Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Г. И. Архипов, В. И. Благодатских, А. А. Болибрух, В. А. Исковских, А. А. Карацуба, Ю. В. Прохоров, А. Т. Фоменко, В. Н. Чубариков, И. Р. Шафаревич, Сергей Михайлович Воронин (некролог), *УМН*, 1998, том 53, выпуск 4, 125–128

DOI: <https://doi.org/10.4213/rm58>

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 54.80.73.141

26 апреля 2023 г., 14:22:38

СЕРГЕЙ МИХАЙЛОВИЧ ВОРОНИН

18 октября 1997 года после непродолжительной тяжелой болезни умер доктор физико-математических наук профессор Сергей Михайлович Воронин. Математика потеряла одного из самых ярких своих представителей послевоенного поколения.

С.М. Воронин родился 11 марта 1946 года в городе Горно-Алтайске в семье служащего. С начала пятидесятых семья Ворониных живет в Бугуруслане Оренбургской области. В школе Сергей увлекался химией, математикой, литературой. Занимался музыкой, окончил музыкальную школу по классу фортепиано.

В 1963 г. после окончания 10-го класса средней школы и успешных выступлений на математических олимпиадах, Сергей Михайлович был приглашен в летнюю математическую школу МГУ и остался заканчивать среднее образование в школе-интернате № 18 при МГУ.

В 1964 г. С.М. Воронин поступил на механико-математический факультет МГУ. Занимаясь теорией чисел, теорией функций, алгеброй, он выбрал узкую специализацию – аналитическую теорию чисел. Начиная с первого курса, стал размышлять над самыми разными проблемами теории чисел.

Студенческие работы С.М. Воронина посвящены теории суммирования мультипликативных функций и дзета-функции Римана. В них Сергей Михайлович самостоятельно придумал подход к задачам асимптотического поведения сумматорных функций, который известен в теории чисел как аналитический метод Адамара – Ландау.

В 1969 г. С.М. поступил в аспирантуру Математического института им. В.А. Стеклова АН СССР, а по ее окончании становится научным сотрудником МИАН. В 1972 г. он блестяще защищает кандидатскую диссертацию “Исследование поведения дзета-функции Римана”.

В ней им решены две крупные проблемы теории дзета-функции Римана: многомерная проблема распределения значений дзета-функции Римана $\zeta(s)$ и ее производных и проблема нулей начальных отрезков ряда Дирихле функции $\zeta(s)$.

Изучением распределения значений $\zeta(s)$ впервые начал заниматься Г. Бор в 1914 г. Он доказал, в частности, что кривая $\gamma = \gamma(t) = \zeta(\sigma + it)$, где σ – фиксированное число с условием $1/2 < \sigma < 1$, $t \in (-\infty, +\infty)$, всюду плотна в $\mathbb{C}$. С.М. Воронин решает проблему распределения значений векторов $V_1(t)$ и $V_2(t)$ в $\mathbb{C}^n$, где

$$V_1(t) = (\zeta(s_1 + it), \zeta(s_2 + it), \dots, \zeta(s_n + it)),$$

$$V_2(t) = (\zeta(s + it), \zeta^{(1)}(s + it), \dots, \zeta^{(n-1)}(s + it)),$$

при фиксированных $s_1, \dots, s_n, s$; параметр t меняется в интервале $(-\infty, +\infty)$. Оказывается,

что значения дзета-функции в точках $s_1 + it, s_2 + it, \dots, s_n + it$, в определенном смысле независимы, если только $s_j \neq s_k$ при $j \neq k$ и $1/2 < \operatorname{Re} s_j \leq 1$. Более точно, кривая $V_1(t)$ всюду плотна в $\mathbb{C}^n$. Аналогичное утверждение справедливо и для $V_2(t)$. Из всюду плотности $V_2(t)$ в $\mathbb{C}^n$ следует утверждение о том, что не существует непрерывной функции $F(z_1, z_2, \dots, z_n)$ от n комплексных переменных, не равной тождественно нулю, и, такой, что $F(\zeta(s + it), \zeta^{(1)}(s + it), \dots, \zeta^{(n-1)}(s + it)) = 0$ при фиксированном $\operatorname{Re} s = \sigma$, $1/2 < \sigma \leq 1$. Поэтому не существует “непрерывного динамического” дифференциального уравнения, которому удовлетворяла бы дзета-функция Римана. Вопрос о дифференциальных свойствах ζ -функции поставил в 1900 г. Д. Гильберт в своем докладе на Математическом конгрессе. Он отметил, что используя результат Гёльдера об алгебраической дифференциальной независимости гамма-функции и функциональное уравнение Римана для дзета-функции, можно доказать алгебраическую дифференциальную независимость $\zeta(s)$. Там же Гильберт предположил, что функция $\zeta(s, x) = \sum_{n=1}^{\infty} n^{-s} x^n$ не удовлетворяет никакому алгебраическому дифференциальному уравнению с частными производными. Это утверждение было доказано А. Островским в 1921 г. В дальнейшем рассматривались подобные вопросы для L -функций Дирихле. Во всех этих работах существенно используется алгебраичность дифференциального уравнения. Именно, используется тот факт, что функциональное равенство нулю суперпозиции рядов Дирихле и многочлена ведет к равенству нулю коэффициентов Дирихле в ряде, после формального раскрытия скобок. Поэтому всюду плотность $V_2(t)$ дает возможность избегать в некоторых ситуациях использования алгебраичности уравнений и, тем самым, рассматривать более широкие классы уравнений. Такие уравнения и были рассмотрены в кандидатской диссертации С. М. Воронина как для $\zeta(s)$, так и для $\zeta(s, x)$.

Другой проблемой, которая была решена С. М. Ворониным в кандидатской диссертации, является проблема нулей сумм $f_n(s)$ вида $f_n(s) = 1 + 2^{-s} + 3^{-s} + \dots + n^{-s}$. В теории чисел известна “гипотеза П. Турана”, высказанная им в 1948 г., что если $f_n(s) \neq 0$ при $\operatorname{Re} s > 1$ и любых $n \geq 1$, то справедлива гипотеза Римана о нулях дзета-функции. С. М. Воронин доказывает, что $f_n(s)$ имеет нули при $\operatorname{Re} s > 1$ для сколь угодно больших n . Здесь же он доказывает, что при $1/2 < \sigma_1 < \sigma_2 < 1$ существует n_1 такое, что при $n \geq n_1$ функция $f_n(s)$ имеет бесконечно много нулей в полосе $\sigma_1 < \operatorname{Re} s < \sigma_2$. Несколько позднее, С. М. Воронин уточняет свою теорему о нулях $f_n(s)$ и доказывает, что существуют абсолютные постоянные $c_1 > 0$ и $n_1 > 0$, такие, что при $n \geq n_1$ уравнение $f_n(s) = 0$ имеет решение $s = s_1$, $\operatorname{Re} s_1 > 1 + c_1(\log n)^{-1}$.

С большой энергией С. М. Воронин стал заниматься поисками подходов к решению двух центральных проблем аналитической теории чисел: гипотезы Римана и бинарной проблемы Гольдбаха. В частности, много усилий он приложил к тому, чтобы доказать, что почти все комплексные нули дзета-функции Римана лежат на критической прямой. Последнее утверждение не доказано до сих пор. Но размышления над ним привели к знаменитой теореме Воронина об универсальности $\zeta(s)$, доказанной в 1975 г.: если $f(s)$ – произвольная аналитическая функция в круге $|s| \leq r < 1/4$, не имеет нулей в этом круге, то для всякого $\varepsilon > 0$ найдется $t > 0$, такое, что

$$|f(s) - \zeta(s + 0,75 + it)| < \varepsilon$$

при всех $|s| \leq r$. Теорема об универсальности дзета-функции, ее обобщения на L -ряды Дирихле, дзета-функции алгебраических числовых полей, а также теоремы о нулях дзета-функции Эпштейна (дзета-функции квадратичных форм), составили содержание докторской диссертации С. М. Воронина “Аналитические свойства производящих функций Дирихле арифметических объектов”, которую он защитил в 1977 г. в Математическом институте им. В. А. Стеклова. Теорема Воронина об универсальности получила широкую известность и многочисленные обобщения в самых разных направлениях. Особый интерес представляет работа американских математиков К. Битара, Н. Н. Кхури и Х. С. Рена, опубликованная в 1991 г., о вычислении континуальных интегралов квантовой механики на основе теоремы Воронина об универсальности дзета-функции Римана. Одной из теорем докторской диссертации, относящейся к нулям дзета-функций, является такая: пусть $1/2 < \sigma_1 < \sigma_2 < 1$; если число классов дивизоров поля $\mathbb{Q}(\sqrt{d})$ больше одного, то при $T \geq T_1 > 0$ в области $\sigma_1 < \operatorname{Re} s < \sigma_2$, $0 < \operatorname{Im} s \leq T$, находится не меньше, чем $c_1 T$ нулей дзета-функции $\zeta(s, K)$ квадратичной формы $K = ax^2 + bxy + cy^2$, $d = b^2 - 4ac < 0$, $c_1 = c_1(\sigma_1, \sigma_2) > 0$.

В теории дзета-функций известны аналитические функции, которые задаются в правой полуплоскости рядом Дирихле, имеют функциональное уравнение риманова типа и такие, что для них

гипотеза Римана не выполняется, т.е. они имеют комплексные нули, не лежащие на критической прямой. Одной из самых простых таких функций является функция Дэвенпорта – Хейльбронна, найденная ими в 1936 г. В 1980 г. С.М. Воронин доказывает теорему о том, что, тем не менее, критическая прямая является “особым множеством” для нулей функции Дэвенпорта – Хейльбронна, на этой прямой лежит “аномально” много нулей. Несколько позднее подобный результат доказан им и для некоторых дзета-функций квадратичных форм. Тем самым родилось новое направление в теории дзета-функций, связанное с определением правильного порядка количества нулей арифметических рядов Дирихле, для которых гипотеза Римана заведомо не имеет места.

С.М. Воронина интересовали самые разные проблемы математики. Принимая активное участие в работе семинара “Аналитическая теория чисел и приложения” в МГУ, он, помимо докладов о своих собственных оригинальных исследованиях, прочитал целый ряд больших обзорных докладов: “10-я проблема Гильберта” (по работам Ю.В. Матиясевича и Ю. Робинсона); “Нули дзета-функции Римана на критической прямой” (по работам А. Сельберга, К. Зигеля, Н. Левинсона); “О приближении безгранично делимыми законами распределений” (по работам А.Н. Колмогорова, Ю.В. Прохорова); “О десятом дискриминанте” (по работе К. Хегнера); “О больших значениях полиномов Дирихле” (по работам Г. Монтгомери и М. Ютилы); “Риманова дзета-функция и его гипотеза” (по работам А. Сельберга). Доклады носили творческий характер.

Много усилий было приложено С.М. Ворониным к решению бинарных аддитивных проблем теории чисел. Здесь одной из его идей была идея разложения характеристической функции интервала на сумму функций, зависящих от характеров Дирихле, по модулям этих характеров. Результаты этого направления исследований опубликованы им в двух больших статьях: “О круговом методе”, *Дискретная математика*, 1990 г., т. 2, вып. 2, с. 60–70, “О суммах Клоостермана”, *Изв. РАН, сер. матем.*, 1992 г., т. 56, № 5, с. 968–1000.

Начиная с 1978 г. С.М. Воронин занимается квадратурными формулами. Сначала он обдумывает преимущества и недостатки уже созданных методов, включая метод Монте-Карло. Затем в серии работ публикует свои собственные результаты, связанные с построением квадратурных и интерполяционных формул с помощью теории дивизоров в полях алгебраических чисел. В одной из последних работ эффективно построены квадратурные формулы на основе теории круговых полиномов. Эти формулы точны на полиномах Фурье и слабо зависят от размерности полиномов.

С.М. Воронин, являясь профессором кафедры теории чисел МГПИ им. В.И. Ленина, читал оригинальные курсы по теории чисел и истории математики. Особенно интересными были его лекции по истории математики, в которых он с большим успехом пользовался своими энциклопедическими знаниями в самых разных областях естественных и гуманитарных наук.

Три ученика Сергея Михайловича защитили кандидатские диссертации, а Н. Темиргалиев и Д. Исмоилов, научным консультантом которых он был, – докторские.

Светлая память о Сергее Михайловиче Воронине навсегда сохранится у всех, кто его знал и с ним работал.

*Г. И. Архипов, В. И. Благодатских, А. А. Болибрух,
В. А. Исковских, А. А. Карацуба, Ю. В. Прохоров,
А. Т. Фоменко, В. Н. Чубариков, И. Р. Шафаревич*

СПИСОК ТРУДОВ С.М. ВОРОНИНА

1. О распределении ненулевых значений ζ -функции Римана // *Труды МИАН*. 1972. Т. 128. С. 151–160
2. О дифференциальной независимости ζ -функций // *Докл. АН СССР*. 1973. Т. 209. № 6. С. 1264–1266
3. Исследование поведения дзета-функции Римана // *Дис. ... канд. физ.-матем. наук. М.: МИАН СССР*, 1973
4. Теорема о распределении значений дзета-функции Римана // *Тезисы докл. Всесоюзной конференции “Проблемы аналитической теории чисел и ее применений”*. Вильнюс, 1974. С. 54–55
5. О нулях частичных сумм ряда Дирихле дзета-функции Римана // *Докл. АН СССР*. 1974. Т. 216. № 5. С. 964–967
6. О функциональной независимости L -функций Дирихле // *Acta Arithm.* 1975. V. 32. P. 493–503

7. Теорема о распределении значений дзета-функции Римана // Докл. АН СССР. 1975. Т. 221. № 4. С. 771
8. Теорема об “универсальности” дзета-функции Римана // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1975. Т. 39. № 3. С. 475–486
9. О нулях дзета-функций квадратичных форм // Труды МИАН. 1976. Т. 142. С. 135–147
10. О нулях дзета-функций квадратичных форм // Докл. АН СССР. 1977. Т. 235. № 2. С. 257–258
11. Аналитические свойства производящих функций Дирихле арифметических объектов // Дис. . . . докт. физ.-матем. наук. М.: МИАН СССР, 1977
12. Аналитические свойства производящих функций Дирихле арифметических объектов // Автореферат дис. . . . докт. физ.-матем. наук. М.: МИАН СССР, 1977; Т. 24. № 6, 1978. С. 879–884
13. Простые числа. М.: Знание, 1978 (Новое в жизни, науке, технике. Сер. “Матем., кибернетика”, 1978, № 9)
14. О нулях некоторых рядов Дирихле, лежащих на критической прямой // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1980. Т. 44. № 1. С. 63–91
15. Об аналитическом продолжении некоторых рядов Дирихле // Труды МИАН. 1981. Т. 157. С. 25–31
16. О распределении нулей некоторых рядов Дирихле // Труды МИАН. 1984. Т. 163. С. 74–77
17. О некоторых приложениях меры Банаха // Изв. АН КазССР. Сер. физ.-матем. 1984. № 5. С. 8–11 (совм. с Н. Темиргалиевым)
18. О квадратурных формулах // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1984. Т. 276. № 5. С. 1038–1041 (совм. с В.И. Скалыгой)
19. Метод производящих функций // Квант. 1984. № 5. С. 11–15 (совм. с А.Г. Кулагиным)
20. О математическом ожидании погрешности метода интегрирования Монте-Карло // Изв. АН КазССР. Сер. физ.-матем. 1985. № 1. С. 22–25 (совм. с Н. Темиргалиевым)
21. Об одном приложении меры Банаха к квадратурным формулам // Матем. заметки. 1986. Т. 39. № 1. С. 52–59 (совм. с Н. Темиргалиевым)
22. Об одном подходе к оценке качества интегрирования методом Монте-Карло // Изв. АН КазССР. Сер. физ.-матем. 1987. № 1. С. 16–20 (совм. с Н. Темиргалиевым)
23. О вычислении экстремума функционала // Изв. АН КазССР. Сер. физ.-матем. 1987. № 3. С. 23–26 (совм. с Н. Темиргалиевым)
24. Об Ω -теоремах теории дзета-функции Римана // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1988. Т. 52. № 2. С. 424–436
25. Об оценках снизу в теории дзета-функции Римана // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1988. Т. 52. № 4. С. 882–892
26. О простых числах в квазипрогрессиях // Вестн. АН КазССР. 1988. № 6. С. 47–53 (совм. с Р.Т. Турганалиевым)
27. О квадратурных формулах, связанных с дивизорами поля гауссовых чисел // Матем. заметки. 1989. Т. 46. № 2. С. 34–41 (совм. с Н. Темиргалиевым)
28. О круговом методе // Дискретная матем. 1990. Т. 2. № 2. С. 60–70
29. О методе И.М. Виноградова // Труды МИАН. 1991. Т. 200. С. 114–123
30. The Riemann Zeta-function: Berlin, 1992 (with A. A. Karatsuba)
31. О суммах Клоостермана // Изв. РАН. Сер. матем. 1992. Т. 56. № 5. С. 958–1000
32. Дзета-функция Римана. М.: Физматлит, 1994 (совм. с А.А. Карацубой)
33. О квадратурных формулах // Изв. РАН. Сер. матем. 1994. Т. 58. № 5. С. 189–194
34. О явной формуле для Λ -функции Мангольдта // Труды МИАН. 1994. Т. 207. С. 54–65
35. О построении квадратурных формул // Изв. РАН. Сер. матем. 1995. Т. 59. № 4. С. 3–8
36. О получении алгоритмов численного интегрирования // Изв. РАН. Сер. матем. 1996. Т. 60. № 5. С. 13–18 (совм. с В.И. Скалыгой)
37. Об интерполяционных формулах для классов полиномов Фурье // Изв. РАН. Сер. матем. 1997. Т. 61. № 4. С. 19–36
38. Об интерполяционных формулах // Труды МИАН. 1997. Т. 218. С. 77–98