Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

В. К. Белошадка, В. С. Владимиров, А. А. Гончар, Е. П. Долженко, Н. Г. Кружилин, В. В. Напалков, П. В. Парамонов, А. Г. Сергеев, П. Л. Ульянов, Е. М. Чирка, Анатолий Георгиевич Витушкин (к семидесятилетию со дня рождения), *УМН*, 2002, том 57, выпуск 1, 179–184

DOI: <https://doi.org/10.4213/rm492>

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: 35.174.16.151

26 апреля 2023 г., 14:26:23

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ

АНАТОЛИЙ ГЕОРГИЕВИЧ ВИТУШКИН

(к семидесятилетию со дня рождения)

Академик РАН Анатолий Георгиевич Витушкин родился 25 июня 1931 г. в Москве. По окончании (в 1949 г.) Тульского суворовского училища А. Г. Витушкин поступил на механико-математический факультет Московского университета. С первого курса он стал деятельным участником студенческого семинара, руководимого А. С. Кронродом. Кронрод был живым и разносторонним человеком. Он получил интересные результаты в теоретической математике, разрабатывая метрико-геометрический подход к теории функций, но помимо этого плодотворно занимался вычислительной математикой и инженерными задачами. Общение с ним и работа в его семинаре в немалой степени способствовали формированию круга первоначальных научных интересов Витушкина. Немалое значение для него имели также посещение семинара П. С. Александрова и знакомство с Л. С. Понтрягиным.

В это время, в связи со знаменитой 13-й проблемой Гильберта, активно обсуждались различные аспекты задачи о представлении функции нескольких переменных в виде суперпозиции функций меньшего числа переменных. Как вспоминает сам Витушкин, «А. Н. Колмогоров считал 13-ю проблему Гильберта хорошей задачей для студентов. Со временем оказалось, что она хороша не только для студентов, но и для самого Колмогорова». Увлечен этой тематикой и Анатолий Георгиевич. Его интерес оказался плодотворным, и в 1954 г., в год окончания университета и поступления в аспирантуру к А. Н. Колмогорову, он опубликовал несколько работ (см. [1]–[5] в списке научных трудов), составивших значительное продвижение в задаче. Среди прочих Анатолий Георгиевич установил результат о *невозможности представления в виде суперпозиции в классе гладких функций*, сразу сделавший его имя известным: общую C^p -гладкую функцию трех переменных нельзя разложить в суперпозицию C^q -функций двух переменных при $q \geq [\frac{2p}{3}] + 1$ (см. [3]). Идея заключалась в том, что гладкие функции многих переменных, вообще говоря, «сложнее», чем функции меньшего числа переменных, и потому не могут быть представлены их суперпозицией. Однако нужен был инструмент для измерения «сложности». Разработанная А. Г. Витушкиным техника основывалась на понятии вариации функции. Для функций многих вещественных переменных существуют несколько определений вариации, одно из которых в двумерном случае было введено Кронродом. Витушкин развил понятие вариации порядка k подмножества евклидова пространства и определил вариацию функции в n -мерном пространстве как интеграл от вариаций порядка $n - 1$ ее линий уровня. При этом удалось показать, что вариации достаточно гладких функций конечны. Техника вариаций оказалась весьма полезной в ряде задач. Уже на

следующий год вышла книга А. Г. Витушкина “О многомерных вариациях”, содержащая развернутое изложение теории вариаций множеств и функций.

Интерес Анатолия Георгиевича к подобной тематике имел не только внутриматематические основания. Он с увлечением и вполне профессионально занимается радиотехникой (так, к примеру, предложенная им совместно с В. Р. Телесниным еще в 1980 г. [46] схема транзисторного усилителя сразу получила известность и до сих пор привлекает внимание специалистов). Его домашняя музыкальная аппаратура долгие годы была объектом непрерывного совершенствования и предметом гордости. Это породило интерес к проблемам звукозаписи. В университетские годы он посещал фортепианный класс и достиг немалых успехов. Радиотехника, звукозапись и увлечение музыкой способствовали возникновению интереса к проблеме кодирования и передачи сигналов. Этот интерес пригодился ему, когда в 1957 г., заканчивая обучение в аспирантуре, Витушкин стал работать в Институте прикладной математики Академии наук, где он занимался не только “чистой наукой”, но и техническими разработками.

В работах 50-х гг. Витушкин связал вариации и суперпозиции с оценками сложности алгоритмов вычисления функций и объемом памяти, необходимой для этих вычислений, и за время пребывания в аспирантуре подготовил две диссертации: кандидатскую, защищенную им в МГУ в 1957 г. и посвященную теории вариаций, и докторскую, защищенную там же в 1958 году. Основные результаты докторской диссертации вошли в монографию “Оценка сложности задачи табулирования”, опубликованную в 1959 году.

Одним из центральных результатов докторской диссертации и монографии является нижняя оценка для сложности алгоритма общего вида, осуществляющего приближение элементов функционального компакта K . Если такой алгоритм позволяет приблизить все функции из компакта с точностью ϵ , причем построение приближения функции требует вычисления значений p параметров и суммарная степень, с которой параметры входят в вычисления, равна k , то $p \log(k + 1) \geq c H_\epsilon$, где c – константа, зависящая от K , а H_ϵ – ϵ -энтропия компакта. Отсюда, в частности, видно, что классические методы аппроксимации функций многочленами близки к оптимальным. С другой стороны, очевидно значение оценок такого рода для кодирования и передачи информации, и не случайно в английском переводе монография А. Г. Витушкина была издана под названием “Theory of the transmission and processing of information”. Основой для подобных результатов послужила оценка ϵ -энтропии полиномиальной или рациональной поверхности (параметрически задаваемой как образ отображения с полиномиальными или рациональными компонентами) через степень поверхности и размерности самой поверхности и объемлющего пространства, полученная Анатолием Георгиевичем с помощью техники вариаций.

Ряд результатов развитой Витушкиным теории ныне входит в учебники и программы вузовских курсов по вычислительным методам и математическому моделированию, а в 1967 г. за цикл работ по оценке сложности алгоритмов А. Г. Витушкину была присуждена Государственная премия СССР.

Результаты Витушкина по табулированию и оценкам энтропии имели большое значение для теории приближений функций как вещественного, так и комплексного переменного. Вместе с тем, с конца 50-х гг. он начинает исследования по классической теории равномерного приближения функций на комплексной плоскости, восходящей к Рунге и Вейерштрассу и связанной с именами Келдыша и Лаврентьева. В то время как теорема Мергеляна, по существу, поставила точку в задаче о равномерных приближениях голоморфными полиномами на плоских компактах, вопрос о приближениях рациональными функциями оставался тогда еще недостаточно изученным. В работах Витушкина была выявлена ведущая роль понятия аналитической емкости для этого круга задач. Используя (непрерывную) аналитическую емкость, ему удалось охарактеризовать функции, приближаемые рациональными на фиксированном плоском компакте; он также установил следующий критерий совпадения алгебр $A(K)$ функций, непрерывных на плоском компакте K и голоморфных на множестве K_0 его внутренних точек, и $R(K)$ функций, равномерно на K аппроксимируемых рациональными функциями с полюсами вне компакта: $A(K) = R(K)$ тогда и только тогда, когда для всякого открытого круга D на плоскости выполнено равенство

$$\alpha(D \setminus K_0) = \alpha(D \setminus K).$$

Основными моментами доказательства были разработанная Анатолием Георгиевичем техника локализации особенностей приближаемой функции и уравнивание коэффициентов лорановских

разложений приближаемой функции и ее приближения, а также оценка интеграла Коши от произвольной непрерывной функции по границе области через (непрерывную) аналитическую емкость множества ее особенностей. Эти подходы и по сей день широко используются в теории аппроксимаций.

В то же время, аналитическая емкость плоского множества оказалась достаточно сложной для непосредственного использования величиной, которая не может быть выражена через стандартные метрические характеристики множества. Витушкин выдвинул гипотезу о полуаддитивности аналитической емкости. Оставаясь открытой более 40 лет, эта гипотеза оказала значительное стимулирующее воздействие на исследования по теории аппроксимаций, особенностям аналитических функций и сингулярным интегралам.

Здесь уместно упомянуть и сформулированную Анатолием Георгиевичем в начале 1960-х гг. гипотезу о характеристизации устранимых особенностей ограниченных голоморфных функций одного переменного: множество конечной линейной хаусдорфовой меры устранимо для класса ограниченных голоморфных функций тогда и только тогда, когда его линейная вариация равна нулю. Эта гипотеза в уточненной форме была доказана Г. Давидом только в 1999 году.

В работах А. Г. Витушкина конца 1960-х – 70-х гг. аппроксимации голоморфными функциями на плоскости возникают в связи с задачами, пришедшими из радиофизики и теории кодирования. Полученные им (в том числе совместно с В. И. Буслаевым) результаты по приближениям целых функций в относительной метрике позволили разработать алгоритмы кодирования сигналов с конечным спектром, обеспечивающие значительно более высокое качество воспроизведения сигналов при цифровой записи, чем стандартные методы, основанные на результатах типа теоремы Котельникова. А именно, оказалось, что можно неограниченно улучшать такую важную характеристику, как динамический диапазон канала связи, не увеличивая плотности кода.

С 1965 г. А. Г. Витушкин – научный сотрудник Математического института им. В. А. Стеклова Академии наук. В этом же году началась его деятельность (сначала в должности ассистента, а в скором времени как профессора) на кафедре теории функций и функционального анализа механико-математического факультета МГУ. Уже почти 40 лет по средам, в 16.20, в аудитории 13-04 мехмата собирается семинар по комплексному анализу, через который прошло немало известных математиков. В течение более 20 лет своей истории он был известен как семинар А. Г. Витушкина, А. А. Гончара и Б. В. Шабата. Последние 10–15 лет заседания семинара проходят под руководством Анатолия Георгиевича.

Со второй половины 60-х гг. семинар в МГУ, одним из руководителей которого был Витушкин, стал центром исследований по многомерному комплексному анализу в стране. В интересах А. Г. Витушкина также все большее место стала занимать многомерная комплексная геометрия. Одной из задач, оказавшихся тогда в центре обсуждения, стала знаменитая гипотеза о якобиане (известная также как проблема Келера): пусть P – полиномиальное отображение с якобианом, не обращающимся в нуль (и, следовательно, постоянным), тогда P – полиномиальный автоморфизм $\mathbb{C}^2$. В те годы гипотеза считалась давно доказанной, однако разбор “доказательства”, проведенный участниками семинара, обнаружил там неустранимые пробелы. Проанализировав задачу, Витушкин свел ее к утверждению об отсутствии разветвленного голоморфного накрывающего отображения в $\mathbb{C}^2$ из многообразия, являющегося объединением $\mathbb{C}^2$ и цепочки вклеенных экземпляров $\mathbb{CP}^1$, содержащей кривую ветвления. В 1971 г. Анатолий Георгиевич показал, что топологических препятствий для существования такого накрытия нет, построив весьма нетривиальный пример [36] трехлистного топологического отображения $M \rightarrow \mathbb{C}^2$, в котором многообразие M склеено из $\mathbb{R}^4$ и $\mathbb{R}^2$, а отображение разветвлено вдоль $\mathbb{R}^2$. Этот пример продемонстрировал, что доказательство гипотезы должно быть основано на нетривиальных комплексно-геометрических и алгебраических подходах. На сегодняшний момент гипотеза остается открытой, и для Анатолия Георгиевича, неутомимо пропагандирующего ее, это является своего рода показателем недостаточной разработанности средств и методов современного многомерного комплексного анализа. В то же время глубокий анализ задачи о якобиане привел Витушкина к ряду содержательных вопросов, которые в свою очередь привлекли внимание многих математиков. В качестве примера можно упомянуть гипотезы Витушкина об отсутствии непостоянных голоморфных функций на 2-мерных сферах, вложенных в $\mathbb{CP}^2$, и о невозможности подклейки снаружи голоморфного диска к границе стягиваемой строго псевдовыпуклой области, недавно доказанные С. Ю. Немировским.

В середине 70-х гг. внимание А. Г. Витушкина привлекают работы С. С. Черна, Ю. Мозера, Г. Александера и Ч. Феффермана по геометрии вещественных гиперповерхностей в комплексном пространстве. Он увлек этой тематикой участников семинара, что привело к появлению новых подходов и развитию новых методов в геометрии вещественных подмногообразий комплексного пространства. Результаты Анатолия Георгиевича в этой области связаны с аналитическим продолжением ростков голоморфных отображений одной строго псевдовыпуклой гиперповерхности в другую: для общего случая строго псевдовыпуклых вещественно-аналитических CR -гиперповерхностей, локально неэквивалентных сфере показано, что росток отображения между такими поверхностями неограниченно продолжается вдоль путей на поверхности-прообразе.

Научные результаты А. Г. Витушкина получили заслуженное признание. Его неоднократно приглашали с докладами на Международные конгрессы математиков и крупнейшие конференции. В 1976 г. Анатолий Георгиевич был избран членом-корреспондентом, а в 1991 г. действительным членом РАН. Он – лауреат Государственной премии, удостоен ордена “Знак Почета”.

Говоря об А. Г. Витушкине, невозможно обойти молчанием его педагогическую деятельность. Ее нельзя свести к курсам теории функций комплексного переменного, неоднократно и блестяще прочитанным им на механико-математическом факультете МГУ. С аспирантских лет до последнего времени Анатолий Георгиевич организовывал кружки для студентов 1–2 курсов, проводил там занятия, формулировал задачи для студентов, относясь к этому с не меньшим увлечением, чем к организации заседаний “взрослого” исследовательского семинара. Учениками Анатолия Георгиевича считают себя многие активно действующие математики, которые, даже работая далеко от Москвы, продолжают поддерживать самые теплые отношения со своим учителем.

Всю вторую половину прошедшего века А. Г. Витушкин находился в стремительном потоке научной жизни. Как всегда, Анатолий Георгиевич исключительно активен, деятельно интересуется огромным спектром вопросов, простирающимся далеко за пределы математики, руководит аспирантами, ведет большую работу как главный научный сотрудник Математического института им. В. А. Стеклова РАН, профессор механико-математического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, член редколлегии журнала “Математические заметки”. Мы желаем А. Г. Витушкину крепкого здоровья, долгих лет творческой жизни, новых успехов и талантливых учеников.

*В. К. Белашанка, В. С. Владимиров, А. А. Гончар,
Е. П. Долженко, Н. Г. Кружилын, В. В. Напалков,
П. В. Парамонов, А. Г. Сергеев, П. Л. Ульянов, Е. М. Чирка*

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ А. Г. ВИТУШКИНА

- [1] Достаточные условия ограниченности линейной вариации функции трех переменных // Матем. сб. 1954. Т. 34 (76). № 2. С. 307–322
- [2] Некоторые оценки для вариаций множеств // Докл. АН СССР. 1954. Т. 95. № 3. С. 433–434
- [3] К тринадцатой проблеме Гильберта // Докл. АН СССР. 1954. Т. 96. № 4. С. 701–704
- [4] Определение вариаций множеств и метрический закон двойственности // Докл. АН СССР. 1954. Т. 96. № 5. С. 893–896
- [5] Вариации функций многих переменных и достаточные условия для их ограниченности // Докл. АН СССР. 1954. Т. 96. № 6. С. 1089–1091
- [6] Замечания к данному К. Ситниковым решению одной задачи Урысона // Докл. АН СССР. 1955. Т. 100. № 1. С. 5–8
- [7] О многомерных вариациях. М.: ГИТТЛ, 1955
- [8] Некоторые оценки из теории табулирования // УМН. 1957. Т. 12. № 2. С. 227–228
- [9] Связь вариации множества с метрическими свойствами дополнений // Докл. АН СССР. 1957. Т. 114. № 4. С. 686–689
- [10] Некоторые оценки из теории табулирования // Докл. АН СССР. 1957. Т. 114. № 5. С. 923–926
- [11] Абсолютная ϵ -энтропия метрических пространств // Докл. АН СССР. 1957. Т. 117. № 5. С. 745–747
- [12] Вариации функций многих переменных и достаточные условия их ограниченности // Дисс. ... канд. физ.-матем. наук, М.: МГУ, 1957
- [13] О трудности задачи табулирования // Дисс. ... докт. физ.-матем. наук, М.: МГУ, 1957

- [14] О наилучших приближениях дифференцируемых и аналитических функций // Докл. АН СССР. 1958. Т. 119. № 3. С. 418–420
- [15] Аналитическая емкость множеств и некоторые ее свойства // Докл. АН СССР. 1958. Т. 123. № 5. С. 778–781
- [16] Некоторые теоремы о возможности приближения непрерывных функций аналитическими функциями // Докл. АН СССР. 1958. Т. 123. № 6. С. 959–962
- [17] Пример множества положительной длины, но нулевой аналитической емкости // Докл. АН СССР. 1959. Т. 127. № 2. С. 246–249
- [18] Условия на множество, необходимые и достаточные для возможности равномерного приближения аналитическими (или рациональными) функциями всякой непрерывной на этом множестве функции // Докл. АН СССР. 1959. Т. 128. № 1. С. 17–20
- [19] Оценка сложности задачи табулирования. М.: Физматгиз, 1959
- [20] Theory of the Transmission and Processing of Information. Oxford: Pergamon Press, 1961
- [21] Несоизмеримость минимальной линейной меры с длиной множества // Докл. АН СССР. 1963. Т. 151. № 6. С. 1256–1259 (совм. с Л. Д. Ивановым и М. С. Мельниковым)
- [22] Некоторые свойства линейных суперпозиций гладких функций // Докл. АН СССР. 1964. Т. 156. № 5. С. 1003–1006
- [23] Доказательство существования аналитических функций многих переменных, непредставимых линейными суперпозициями непрерывно дифференцируемых функций меньшего числа переменных // Докл. АН СССР. 1964. Т. 156. № 6. С. 1258–1261
- [24] Об одной задаче Данжуа // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1966. Т. 28. № 5. С. 745–746
- [25] О линейных суперпозициях непрерывно дифференцируемых функций // УМН. 1964. Т. 19. № 6. С. 213 (совм. с Г. М. Хенкиным)
- [26] Доказательство полунепрерывности сверху вариации множества // Докл. АН СССР. 1966. Т. 166. № 5. С. 1022–1025
- [27] О приближении функции рациональными дробями // Докл. АН СССР. 1966. Т. 171. № 5. С. 1023–1026
- [28] Нелинейные схемы аппроксимаций в теории функций // Конструктивная теория функций: Труды 3-й математической школы (Кацивели, 1965). Киев: Наукова думка, 1975. С. 5–28
- [29] Условия на множество, необходимые и достаточные для того, чтобы всякая непрерывная функция, аналитическая во внутренних его точках, допускала равномерное приближение рациональными дробями // Докл. АН СССР. 1966. Т. 171. № 6. С. 1255–1258
- [30] Оценка интеграла Коши // Матем. сб. 1966. Т. 71 (113). № 4. С. 515–534
- [31] Линейные суперпозиции функций // УМН. 1967. Т. 22. № 1. С. 77–124 (совм. с Г. М. Хенкиным)
- [32] Аналитическая емкость множеств в задачах теории приближений // УМН. 1967. Т. 22. № 6. С. 141–199
- [33] Аналитическая емкость и интеграл Коши // Докл. АН СССР. 1967. Т. 175. № 1. С. 20–23
- [34] О возможности представления функций суперпозициями функций от меньшего числа переменных // Труды международного конгресса математиков (Москва, 1966). М.: Наука, 1968. С. 322–329
- [35] К тринадцатой проблеме Гильберта // Проблемы Гильберта. М.: Наука, 1969. С. 163–170
- [36] Некоторые примеры в связи с задачей полиномиальных преобразований // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1971. Т. 35. № 2. С. 269–279
- [37] Об одной задаче Рудина // Докл. АН СССР. 1973. Т. 213. № 1. С. 14–15
- [38] Оценка длины кода сигналов с конечным спектром в связи с задачами звукозаписи // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1974. Т. 38. № 4. С. 867–895 (совм. с В. И. Буслаевым)
- [39] Coding of signals with finite spectrum and sound recording problems // Proceedings of International Congress of Mathematicians (Vancouver, 1974). V. 1. Montréal: Canadian Math. Congress, 1975. P. 221–226
- [40] On polynomial transformations of C^n // Manifolds: Proceedings of International Conference on Manifolds and Related Topics Topol. (Tokyo, 1973). Univ. of Tokyo, 1975. P. 415–417
- [41] Равномерные приближения голоморфными функциями // Итоги науки и техн. Совр. пробл. матем. Т. 4. М.: ВИНТИ, 1975. С. 5–12

- [42] Uniform approximations by holomorphic functions // J. Funct. Anal. 1975. V. 20. №2. P. 149–157
- [43] Approximations of entire functions and coding of signals with a finite spectrum // Approximation theory II: Proceedings of International Symposium (Austin, 1976). New York: Academic Press, 1976. P. 269–281
- [44] On representation of functions by means of superpositions and related topics // Enseign. Math. 1977. V. 23. №3–4. P. 255–320
- [45] Аппроксимация целых функций и кодирование сигналов с конечным спектром // Теория приближений функций. М.: Наука, 1977. С. 83–89
- [46] Устойчивость усилителя и естественность звучания // Радио. 1980. №7 (совм. с В. Р. Телесниным)
- [47] Оценки радиуса сходимости степенных рядов, задающих отображение аналитических гиперповерхностей // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1985. Т. 45. №5. С. 962–984 (совм. с В. К. Белошапкой)
- [48] О продолжении голоморфных отображений // Докл. АН СССР 1982. Т. 276. №4. С. 779–780 (совм. с С. М. Ивашковичем)
- [49] Голоморфное продолжение отображений компактных гиперповерхностей // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1983. Т. 46. №1. С. 28–35
- [50] Глобальная нормализация вещественно-аналитической поверхности вдоль цепи // Докл. АН СССР 1983. Т. 269. №1. С. 15–18
- [51] Продолжение локальных отображений псевдовыпуклых поверхностей // Докл. АН СССР 1983. Т. 270. №2. С. 271–274 (совм. с В. В. Ежовым и Н. Г. Кружилиным)
- [52] Analysis of power series which provide automorphisms of a hypersurface and the problem of extension of mappings // Комплексный анализ и приложения. София: Болгарская АН, 1984. С. 518–523
- [53] Анализ степенных рядов, задающих автоморфизмы гиперповерхностей в связи с задачей продолжения отображений // Труды МИАН. 1984. Т. 163. С. 37–41
- [54] Продолжение голоморфных отображений вдоль вещественно-аналитических гиперповерхностей // Труды МИАН. 1985. Т. 167. С. 60–95 (совм. с В. В. Ежовым и Н. Г. Кружилиным)
- [55] Продолжение ростка голоморфного отображения строго псевдовыпуклой поверхности // УМН. 1985. Т. 40. №4. С. 151–152
- [56] Вещественно-аналитические гиперповерхности комплексных многообразий // УМН. 1985. Т. 40. №6. С. 3–31
- [57] Замечательные факты комплексного анализа // Итоги науки и техн. Совр. пробл. матем. Т. 7. М.: ВИНТИ, 1985. С. 5–22
- [58] Голоморфные отображения и геометрия гиперповерхностей // Итоги науки и техн. Совр. пробл. матем. Т. 7. М.: ВИНТИ, 1985. С. 167–226
- [59] Равномерная аппроксимация функций голоморфными функциями // Труды МИАН. 1987. Т. 176. С. 300–307
- [60] Описание групп автоморфизмов вещественных гиперповерхностей в комплексном пространстве // Исследования по теории приближений функций. Уфа: Башкирский филиал АН СССР, 1987. С. 26–69 (совм. с Н. Г. Кружилиным)
- [61] Проблемы биголоморфной классификации вещественно-аналитических гиперповерхностей // Бакинская международная топологическая конференция: Тезисы докладов. Баку, 1987 (совм. с Н. Г. Кружилиным)
- [62] Certain topological questions related to the Jacobian conjecture // Geometry of Low-Dimensional Manifolds: Proceedings of a Colloquium. Bochum: Ruhr-Universität, 1997
- [63] Критерий представимости цепочки σ -процессов композицией треугольных цепочек // Матем. заметки. 1999. Т. 65. №5. С. 643–653
- [64] Вычисление якобиана рационального преобразования $\mathbb{C}^2$ и некоторые приложения // Матем. заметки. 1999. Т. 66. №2. С. 308–312