



УДК 318.34.51

Про широту математичних інтересів академіка Михайла Кравчука

Ірина Ковтун,

кандидат фізико-математичних наук,
Національний університет
біоресурсів та природокористування України, Київ

До 120-річчя від дня народження М. Кравчука

Розвиток науки — не простий процес, що послідовно і рівномірно розвивається. Для різних країн є періоди, коли якась галузь науки розвивається особливо плідно. З'являються творці, видатні вчені, навіть генії.

Для математики колишнього Радянського Союзу таким є двадцяте століття, яке дало плеяду видатних вчених. Одним із вчених-математиків, якими по праву пишається українська наука, є Михайло Пилипович Кравчук.

Михайло Пилипович Кравчук народився 27 вересня 1892 г. на Волині у селі Човниці. Його батько закінчив Петровсько-Разумовську сільськогосподарську академію (сучасну Тимірязівську академію). Це дало можливість його сину Михайлу отримати непогану домашню освіту. Подальшу освіту Михайло продовжив у гімназії в Луцьку, куди переїхали його батьки. Після закінчення в 1910 році гімназії з золотою медаллю він поступає до Київського університету св. Володимира на математичне відділення фізико-математичного факультету. Неабиякі здібності дозволяють йому вже у студентські роки (1914 р.) надрукувати в Повідомленнях Харківського математичного товариства працю про групи переставних матриць. По закінченні університету М.Кравчука залишають при університеті для підготовки до наукової і педагогічної діяльності.

Але почалася перша світова війна. Київський університет евакуйовується до Саратова. М.П. Кравчук зимою 1914/1915 навчального року переїздить до Москви. Він слухає цикл лекцій відомого математика Лузіна, відвідує семінар професора Єгорова. Забігаючи наперед, відзначимо, що більше ніж 20 років поспіль, у 1937 р., у журналі «Успехи математических наук» (вип. 3) з'явиться редакційна стаття «Изжить «лузинщину» в научной среде». В цьому ж номері — так співпало — є стаття М.П.Кравчука про роботу Інституту математики АН УРСР. Жодним словом не згадується «лузинщина», вона аж ніяк не засуджується. Як знати, можливо Михайла Пилиповича не репресували б у 1938 році, якби він проявив «політичне чуття».

Після здачі в 1917 році магістерських екзаменів та пробної лекції з «чистої математики» М.П.Кравчук отримує звання приват-доцента. Він викладає математику в гімназіях Києва, у Київському народному університеті — та інших вищих навчальних закладах Києва.

Кінець 10- і початок 20-х років — складний час, безконечна зміна влади, голод. Михайло Пилипович їде у село Саварку (сучасний Богуславський район Київської області), де працює вчителем місцевої школи. В цей час тут вчиться майбутній відомий радянський конструктор

тор двигунів Архип Люлька — улюблений його учень, який назавжди зберіг теплі почуття до свого вчителя. Пізніше А.Люлька намагався допомогти М.Кравчуку уникнути арешту і заслання, але невдало.

В 1921 році Михайло Пилипович повертається до Києва і знову викладає у вищих навчальних закладах: у Київському інституті народної освіти (з 30-х років — університ), у Київському політехнічному інституті, де він очолював кафедру, у Київських ветеринарно-зоотехнічному, сільськогосподарському, лісгосподарському інститутах та ін. Викладацька робота займає багато часу, але він встигає і плідно займатися наукою.

Його наукові праці охоплюють різні області математики: вища алгебра і математичний аналіз, теорія диференціальних рівнянь, звичайних і в частинних похідних, теорія інтегральних рівнянь, теорія функцій дійсної і комплексної змінної, теорія ймовірностей і математичної статистики.

Зі своїми доробками М. Кравчук виступає на міжнародних конгресах. Він готує доповідь на Математичний конгрес в Торонто (1924). Доповідь читає академік М. Крилов. М.Кравчук виступає з доповідями на Математичному конгресі в Болоньї (1928), бере участь у II Всесоюзному математичному з'їзді у Ленінграді (1934). Його обирають членом німецького, французького математичних товариств, математичного товариства Палермо (Італія), наукового товариства ім. Т.Г.Шевченка (Львів). У 1929 р. М.П.Кравчука обирають дійсним членом АН УРСР. Але вже в 1938 р. його позбавляють цього звання. У 1992 р. поновлюють у складі дійсних членів НАН України.

Усе життя М.П. Кравчука (50 років) описане в короткому записі у музеї НУБіП України: «З 1923 по 1933 рік на кафедрах вищої математики працював М.П.Кравчук. Він був академіком ВУАН. В 30-х роках репресований, закатований в таборах, реабілітований в 1956 р.»

В одній із характеристик 1929 р., які було подано при висуванні Михайла Пи-

липовича у дійсні члени Академії наук України, записано: «Ніяке явище у створенні математичної науки в Україні не відбувалось без Кравчука».

На початку 20-х років минулого століття в Україні було створено багато вищих навчальних закладів. Частина із них була створена на базі Київського політехнічного інституту, який пишається іменами своїх учнів: Менделєєва, Корольова, Сікорського та ін. Були створені і інститути ветеринарно-зоотехнічний, лісотехнічний, сільськогосподарський, які склали основу сучасного Національного університету біоресурсів і природокористування України. У цих інститутах викладав майбутній академік Михайло Кравчук (див. звіт М.Кравчука про роботу кафедри, на якій він працював [11]).

Про М.П. Кравчука говорили — «математик-педагог». Ці поняття для нього були нероздільні. Він створює алгебраїчну і геометричну українську термінологію, пише програми курсу вищої математики, підручники для профтехшкіл і для вищих навчальних закладів. При цьому отримує цілу низку цікавих наукових результатів.

У «Записках Київського ветеринарно-зоотехнічного інституту» і в «Записках Київського сільськогосподарського інституту» опубліковано 15 робіт М.Кравчука [1–15]. Вже ці статті дають уявлення про широту його математичних інтересів. Це: теорія перетворень кратних інтегралів, просте виведення формули Стірлінга, дослідження розв'язків диференціальних рівнянь Бріо и Буке, ряд результатів з теорії кореляції, роботи про нормальний закон розподілу при двох змінних ознаках та ін.

Г еред цих робіт особливу увагу привертає робота 1929 р. «Про інтерполяції з допомогою ортогональних многочленів» [14]. У 1933 р. ця стаття з'явилася у Франції [16]. Це дало змогу науковому загалу ознайомитися з многочленами Кравчука, які узагальнюють відомі многочлени Ерміта і Пуассона-Шарльє.

На Заході з цими многочленами були знайомі також завдяки книзі Г. Сеґе,

виданій в 1939 р. Г. Сеґе оформив курс лекцій, прочитаних у 1935 — 1936 навчальному році у Вашингтонському університеті. Російською мовою книга Г. Сеґе «Ортогональные многочлены» з'явилась у 1962 р. [17]. Окремим параграфом наведено «многочлени Кравчука», підкреслена їх важливість в дослідженнях, пов'язаних з теорією ймовірностей і математичною статистикою.

Наведемо основні положення цієї роботи. Розглядаються ортогональні многочлени $P_0(x), P_1(x), \dots, P_n(x)$ на проміжку $[a, b]$, тобто такі многочлени, для яких $(P_m, P_n) = \int_a^b P_m(x)P_n(x)d\sigma(x) = 0$ при $m \neq n$, де $\sigma(x)$ має нескінченну кількість розривів (зокрема, $d\sigma(x) = p(x)dx$, $p(x)$ — інтегрована функція). М.Кравчук за $\sigma(x)$ вибрав східчасту функцію, стрибок якої в точках $x = 0, 1, \dots, N$, визначається за біноміальним законом $f(x) = C_N^x p^x q^{N-x}$ ($p + q = 1$).

Многочлени Кравчука мають вигляд

$$k_n(x) = (C_N^n)^{-1/2} (pq)^{-1/2} \sum_{v=0}^n (-1)^{N-v} C_{N-k}^{n-v} C_k^v p^{n-v} q^v$$

або

$$k_n(x) = \frac{(-1)^n x!(N-x)!}{n! p^x q^{N-x}} \Delta^n \left[\frac{p^x q^{N-x+n}}{(x-n)!(N-x)!} \right],$$

де

$$\begin{aligned} \Delta^1 f(x) &= f(x+1) - f(x), \dots, \\ \Delta^n f(x) &= \Delta(\Delta^{n-1} f) = f(x+n) - C_n^1 f(x+n-1) + \\ &+ C_n^2 f(x+n-2) + \dots + (-1)^n f(x). \end{aligned}$$

М.П. Кравчук ввів ці многочлени, розглядаючи наступну задачу. Нехай задано значення змінної x_0, x_1, \dots, x_{n-1} і значення функції в цих точках $y_0 = y(x_0), y_1 = y(x_1), \dots,$

$y_{n-1} = y(x_{n-1})$. Функцію $y(x)$ представляємо у вигляді $y \approx A_0 \Psi_0(x) + A_1 \Psi_1(x) + \dots + A_{k-1} \Psi_{k-1}(x)$ ($k < n$).

Многочлени m -го степеня $\Psi_m(x)$ — ортонормовані: $\sum_{i=0}^{n-1} p_i \Psi_i(x_i) \Psi_m(x_i) = \delta_{lm}$, $\sum_{i=1}^{n-1} p_i = 1$, і такі, що значення

$$I_k^2 = \sum_{i=0}^{n-1} p_i \left[y_i - \sum_{i=0}^k A_i \Psi_i(x) \right]^2 \text{ — мінімальне.}$$

Ймовірності p_i ($i = 0, 1, \dots, n-1$) визначаються за біноміальним законом. М.Кравчук запропонував метод знаходження коефіцієнтів A_k .

Многочлени Кравчука знайшли широке застосування. Наприклад, у роботі [18] многочлени Кравчука використані для розв'язання наступної задачі. Дослідити динаміку механічної коливної системи

$$x'' + \omega_0^2(1 + z(t))x = 0,$$

у якій частота ω_0^2 збурюється випадковою функцією

$$z(t) = \sum_{k=1}^n \xi_k g(t - t_k).$$

Функція $z(t)$ приймає цілочисленні невід'ємні значення, тобто описується пуассонівським законом розподілу. Застосування многочленів Кравчука дозволяє звести цю задачу до дослідження звичайного диференціального рівняння.

Зупинимось ще на роботах М.Кравчука [3, 6, 7, 10], які присвячені теорії кореляції і нормальному закону для декількох випадкових величин.

В роботах [3, 6] для двох випадкових величин X та Y , значення яких відповідно x_1, x_2, \dots, x_n та y_1, y_2, \dots, y_n , що справджу-

ють рівності $\sum_{i=1}^n x_i = 0, \sum_{i=1}^n y_i = 0$, наведено

$$\text{коефіцієнт кореляції } r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2}}, \text{ де}$$

$0 \leq r \leq 1$. За такою формулою обчислюється коефіцієнт кореляції двох випадкових величин, пов'язаних лінійною залежністю $Y = aX, X = bY$. Розглядається подібна задача для випадку трьох випадкових величин. А саме, лінійна залежність $\alpha X + \beta Y + \gamma Z = 0$. Визначається лінійна ко-

реляційна залежність і для більшої кількості випадкових величин. Встановлюється нелінійна кореляційна залежність між X та Y у формі гіперболи.

В роботі [7] розглядається задача про ймовірність заданого варіанту якогось явища, що характеризується кількома ознаками, кожна з яких має нормальний закон розподілу. Для двох випадкових величин x, y вводиться визначник $R = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{vmatrix}$,

де r_{ij} — коефіцієнти кореляції між x та y . При цьому $r_{11} = 1, r_{12} = r_{21} = r, r_{22} = 1$, тобто $R = 1 - r^2$. Функція розподілу має вигляд

$$\Phi(x, y) = \frac{1}{2\pi\sqrt{1-r^2}} e^{-\frac{x^2-2rxy+y^2}{2(1-r^2)}}.$$
 Ймовірність варіантів, що справджують нерівність $\frac{x^2 - 2rxy + y^2}{1 - r^2} \geq c_0$,

$$I = \frac{1}{2\pi\sqrt{1-r^2}} \iint e^{-\frac{x^2-2rxy+y^2}{2(1-r^2)}} dx dy.$$

Для практичного застосування будується кореляційна решітка в косокутній системі координат з кутом $\phi = \arccos(-r)$ між додатними напрямками осей. Масштаби вибирають так, щоб середні квадратичні відхилення x -в та y -в від середніх арифметичних були рівні. Тоді після повороту осей на 45° рівняння $\frac{x^2 - 2rxy + y^2}{1 - r^2} = c_0$

є рівнянням кола з центром в початку координат і радіусом $\sqrt{c_0(1-r^2)}$. Найнеймовірнішими будуть варіанти, що найдалі лежать від початку координат кореляційної решітки. Ймовірність варіанту лежати

на віддалі $\geq D$ дорівнює $I = e^{-\frac{D^2}{2(1-r^2)}}$. Похибка не виходить за межі 3σ , де $\sigma = \sqrt{\frac{2(1-r)}{N}}$,

а N — задане число дослідів. Як приклад розглянуто порівняння ваги коренів цукрового буряка та поверхні гички. Досліди проведено А.С.Окопенком. Застосовувалась косокутна система координат з кутом між осями $\phi = 135^\circ$ і коефіцієнтом

кореляції $r = \pm 0,71$. Будувалась кореляційна решітка так. Виходячи із отриманих даних по осі Ox масштаб був 10 мм, по осі Oy — 17,5 мм. Зображались відповідні середні. Із точки їх перетину радіусами $\sigma = 55$ мм, 2σ , 3σ описувалися кола. В колі радіуса 3σ вмістилися всі варіанти дослідів. Наведений спосіб для виявлення відхилень при двох спряжених ознаках може бути використаним при обробці даних практичної селекції.

Роботи М. Кравчука збереглися в поодиноких екземплярах і тільки завдяки тому, що в деяких бібліотеках не знищували роботи репресованих, а знищували лише зміст робіт у журналі. Так, роботу [14] ми знайшли у бібліотеці Інституту аграрної економіки. Це — журнал «Записки сільськогосподарського інституту», звідки роботу репресованого математика ніхто не виривав. Для того щоб знайти, по можливості, все опубліковане М.Кравчуком, потрібно було провести величезну роботу. Її провели професор Київського політехнічного інституту Н.О. Вірченко і старший науковий співробітник Інституту математики НАН України Г.М. Сита [4], член-кореспондент НАН України М.Л. Горбачук і багато інших.

1992 рік ЮНЕСКО оголосило роком М. Кравчука. У Києві і Луцьку була проведена конференція, присвячена пам'яті академіка М.Кравчука — 100-річчю від дня його народження. Була встановлена меморіальна дошка на домі, де він жив в останні роки свого життя. На території КПП встановлено пам'ятник Михайлу Пилиповичу. Деякі роботи академіка М. Кравчука було перевидано. Зокрема, в 2001 р. роботи видано в США. У Київському національному технічному університеті (КПТ) під керівництвом професора Н.О. Вірченка, починаючи з 1992 року, було проведено 13 Міжнародних наукових конференцій імені академіка Кравчука. Чотирнадцята наукова конференція буде присвячена 120-річчю від дня його народження.

Можливо, зараз, хоча б частково, відтворена пам'ять про видатного сина України.

Література

1. Кравчук, М. Замітки про рівняння Briot та Bouquet // Записки Київського ветеринарно-зоотехнічного інституту. — 1924. 1, рік I. — С. 101–103.
2. Кравчук, М. Про алгебраїчну теорему додавання // Записки Київського ветеринарно-зоотехнічного інституту. — 1924. 1, рік I. — С. 104–106.
3. Кравчук, М. До теорії кореляції // Записки Київського ветеринарно-зоотехнічного інституту. — 1925. 3, рік II. — С. 43–47.
4. Кравчук, М. Про перемінні множини лінійних перетворень // Записки Київського сільськогосподарського інституту. — 1926. 1. — С. 25–58.
5. Кравчук, М. Замітка про обвід кола в неевклідовій геометрії // Записки Київського сільськогосподарського інституту. — 1926. 1. — С. 74–75.
6. Кравчук, М. Про кореляцію // Записки Київського ветеринарно-зоотехнічного інституту. — 1926. 4, рік III. — С. 43–60.
7. Кравчук, М., Окопенко, А. Про нормальний закон розподілу при двох змінних ознаках // Записки Київського сільськогосподарського інституту. — 1926. 1. — С. 95–99.
8. Кравчук, М. *Über mengengervertauschbarer matrizen* // Записки Київського сільськогосподарського інституту. — 1926. 1. — С. 51–58.
9. Кравчук, М. Про одну Hermite'ову теорему // Записки Київського сільськогосподарського інституту. — 1927. 2. — С. 80–82.
10. Кравчук, М. До способу моментів у математичній статистиці // Записки Київського сільськогосподарського інституту. — 1927. 2. — С. 83–95.
11. Кравчук, М. Праця кафедри математики та варіаційної статистики за роки 1923 — 1927 // Записки Київського сільськогосподарського інституту. — 1927. 3. — С. 29–32.
12. Кравчук, М. Про деякі перетворення кратних інтегралів // Записки Київського сільськогосподарського інституту. — 1927. 3. — С. 77–88.
13. Левицький, В. Кравчук, М. Формула Стірлінга // Записки Київського сільськогосподарського інституту. — 1927. 3. — С. 89–90.
14. Кравчук, М. Про інтерполяцію з допомогою ортогональних многочленів // Записки Київського сільськогосподарського інституту. — 1929. 4. — С. 21–28.
15. Кравчук, М. Про наближене розв'язання рівнянь // Записки Київського сільськогосподарського інституту. — 1929. 4. — С. 29–36.
16. Kravtchuk, M. *Sur la distribution des racines de polynomes orthogonaux* // C.R.Acad. Sci. — 1933. 196. — P. 739–741.
17. Сегє, Г. Ортогональные многочлены. — М. : Гос. изд-во физ.-мат. лит. — 1962. — 500 с.
18. Ковтун, І.І., Нікітіна, І.А. Про ортогональні многочлени М.П.Кравчука // Зб. наук. праць Національного аграрного університету. — 1998. — Т. IV. «Механізація сільськогосподарського виробництва». — К. : Видавництво НАУ. — С. 145–148.
19. Вірченко, Н.О., Сита, Г.М. Михайло Пилипович Кравчук. — К. : Наук. Думка, 1992. — 36 с.

10.01.2012