

УДК 51(09)

## НАУКОВО-ОСВІТЯНСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ ЯКОВА ПИЛИПА КУЛИКА В КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ МАТЕМАТИЧНОЇ НАУКИ ХІХ СТОЛІТТЯ

Лісковець С.М.

(Луцький національний технічний університет)

Шендеровський В.А., д-р фіз.-мат. наук, проф.

(Інститут фізики НАН України)

*Выполнен сжатый обзор основных направлений развития алгебры и теории чисел в XIX веке. Проанализирован вклад в развитие науки украинского математика, профессора Пражского университета Якова Филиппа Кулика.*

*The article deals with the brief review of the main trends of the development of algebra and theory of numbers in the XIXth century. Contribution to the development of science by Ukrainian mathematician, professor of Prague University Yakiv Pylyp Kulyk has been analyzed.*

Розвиток науки в ХІХ столітті характеризується багатогранністю, чисельними науковими відкриттями в різних галузях. Промислова революція в Європі створила нові суспільні класи, які були зацікавлені в науці та в технічній освіті. Математичні напрямки поступово звільнилися від попередньої тенденції – бачити кінцеву ціль точних наук в механіці, астрономії, військовій справі, економіці. Однією із характерних особливостей розвитку науки ХІХ століття є поділ математики на чисту та прикладну, формування спеціаліста, зацікавленого в науці задля науки. Можливість професійно займатися наукою привела до зміщення центру ваги наукового життя, який поступово перемістився з наукових академій у вищі навчальні заклади. Відповідно до вимог часу важливе значення стала набувати викладацька діяльність, переважна більшість науковців одночасно були і дослідниками і викладачами. Прикладна математика в ХІХ столітті не припиняє свого стрімкого розвитку: була повністю створена математична фізика, пізніше – математична статистика та математична логіка. Але на перший план стала виступати



чиста математика, яка з однаковою силою розвивалася в двох напрямках: з однієї сторони створювалися нові галузі (теорія функцій комплексної змінної, проективна

геометрія), з іншої – переглядалися, удосконалювалися, систематизувалися попередні наукові відкриття та досягнення.

Величезний вплив на математиків 19 століття мала наукова діяльність німецького вченого Карла Фрідріха

Гаусса, який хоч і був типовим представником 18 століття, але своїми оригінальними ідеями відкрив нову епоху математики. Гаусс широко застосував математику до астрономії, фізики, геодезії, але разом з тим, вважав математику царицею наук, а теорію чисел – царицею математики.

Робота Гаусса «Арифметичні дослідження» (1801) поклала початок сучасній теорії чисел. Перша частина праці, присвячена питанню про квадратичні лишки, містить перше доведення квадратичного закону взаємності, який Гаусс назвав «*theorema aureum*» («золотою теоремою»). В другій частині «Арифметичних досліджень» вчений розглядає теорію квадратичних форм, зокрема, питання про те, які числа  $a$ ,  $b$ ,  $c$  (цілі числа) можуть бути

представлені у вигляді  $am^2 + 2bmn + cn^2$ , де  $m$  і  $n$  – цілі числа, число  $d = b^2 - ac$  – дискримінант форми. Гаусс продовжив дослідження Лагранжа, який показав, що дільники  $p$  числа  $N = u^2 + dv^2$ , вже не можуть бути представлені формою такого ж вигляду, тобто формою також дискримінанту як число  $N$ . Лагранж довів і обернене твердження: якщо число  $p$  можна представити у вигляді  $p = ax^2 + bxy + cy^2$ , то воно є дільником деякого числа, яке представлено головною формою такого ж дискримінанту. Гаусс побудував закінчену теорію бінарних квадратичних форм, ввів поняття еквівалентності та зведеної форми, розбив форми одного дискримінанта на класи еквівалентних між собою форм, ввів поняття композиції форм. За допомогою квадратичних форм Гаусс побудував арифметику квадратичних полів. Фундаментальні роботи по теорії чисел («Досвід теорії чисел», «Теорія чисел») належать і французькому математику Андрієну Марі Лежанжрду, який сформулював закон квадратичної взаємності [1].

Дослідженнями в області теорії чисел плідно займалися російські вчені, такі як В.Я.Буняковський, П.Л.Чебишев. Буняковський займався дослідженням простих чисел, їх дільників, методами розкладу простих чисел на множники. Вчений розробив новий метод представлення цілих чисел за допомогою квадратичних форм, довів теорему дільників квадратів та подвоєних квадратів. Одним із основних результатів вченого є метод для знаходження найбільшого спільного дільника  $N$  всіх значень многочлена  $f(x)$  з цілими коефіцієнтами. Багато робіт Буняковського носили теоретико-числовий характер і були спрямовані на вирішення питань алгебраїчної теорії чисел, теорії порівнянь та теорії дільників. Буняковський намагався розширити область застосування теорії чисел як до питань елементарної геометрії, так і до питань алгебри. Роботи вченого («Дослідження про числа», «Про залишкові порівняння третього ступеня», «Короткий історичний огляд успіхів теорії чисел») обґрунтовують нові доведення теореми Ейлера (про дільники цілих чи-

сел) та основний аналітичний метод в теорії чисел – розклад функції в ряди. Чебишев досліджував питання про кількість простих чисел, що не перевищують даного числа, він довів теорему, яка дозволяє встановити, чи є дане число простим числом. Вчений довів теорему, яка встановлює зв'язок між збіжністю рядів по всіх натуральних числах та збіжністю по всіх простих числах, теорему про прості дільники числа  $n^2 + 1$  та інші. Праці Чебишева «Теорія порівнянь», «Про визначення числа простих чисел, що не перевищують дану величину», «Мемуар про прості числа», принесли вченому світову славу [2].

В третій частині роботи «Арифметичні дослідження» Гаусс доводить теорему про корінь рівняння  $x^n = 1$ , розглядає задачу та критерій можливості побудови правильного  $n$ -кутника, у випадку, коли  $n$  – просте число, що має вигляд  $n = 2^p + 1$ , де  $p = 2^k$ . Гаусс довів наступну теорему: якщо  $n$  – просте число, а число  $n-1$  розкладається на прості множники  $(n-1 = a_1 \cdot \dots \cdot a_k)$ , то розв'язок рівняння  $x^{n-1} + \dots + x + 1 = 0$  зводиться до розв'язку  $k$  рівнянь степенів відповідно  $a_1, \dots, a_k$ . Ці дослідження Гаусса були продовжені Абелем, який довів неможливість розв'язку в радикалах загального рівняння  $p$ 'ятого степеня та виділив клас рівнянь, що розв'язуються в радикалах, ввів поняття області раціональності, що є аналогом сучасного поля. Значення даного розділу книги Гаусса – ґрунтовне та масштабне: зароджується поняття поля, групи, базису поля над полем.

Слідом за Гауссом загальну теорію квадратичних форм розробляв П.Г.Лежен-Діріхле («Лекції по теорії чисел», «Дослідження по теорії квадратичних форм»), він довів теорему про нескінченну кількість простих чисел в арифметичній прогресії, використовуючи властивість скінченності числа класів квадратичних форм. Діріхле створив геометричний виклад теорії зведення додатніх квадратичних форм. В області теорії квадратичних форм працювали такі вчені як Ш.Ерміт, П.Л.Чебишев («Про квадратичні форми», 1851), К.Якобі,

В.Я.Буняковський, А.М.Кор-кін,  
Є.І.Золотарьов та інші.

Подальші успіхи теорії алгебраїчних чисел були пов'язані як із законом взаємності, так із великою теоремою Ферма. Так, наприклад, спроба Е.Кум-мера довести теорему привела до вивчення арифметики полів. Вчений довів, що для цілих чисел таких полів не має місце закон однозначності розкладу на «прості» множники, якщо під «простим» числом розуміти ціле число поля, що не розкладається. Куммер ввів поняття ідеального числа в теорію алгебраїчних областей раціональності. На дану теорію значний вплив мала теорія Гаусса бікватратних лишків, в якій поняття простих множників перенесені в область комплексних чисел. Ідеальні множники Куммера дали можливість однозначно розкласти числа на прості множники в загальній області раціональності.

Доведення Гауссом основної теорії алгебри стало суттєвим поштовхом для розвитку та дослідження основних питань алгебри, зародження теорії алгебраїчних рівнянь. Вчені займалися як розв'язанням «старих» проблем – розв'язуванням кубічних та бікватратних рівнянь, рівнянь будь-якого ступеня, так і створенням нових наукових теорій (теорії груп, полів і т.д.). Багато в цьому напрямку зробили такі вчені як Н.Абель («Доведення неможливості розв'язання в радикалах загального рівняння степеня вище чотирьох»), Е.Галуа («Меморандум про умови розв'язання рівнянь в радикалах», «Трактат про підстановки»), К.Жордан («Трактат про підстановки та алгебраїчні рівняння») та інші. Жордан визначив жорданову нормальну форму і довів можливість і єдність зведення до жорданової нормальної форми. Роботи Абеля і особливо Галуа, в яких досліджувалися розв'язки рівнянь в радикалах, створили передумови зародження нових напрямків в алгебрі: були обґрунтовані поняття поля, групи рівнянь, встановлені відповідності між підгрупами групи і підполями поля розкладу многочлена, були виділені нормальні дільники групи, - був створений ключ для сучасної алгебри [3]. На кінець

XIX століття, були доведені всі основні теореми лінійної алгебри, основне поняття  $n$ -мірного простору стало вже відомим і звичним, сама лінійна алгебра в математичному світі стала сприйматися як важлива теорія в руках кожного математика.

Аналізуючи розвиток науки XIX століття в цілому, розвиток теорії чисел та алгебри зокрема, незаслужено не згадувати ім'я нашого земляка, вихованця Львівського університету Якова Пилипа Кулика (1793-1863). Професор Празького університету Яків Кулик був автором понад 40 наукових праць з різних галузей науки. Монументальним твором вченого з теорії чисел є «Великий канон дільників всіх чисел, що не діляться на 2, 3 і 5 та простих чисел, що містяться між ними до 100330201 Якова Пилипа Кулика, публічного ординарного професора вищої математики в Празькому університеті». Не може не вражати об'єм такої роботи: рукопис праці складається з 8 томів (4212 сторінок). За словами Гаусса: «Проблема, в якій пропонується відокремити прості числа від складених, а останні розкласти на прості множники, відома як одна з самих важливих і самих корисних в арифметиці. Достойність науки потребує ретельного вивчення всіх необхідних засобів, які потрібні для того, щоб прийти до розв'язання такої вишуканої та знаменитої проблеми» [4]. Кулика заслужено називають справжнім героєм у складанні таблиць простих чисел. Його «Великий канон...» до сьогоднішнього дня залишається неперевершеним, він зберігається в бібліотеці Віденської Академії Наук (другий том пропав). В 1951 році в Амстердамі були видані таблиці дільників чисел між 11 та 12 мільйонами, серед авторів зазначене прізвище Кулика.

Значна частина праць Якова Пилипа Кулика носить теоретично-обчислювальний характер. «Таблиці квадратів та кубів чисел до 100000 з використанням для розкладу на множники великих чисел», «Зібрання фізико-математичних таблиць», «Канон 48-значних натуральних логарифмів», «Таблиці для обчислення довжин, площ та

об'ємів», «Нові таблиці множення», «Таблиці ланцюгових ліній», «Таблиці для обчислення гіперболічних секторів і довжин еліптичних дуг і квадратів», «Таблиці дільників квадратичних форм  $x^2+ay^2$ » – неповний перелік таблиць, над якими з великим ентузіазмом трудився Яків Кулик – знайшли своє широке застосування. В 1853 році була надрукована праця «Таблиці первісних коренів». Початок таким таблицям поклав М.В.Остроградський, який обчислив корені всіх простих чисел, менших 200 та склав таблицю для знаходження індексу даного числа та числа за даним індексом. Якобі довів таблицю до 1000, а Кулик продовжив таблицю до 2000 [5].

Поряд з таблицями Яків Кулик видає ряд наукових статей, спрямованих на розв'язання проблеми дільників складених чисел, на створення методів визначення простоти чисел. В роботах «Про визначення кількості простих чисел, що не перевищують даного числа», «Простий спосіб розкладу великих чисел на множники», «Новий спосіб найменшого, найвигіднішого і надійного множення і ділення чисел» розглядають способи розкладу чисел на множники. Аналогічними питаннями в той період займався В.Буняковський («Дослідження про числа»), А.Лежандр («Теорія чисел») та інші. Займаючись основними питаннями теорії чисел, Кулик працював і над однією з першочергових проблем алгебри – розв'язування рівнянь різних степенів («Про розв'язки рівнянь вищих степенів взагалі, та кубічних...»).

Наукові праці Якова Пилипа Кулика – професора Празького університету, зви-

чайного члена королівської чеської Академії Наук, члена багатьох наукових товариств, відносяться не тільки до математики, але й до механіки та астрономії (протягом багатьох років опрацьовував астрономічну частину «Календаря літочислення»). Викладаючи вищу математику, аналітичну механіку, диференціальне та інтегральне числення, вчений брав активну участь в реформуванні навчального процесу. Кулик був автором багатьох підручників, серед яких «Підручник вищого аналізу» (2 томи), що охоплював повний теоретичний курс вищої математики, підручник «Основи вищої математики з огляду на її технічне застосування», були також видані підручники з механіки. Всі підручники Кулика відповідали світовим науковим вимогам, широко використовувалися в навчальних закладах.

Перебуваючи на чужині, Яків Кулик не забував свого рідного краю, галицьким гімназіям він пожертвував багато книг та іншої наукової та методичної літератури, бібліотеці Львівського університету подарував близько 1000 томів, великі книжкові зібрання були подаровані Празькій університетській бібліотеці, Чеському науковому товариству математиків та фізиків, бібліотеці Ягелонського університету в Кракові.

Постать українського вченого, професора Празького університету Якова Пилипа Кулика, якого ще за життя називали «ходячою енциклопедією», «людиною-феноменом», без сумніву є значною в історії розвитку науки XIX століття. Внесок вченого в розвиток теорії чисел, алгебри є вагомим та масштабним.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Стройк Д.Я. Краткий очерк истории математики. – Москва: Наука, 1978. – С.187-223.
2. История отечественной математики / Под редакцией Штоколо И.З. В 4<sup>х</sup> томах. – К.: Наукова думка, 1966, том 2. – С.86-95, 188-196.
3. Клейн Ф. Лекции о развитии математики в XIX столетии. – Москва: Наука, 1989. – С.18-38, 68-71.
4. Депман И.Я. История арифметики. – Москва, 1951. – С.136-137.
5. Депман И.Я. Историко-математические исследования / Замечательные славянские вычислители Г.Вега, Я.П.Кулик/. – Москва, 1953. – С.573-608.