатися тим фактом, що центри груп $\langle a^n, d \rangle$ і $\langle a, d \rangle$ співпадають відповідно з підгрупами $\langle c^n \rangle$ і $\langle c \rangle$). Отримана суперечність означає, що $c = 1$ і, значить, група G абелева. Лема доведена.

Лема 3. *Не існує без скруту локально ступінчастих УЩН[НН]-груп.*

Доведення. Як і попередню, цю лему доведемо тільки для груп G із двома твірними елементами. Нехай G – локально ступінчаста $УЩН[НН]$ -група з двома твірними елементами. Зрозуміло, що фактор-група G/G' нескінченна. Оскільки G має скінченне число твірних елементів, то звідси випливає, що у фактор-групі G/G' є елементи нескінченного порядку. Но тоді в групі G існує неабелева підгрупа, яка має тривіальний перетин із підгрупою G' .

Нехай $C_G(G')$ будь-який елемент x , для якого $\langle x \rangle \cap G' = \langle 1 \rangle$ і нехай $\langle a \rangle$ – така нескінченна циклічна підгрупа, що $\langle a \rangle \cap G' = \langle 1 \rangle$. Якщо тепер b – довільний елемент із G для якого $\langle b \rangle \cap G' \neq \langle 1 \rangle$, то, очевидно, $\langle ab \rangle \cap G' = \langle 1 \rangle$ і тому $ab \in C_G(G')$. Оскільки $a \in C_G(G')$, то звідси одержуємо, що $b \in C_G(G')$. Таким чином, підгрупа G' міститься в $Z(G)$, що суперечить лемі 2. Отже, в групі G існує елемент d , для якого $\langle d \rangle \cap G' = \langle 1 \rangle$ і $d \notin C_G(G')$.

За лемою 1 комутант G' абелевий і тому група G фінітно апроксимуєма. Но тоді неважко переконатись, що в її комутанті G' існує ланцюг:

$$N_1 > N_2 > \dots > N_k > \dots$$

нормальних в G підгруп, причому індекси $[G' : N_i]$, $i = 1, 2, \dots$ скінченні. Розглянемо підгрупи $M_k = N_k \langle d \rangle$, $k = 1, 2, \dots$ і виділемо спочатку випадок, коли існує як завгодно велике число k , для якого підгрупа M_k неабелева. Очевидно, що тоді для кожного значення k знайдеться просте число $p = p(k)$ таке, що

елементи d^{p^i} , $i = 1, 2, \dots$ не належать $C_G(N_k)$. За означенням групи G в ній існує неперіодична неабелева підгрупа X_k така, що:

$$N_k \langle d^{p^2} \rangle \leq X \leq N_k \langle d \rangle.$$

Но тоді фактор-групи G/X_k є розв'язними групами з щільною системою нормальних підгруп і тому за наслідком 1.4.1 із [31] порядки їх комутантів обмежені в сукупності

деяким числом m . Якщо k вибрати так, щоб індекс $[G : N_k]$ був більший m , то отримаємо суперечність: з одного боку індекс підгрупи $N_k = M_k \cap G'$ як показано вище не перебільшує m , з другого боку він по вибору підгрупи N_k більше m . Таким чином, підгрупа M_k абелева для всіх k розпочинаючи з деякого числа k_0 .

Розглянемо підгрупу $G' < d >$. В її фактор-групі $G' < d > / N_{k_0}$, очевидно, існує абелева підгрупа $G' < d^n > / N_{k_0}$. Но тоді група $G' < d^n >$ задовольняє умову леми 2 і тому абелева, тобто підгрупа $N_{k_0} < d^n >$ належить центру групи $G' < d >$. Оскільки індекс підгрупи $N_{k_0} < d^n >$ в $G' < d >$ скінченний, то звідси випливає, що в групі $G' < d >$ не існує нескінченних класів спряжених елементів. Но тоді із-за відсутності в $G' < d >$ елементів скінченного порядку випливає абелевість групи $G' < d >$ [3], що суперечить вибору елемента d . Одержана суперечність і доводить лему. Лема доведена.

Лема 4. *Комутант локально ступінчастої неперіодичної УЩН[НН]-групи G не може бути абелевою групою без скруту.*

Доведення. Нехай комутант G' групи G є абелевою групою без скруту. Тоді завдяки тому, що фактор-група G/G' не може бути абелевою групою без скруту (лема 2) періодична частина P/G' групи G/G' неодиначна. Підгрупа P , очевидно, містить відмінні від одиниці елементи скінченного порядку. Нехай b – один із них. Розглянемо неперіодичну підгрупу $G' < b >$. Якщо вона абелева, то це означає, що всі елементи скінченного порядку групи P належать $C_{G'}(P)$. Оскільки група $C_{G'}(P)$, очевидно, нільпотентна, то вони складають в ній, а, значить, і в G нормальну підгрупу H . Фактор-група G/H , очевидно, без скруту і тому за лемою 3 абелева, що неможливо, оскільки H не містить G' . Якщо підгрупа $G' < b >$ неабелева, то в силу [3] в ній існує нескінченна послідовність:

$$N_1 > N_2 > \dots > N_k > \dots$$

неперіодичних неабелевих підгруп. За означенням $УЩН[НН]$ -груп можна вважати, що $N_i \triangleleft G$, $i = 1, 2, \dots$. Фактор-групи $G' \langle b \rangle / N_i$ є нескінченними розв'язними $УЩН[]$ -групами. Тоді завдяки [31] порядки елементів комутантів $G' \langle b \rangle / N_i$ обмежені у сукупності числом m . Якщо тепер підгрупу N_i вибрати так, щоб індекс $[G' \langle b \rangle : N_i]$ був більший m , то легко приходимо до суперечності. Лема доведена.

Теорема 5. *Нескінченний комутант локально ступінчастої $УЩН[НН]$ -групи G є періодичною абелевою групою.*

Доведення. Якщо G' містить елементи нескінченного порядку, то за лемою 1 підгрупа G' абелева. Нехай A – періодична частина групи G' . Тоді комутант G'/A групи G/A є абелевою групою без скруту, що завдяки лемі 4 неможливо. Отримана суперечність доводить, що комутант G' є періодичною групою. Тоді за лемою 1 G' – абелева група. Теорема доведена.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **Dedekind R.** *Über Gruppen, deren sammtliche Teiler Normalteiler sind* // Math. Annalen. – 1897. – **48**. – S. 548–561.
2. **Baer R.** *Situation der Untergruppen und Struktur der Gruppe* // S.-B. Heidelberg Akad. – 1933. – **2**. – S. 12–17.
3. **Черников С. Н.** *Группы с заданными свойствами системы подгрупп.* – М.: Наука, 1980. – 384 с.
4. **Лиман Ф. М.** *Групи з інваріантними нециклічними підгрупами* // Доп. АН УРСР. – 1967. – № 12. – С. 1 073–1 075.
5. **Ромалис Г. М., Сесекин Н. Ф.** *О метабильных группах I* // Мат. зап. Урал. ун-та. – 1966. – **5**, № 3. – С. 45–49.
6. **Сесекин Н. Ф., Ромалис Г. М.** *О метабильных группах II* // Мат. зап. Урал. ун-та. – 1968. – **6**, № 5. – С. 50–53.
7. **Ромалис Г. М., Сесекин Н. Ф.** *О метабильных группах III* // Мат. зап. Урал. ун-та. – 1970. – **7**, № 3. – С. 195–199.

8. **Нагребецкий В. Т.** *Конечные ненильпотентные группы, любая неабелева подгруппа которых инвариантна* // Мат. зап. Урал. ун-та. – 1967. – 6, № 1. – С. 80–88.

9. **Махнев А. А.** *О конечных метагамильтоновых группах* // Мат. зап. Урал. ун-та. – 1976. – 10, № 1. – С. 60–75.

10. **Кузенный Н. Ф., Семко Н. Н.** *Строение разрешимых ненильпотентных метагамильтоновых групп* // Мат. заметки. – 1983. – 34, № 2. – С. 179–188.

11. **Семко Н. Н., Кузенный Н. Ф.** *Строение метациклических метагамильтоновых групп.* – К.: Киев. пед. ин-т, 1983. – 22 с.

12. **Семко Н. Н., Кузенный Н. Ф.** *О строении бесконечных нильпотентных периодических метагамильтоновых групп* // Строение групп и их подгрупповая характеристика. – К.: Ин-т математики АН УССР, 1984. – С. 101–111.

13. **Кузенный М. Ф., Семко М. М.** *Будова розв'язних метагамильтонових груп* // Доп. АН УРСР. – 1985. – № 2. – С. 6–9.

14. **Кузенный Н. Ф., Семко Н. Н.** *О строении непериодических метагамильтоновых групп* // Изв. вузов. Математика. – 1986. – № 11. – С. 32–40.

15. **Кузенный М. Ф., Семко М. М.** *Метагамильтонові групи та їх узагальнення.* – К.: Ін-т математики НАН України, 1996. – 232 с.

16. **Кузенный Н. Ф., Семко Н. Н.** *Строение периодических метабелевых метагамильтоновых групп с неэлементарным коммутантом* // Укр. мат. журн. – 1987. – 39, № 2. – С. 180–185.

17. **Семко Н. Н., Кузенный Н. Ф.** *Строение периодических метабелевых метагамильтоновых групп с элементарным коммутантом ранга два* // Укр. мат. журн. – 1987. – 39, № 6. – С. 743–750.

18. **Кузенный Н. Ф., Семко Н. Н.** *О строении периодических неабелевых метагамильтоновых групп с элементарным коммутантом ранга три* // Укр. мат. журн. – 1989. – 41, № 2. – С. 170–176.

19. Семко Н. Н., Кузенный Н. Ф. *Строение метациклических метабамильтоновых групп* // Современный анализ и его приложения. К.: Наук. думка, 1989. – С. 173–183.

20. Кузенный Н. Ф., Семко Н. Н. *О метабамильтоновых группах с элементарным коммутантом ранга два* // Укр. мат. журн. – 1990. – 42, № 2. – С. 168–175.

21. Mann A. *Groups with dense normal subgroups* // Israel J. Math. – 1968. – 6, № 1. – P. 13–25.

22. Семко М. М. *Будова нільпотентних УЩН[J -груп* // Класи груп з обмеженнями для підгруп. – К.: Ін-т математики НАН України. – 1997. – С. 27–41.

23. Семко М. М. *Будова локально ступінчастих ненільпотентних УЩН[J -груп* // Укр. мат. журн. – 1997. – Т. 49, № 6. – С. 789–798.

24. Семко М. М. *Будова одного класу груп з умовами щільності нормальності для підгруп* // Укр. мат. журн. – 1997. – Т. 49, № 8. – С. 1 148–1 151.

25. Семко М. М. *Про будову УЩН[J -груп з елементарним комутантом рангу два* // Укр. мат. журн. – 1997. – Т. 49, № 10. – С. 1 396–1 403.

26. Семко М. М. *Будова груп з деякою умовою щільності нормальності для підгруп* // Доп. НАН України. – 1997. – № 9. – С. 49–53.

27. Семко М. М. *Будова груп з деякими умовами щільності нормальності для підгруп* // Доп. НАН України. – 1997. – № 10. – С. 43–46.

28. Семко М. М. *Про будову УЩН[J -груп* // Укр. мат. журн. – 1998. – Т. 50, № 9. – С. 1 250–1 261.

29. Семко М. М. *Будова локально ступінчастих УЩН(J -груп* // Укр. мат. журн. – 1998. – Т. 50, № 11. – С. 1 532–1 536.

30. Семко М. М. *Будова локально ступінчастих УЩН[J -груп* // Укр. мат. журн. – 1999. – Т. 51, № 3. – С. 383–388.

31. Семко М. М. *Групи з умовами щільності нормальності та її узагальнень для деяких систем підгруп.* – К.: Ін-т математики НАН України, 1998. – 285 с.

Наукове видання

СТУДЕНТСЬКІ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ ЗАПИСКИ

Збірник наукових праць

№ 1

Матеріали друкуються в авторській редакції.

Здано до друку 23.12.2021. Формат 60×84/16.
Папір офсетний № 1. Гарнітура «Times New Roman».
Друк. арк. 4,7.

Тираж 300 примірників. Замовлення № 986.

*Підготовлено до друку Видавничо-поліграфічним центром
Університету ДФС України
08200, вул. Університетська, 31, м. Ірпінь, Київська область, Україна*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготовлювачів і
розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК № 5104 від 20.05.2016*