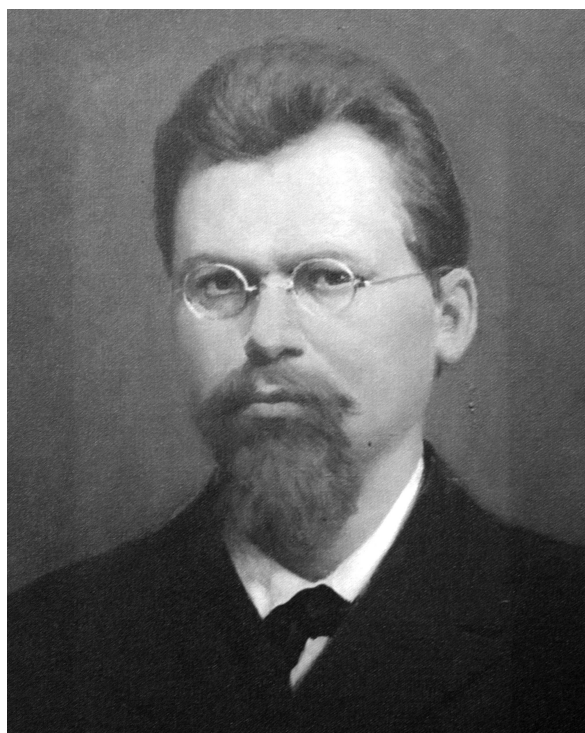


## ДО 150-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ГЕОРГІЯ ФЕОДОСІЙОВИЧА ВОРОНОГО (1868–1908)

Статтю присвячено 150-й річниці від дня народження видатного українського математика Георгія Феодосійовича Вороного. Описано його життєвий шлях, основні математичні результати і публікації.

**Ключові слова:** Георгій Вороний, діаграми Вороного, життєвий та творчий шлях.



У квітні цього року минуло 150 років від дня народження видатного українського математика Георгія Феодосійовича Вороного.

За своє коротке (40 років) життя він написав шість фундаментальних і шість невеликих праць, але їхнє значення для багатьох галузей знань важко переоцінити. Варто лише набрати у відомих пошукових системах, наприклад, Google, такий термін, як «діаграми Вороного» (введений вже у 1970-х роках), і отримаємо сотні посилань на наукові розробки, статті, патенти тощо.

Діаграмою Вороного деякої скінченної множини

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$$

називається розбиття множини на клітини (комірки) таким чином, щоб у кожній комірці була рівно одна точка множини  $P$ , і точка  $p$  площини належить комірці, що містить  $y_m$ , тоді і тільки тоді, коли відстань від  $p$  до  $y_m$  менша за відстань від  $p$  до  $y_i$ ,  $i \neq m$  (див. рис. 1).

Діаграми Вороного є класичним об'єктом вивчення обчислювальної геометрії (див., напр., [1]). Діаграми, клітини, просторові мозаїки Вороного використовуються в комп'ютерній графіці, геометричному моделюванні, картографії, задачах розпізнавання образів, штучного інтелекту, мікробіології, екології, кристалографії, медицині, в радіаційній фізиці, космології, хімічній технології, фізичній хімії та інших науках, у проектуванні, архітектурі і дизайні. Праці фахівців різних галузей багатьох європейських країн, США, Канади, Кореї, Японії, Австралії, Китаю (Гонконгу), Нової Зеландії так чи інакше пов'язані з ідеями і результатами українського математика.

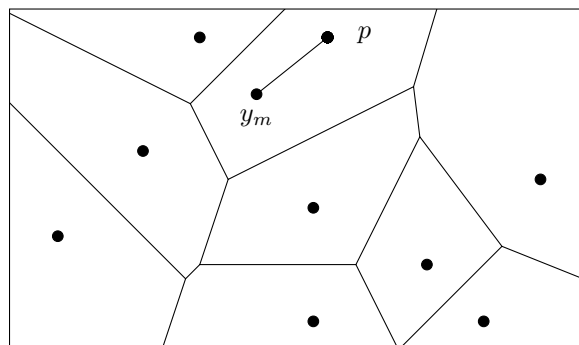


Рис. 1

Народився Георгій Вороний на мальовничих берегах річки Удай у селі Журавка Полтавської губернії (нині Варвинського району Чернігівської області) 28 (16) квітня 1868 року в родині вчителя, педагога за покликанням, відомого на той час громадського діяча Феодосія Яковича Вороного. Середню освіту Георгій здобув у Бердянській (до 5-го класу) і Прилуцькій гімназіях. Уже гімназістом він виявив неабиякі математичні здібності, опублікувавши статтю «Розкладання многочленів на множники на основі властивостей коренів квадратного рівняння» в другому томі часопису професора Київського університету В. П. Єрмакова «Журнал элементарной математики» [2].

1885 року Вороний вступив на математичне відділення Петербурзького університету, яке блискуче

закінчив 1889 року і був залишений при університеті для здобуття звання професора. Ще в студентські роки пише невелику роботу «Про Бернуллієві числа», опубліковану потім у «Сообщениях Харьковского математического общества» за 1890 рік, у якій як наслідок отримує узагальнену теорему Адамса.

Після захисту у 1894 році магістерської дисертації «Про цілі алгебраїчні числа, що залежать від коренів незвідного рівняння третього степеня» був призначений професором Варшавського університету при кафедрі чистої математики. У 1897 році захистив докторську дисертацію «Про одне узагальнення алгорифму неперервних дробів», де, як писав його вчитель Андрій Андрійович Марков (старший), «дав чудове узагальнення неперервних дробів, які у застосуванні до чисел, залежних від кореня рівняння третього степеня, мають властивість неперервності і можуть слугувати для дійсного знаходження основних одиниць», а також побудував алгоритм для обчислення цих одиниць, який потім дістав назву «алгоритм Вороного». За дослідження, виконані в цих дисертаціях, був удостоєний премії Академії наук імені академіка Буняковського. У 1898 році його обирають членом Московського математичного товариства.

З осені 1898 року Вороний був запрошений також працювати деканом механічного факультету Варшавського політехнічного інституту. 1901 року на з'їзді російських природознавців і лікарів у Петербурзі в одній із трьох доповідей він запропонував оригінальний метод підсумовування розбіжних рядів, який узагальнює методи Чезаро і Рісса, і який через 18 років запропонував данський математик Ньорлунд. Проте цей метод довгий час був відомий як метод Ньорлунда.

Одночасно з викладанням декількох курсів в університеті Вороний керував науковим семінаром, серед учасників якого був студент (згодом відомий польський математик) Вацлав Серпінський. Першу наукову роботу йому запропонував Георгій Феодосійович.

Основний напрям досліджень Вороного — аналітична і алгебраїчна теорія чисел, теорія квадратичних форм. 1903 року з'являється праця «Sur un problème du calcul des fonctions asymptotiques» [3] (Про одну задачу з теорії асимптотичних функцій), де суттєво поліпшено оцінку збіжності рядів Діріхле і запропоновано спосіб обчислення сум цих рядів. У праці «Sur une fonction transcendante et ses applications a la sommation de quelques series» [4] (Про одну трансцендентну функцію і її застосування до підсумовування деяких рядів), а також на Всесвітньому математичному конгресі в Гейдельберзі Г. Вороний уперше застосував у теорії чисел бесселеві функції, а його пріоритет у цьому несправедливо віддають іншим математикам.

На цьому конгресі він зустрівся з Германом Мінковським, працював у близькій з ним тематиці, що стала основою нового напрямку в математиці — геометричній теорії чисел.

Найбільш значущими і глибокими є дві останні монографії Вороного: «Sur quelques propriétés des formes quadratiques positives parfaites» [5] (Про деякі властивості досконалих додатних квадратичних форм) і «Recherches sur les paralleloedres primitifs» [6] (Дослідження про примітивні паралеледри), де він вивчає геометрію квадратичних форм та їх зв'язок із заповненням простору паралеледрими — твердими опуклими многогранниками з суміжними цілими гранями, які утворюються один з одного паралельним перенесенням. Власне, ці праці і дали через сім десятків років поштовх розвитку обчислювальної геометрії і введенню такої термінології, як діаграми, клітини Вороного, просторові мозаїки.

У 1905 році у зв'язку з революційними виступами університет і Політехнічний інститут у Варшаві було закрито. Викладацький склад з осені 1906 року матеріально не підтримувався. Звернення Вороного про перехід до Київського університету залишилось без уваги, а групу професорів варшавських вишів, зокрема і Георгія Феодосійовича, було направлено до Новочеркаська для створення там Донського політехнічного інституту, де він близько року виконував обов'язки декана механічного факультету.

1907 року Георгій Вороний був обраний членом-кореспондентом Петербурзької академії наук по фізико-математичному відділенню.

Восени 1908 року заняття у Варшавському університеті відновилися, навантаження збільшилось, Вороному довелося читати новий курс — математичного аналізу. Він устиг укласти підручник з цього курсу (разом із професором І. Р. Брайцевим), який був надрукований у «Варшавських університетських відомостях» (1909–1911 pp.), а потім, у 1914 році, окремою книгою у Києві.

Помер Г. Вороний 20 (7) листопада 1908 року у Варшаві від тяжкої хвороби нирок (один із його синів — Юрій, став відомим радянським хірургом, який уперше здійснив спробу пересадки цього органу). За заповітом тіло Г. Вороного було перевезено на рідну землю, в Журавку, де він майже щороку проводив свої канікули. Там він і був похований у спеціально збудованому склепі. На жаль, у 1930-ті роки склеп було зруйновано, але односельці, які й досі з теплою і вдячністю згадують сердечну і порядну родину Вороних (але такі нарікають на недостатню увагу до вшанування його пам'яті), перепоховали його прах до скромної батькової могили. Багато хто з односельців у поминальні дні, провідавши могили своїх рідних, ідуть до могили Вороних. Його ім'я присвоєно школі в Журавці і одній з гімназій у Прилуках.

Рукописи Г. Вороного, зошити його щоденника та інші документи зберегла його сім'я і передала до відділу рукописів бібліотеки АН України. У 1952–1953 рр. Інститут математики АН УРСР видав повне зібрання праць Вороного у трьох томах. 2010 року створено Благодійний фонд імені Георгія Вороного (voronu.at.ua), який у 2012 році видав чудову науково-популярну книгу (збірник статей, документів) «Георгій Вороний і його родинне оточення». Починаючи з 1993 року раз на п'ять років у Києві проводяться Міжнародні конференції, присвячені сучасному стану розвитку напрямів науки, закладених у працях Вороного. 24–28 вересня цього року це буде вже шоста конференція, організована Національним педагогічним

університетом ім. М. П. Драгоманова за участі таких провідних наукових установ, як Інститут математики НАН України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Український міжнародний комітет науки і культури НАН України, Науково-дослідний центр з діаграм Вороного (Сеул, Південна Корея) і Математичний інститут Польської академії наук.

Пам'яті Вороного присвячують конференції не тільки в Україні: у 2004 році в Токіо було започатковано серію конференцій «International Symposium on Voronoi Diagrams in Science and Engineering», яку щороку проводили в різних містах світу на різних континентах: у Сеулі, Банффі, Копенгагені, Квебеку та ін.

#### Список літератури

1. Computational geometry. Algorithms and applications / Mark de Berg, Otfried Cheong, Marc van Kreveld, Mark Overmars. — 3rd edition. — Berlin : Springer, 2008. — P. xii + 386.
2. Вороной Г. Разложение многочленов на множители, основанное на свойстве корней квадратного уравнения / Г. Вороной // Журнал элементарной математики. — 1885. — Т. 2. — С. 11–17.
3. Voronoï G. Sur un problème du calcul des fonctions asymptotiques / G. Voronoï // J. Reine Angew. Math. — 1903. — Vol. 126. — P. 241–282.
4. Voronoï G. Sur une fonction transcendante et ses applications à la sommation de quelques séries / G. Voronoï // Ann. Sci. Éc. Norm. Supér. (3). — 1904. — Vol. 21. — P. 207–267.
5. Voronoï G. Nouvelles applications des paramètres continus à la théorie des formes quadratiques. Premier Mémoire: Sur quelques propriétés des formes quadratiques positives parfaites / G. Voronoï // J. Reine Angew. Math. — 1908. — Vol. 133. — P. 97–178.
6. Voronoï G. Nouvelles applications des paramètres continus à la théorie des formes quadratiques. II: Recherches sur les parallélogrammes primitifs / Georges Voronoï // J. Reine Angew. Math. — 1908. — Vol. 134. — P. 198–287.

*Yu. Mytnyk, O. Kashpirovski, B. Oliynyk*

## TO THE 150TH ANNIVERSARY OF GEORGY FEODOSIYOVYCH VORONOI (1868–1908)

The article is devoted to the 150<sup>th</sup> anniversary of the birth of outstanding Ukrainian mathematician Georgy Feodosiyovych Voronoi who has worldwide recognition. Georgy Voronoi was born on April 28, 1868 in the small town of Zhuravka near Chernihiv. Georgy Voronoi first followed school at Berdyansk and later attended the Pryluky gymnasium from which he graduated in 1885. His first scientific paper was entitled “Decomposition of the polynomials on factors based on the properties of the roots of quadratic equation” published in Elementary Math. J. in Kyiv in 1885. Latter he studied in the University of St Petersburg on the Faculty of Physics and Mathematics. He was awarded a Master’s Degree in 1894 for the dissertation on the algebraic integers associated with the roots of an irreducible cubic equation. Andrey Markov was his supervisor.

He worked as math professor at the University of Warsaw and published a number of scientific papers with significant results. He wrote his doctoral thesis on algorithms for continued fractions. The main scientific results of Georgy Voronoi were published in his papers “Sur quelques propriétés des formes quadratiques positives parfaites” and “Recherches sur les paralleloedres primitifs”. In the last of them Georgy Voronoi introduced mathematical objects that are nowadays called Voronoi diagrams or Voronoi tessellations. Voronoi diagram is a partitioning of a plane into cells based on the distance to points in a specific subset of the plane. Nowadays Voronoi diagrams are one of the main objects of investigation in computational geometry. They are used in robotics, navigation systems, ecology, economic models, architecture, and clothing design, etc. There are many generalizations of Voronoi diagrams. We describe his life path and significant dates and events in his life. We consider also Georgy Voronoi’s main mathematical results and publications.

**Keywords:** Georgy Voronoi, Voronoi diagram, life and creations.

*Матеріал надійшов 10.04.2018*