

Николай Григорьевич Чеботарёв. К 120-летию со дня рождения

В 2014 году исполнилось 120 лет со дня рождения Николая Григорьевича Чеботарёва, одного из крупнейших советских математиков, члена-корреспондента АН СССР (1929), заслуженного деятеля науки РСФСР (1943), лауреата Сталинской премии (1948), первого директора физтеха. Жизненный путь и научное наследие Н. Г. Чеботарёва заслуживают глубочайшего уважения и искреннего восхищения.

Предисловие¹

Николай Григорьевич Чеботарёв родился 15 июня 1894 г. в семье юриста в г. Каменец-Подольский. Ещё гимназистом младших классов он стал увлечённо заниматься математикой, обнаружив при этом склонность к самостоятельному творчеству. В 1912 г. Николай Григорьевич поступил в Киевский университет, где основательно изучил теорию Галуа, методы которой на протяжении всей своей жизни он так успешно применял к решению почти всех интересовавших его задач. На втором курсе он принимал активное участие в математическом семинаре под руководством профессора Д. А. Граве, выступал с докладами и продолжал самостоятельное изучение теории аналитических и алгебраических функций, а также теории алгебраических чисел и получил великолепный самостоятельный результат – доказал арифметическую теорему монодромии: “композит всех групп инерции нормального поля есть группа Галуа этого поля”. В 1915 г. Киевский университет в связи с войной был эвакуирован в Саратов, где Чеботарёв продолжал интенсивно заниматься математикой в тесном общении с Борисом Николаевичем Делоне, одним из выдающихся учеников Д. Д. Граве, впоследствии членом-корреспондентом

АН СССР. Б. Н. Делоне ввёл Чеботарёва в курс современных проблем теории алгебраических чисел, по которым Николай Григорьевич впоследствии получил фундаментальные результаты. В 1916 г. Чеботарёв был оставлен при университете “для приготовления к профессорскому званию” под руководством Д. А. Граве. В 1918 г., после сдачи магистерских экзаменов, был избран приват-доцентом университета и, кроме основной работы, занимался преподавательской деятельностью в средних учебных заведениях Киева. 1918–1921 гг. Николай Григорьевич называл киевским периодом, в течение которого он написал несколько работ, опубликованных значительно позднее. В 1921 г. Чеботарёв переехал к своим родителям в Одессу, где он успешно занимался математикой и получил блестящие результаты, принесшие ему мировую известность, поставив его в ряд с классиками мировой математики. Диапазон научных интересов Николая Григорьевича был очень широк. Он занимался исследованиями конкретных, трудных задач классической математики из самых различных её разделов. В 1927 г. Чеботарёв был приглашён и избран по конкурсу профессором кафедры математики в Казанском университете и в 1928 г. приступил к своим обязанностям, которые исполнял без перерыва до 2 июля 1947 г., когда после тяжелой операции он скончался. В Казани Николай Григорьевич продолжает интенсивно работать: издаёт книги и учебные пособия, создаёт Казанскую алгебраическую школу.

Подробное описание всего богатства результатов, полученных Чеботарёвым и его школой, в этой короткой статье дать, конечно, невозможно, перечислим главные.

Теория Галуа и алгебраические числа

Главный результат в теории Галуа, полученный Чеботарёвым, состоит в решении проблемы Фробениуса об определении плотности множества простых чисел, принадлежащих заданному классу автофизмов группы Галуа нормального расширения поля рациональных чисел.

¹ Статья с сайта КФУ: <http://old.kpfu.ru/f5/history/cont.htm> приводится (с сокращениями) с разрешения К. Х. Гареева.

Ещё в древности, во времена Евклида, была поставлена задача найти закон распределения простых чисел в натуральном ряде 1, 2, 3, 4, 5. То, что простых чисел бесконечное множество, доказывалось просто и было известно Евклиду, но закономерность их расположения не удавалось установить на протяжении более двух тысяч лет, несмотря на усилия выдающихся математиков. Так как натуральный ряд чисел 1, 2, 3, ... является арифметической прогрессией с разностью, равной единице, то получается, что в этой прогрессии лежит бесконечное множество простых чисел, а именно, все простые числа. Если взять арифметическую прогрессию общего вида $mx + a$, где наибольший общий делитель (m, a) не равен 1, то такая прогрессия не содержит ни одного простого числа. Остаётся случай, когда $s = 1$. В 1937 г. Дирихле доказал одну из глубоких теорем теории чисел: “В прогрессии $mx + a$, где $(m, a) = 1$, лежит бесконечно много простых чисел”. При решении этой задачи Дирихле ввёл понятие плотности множества простых чисел. Плотность множества всех простых чисел равна единице, откуда следует, что плотность любого подмножества простых чисел не превосходит единицы. Дирихле доказал, что в прогрессиях простые числа распределены с одинаковой плотностью и указал численное значение этой плотности.

Фробениус поставил следующую задачу: определить плотность множества простых чисел, принадлежащих заданному классу подстановок произвольного нормального расширения поля рациональных чисел. Эту задачу Фробениусу решить не удалось, он решил другую, более частную: нашёл плотность множества простых чисел, принадлежащих к отряду группы Галуа.

Но теорема Фробениуса не является обобщением теоремы Дирихле на любые поля алгебраических чисел. В 1922 г. Чеботарёв решил проблему Фробениуса, доказав более общую теорему.

Теорема Чеботарёва является обобщением теоремы Дирихле на поля алгебраических чисел. При решении проблемы Фробениуса Николай Григорьевич применил созданный им метод присоединения к нормальному полю K поля деления круга W -метод, сыгравший выдающуюся роль в прогрессе теории алгебраических чисел. Этот метод в 1927 г. позволил Э. Артину доказать свой закон взаимности, что давало возможность отобразить арифметические свойства поля K в его группу Галуа аналогично основной теореме теории Галуа, отражающей алгебраические свойства поля K в группу Галуа. После доказательства артиновского закона взаимности теория полей классов была перестроена коренным образом. Работа Н. Г. Чеботарёва впервые была опубликована в 1923 г. в “Известиях Российской академии наук” и в переводе на немецкий язык в журнале “Math. Ann.” в 1925 г. и сразу же привлекла внимание математиков как советских, так и зарубежных, занявшихся улучшением и упрощением доказательства теоремы Чеботарёва. Насколько важное значение имеет закон о плотностях простых чисел, доказанный Николаем Григорьевичем, можно судить по тому, что и в настоящее время пределы его применения

всё более расширяются; он применяется в проблеме построения полей с заданной группой Галуа, в теории абелевых l -адических представлений полей, в современном изложении теории Галуа и теории полей классов. В области теории алгебраических чисел Чеботарёвым написано свыше десяти работ, которые послужили отправной точкой для исследований молодых математиков.

Отметим хорошо известную классическую задачу древности, поставленную ещё Гиппократом и привлекавшую внимание крупнейших математиков на протяжении двух с половиной тысяч лет, задачу о квадрировании круговых луночек при помощи циркуля и линейки. Основная роль в решении этой задачи принадлежит Чеботарёву, который решил её благодаря синтезу результатов Дедекинда, Оре и других. В 1934 г. Николай Григорьевич решил задачу для случая, когда отношение угловых мер дуг, ограничивающих луночку, соизмеримо и равно m/n , где m, n – взаимно простые и оба нечётные, а в 1947 г. его ученик А. В. Дороднов исследовал вторую половину задачи, когда одно из чисел m, n – чётное. Так была решена геометрическая задача методом современной алгебры.

Проблема резольвент

Пусть дано алгебраическое уравнение степени n с коэффициентами, зависящими от k параметров. Проблема резольвент Клейна состояла в том, чтобы найти такое преобразование Чирнгаузена, при котором коэффициенты резольвенты зависели бы от возможно меньшего числа параметров. В 1900 г. Д. Гильберт обобщил эту проблему.

Н. Г. Чеботарёв, занимаясь проблемой резольвент Клейна-Гильберта, опубликовал ряд работ, в которых среди различных результатов содержится и такой: для того, чтобы уравнение имело k -параметрическую резольвенту Клейна, необходимо и достаточно, чтобы его группа Галуа была подгруппой группы Ли, допускающей представление в k -мерном пространстве. В 1943 г. Николай Григорьевич занимается проблемой резольвент Гильберта, вводя в исследование задачи предложенное им новое понятие критического многообразия.

Результаты работ Чеботарёва по проблеме резольвент были высоко оценены специалистами и Советским правительством, за совокупность работ ему была присуждена Сталинская премия первой степени.

Проблемы распределения корней

Ещё в Одессе Николай Григорьевич распространил теорию исключения переменных для многочленов целые трансцендентные функции и применил свой метод к нахождению критериев однолистности аналитических функций. Эта проблема привела его к постановке целого ряда новых проблем о продолжаемости полиномов. Содержание проблемы состоит в следующем: дан многочлен и множество M ; требуется дописать в многочлене

старшие так, чтобы все корни нового многочлена лежали во множестве M . Если это возможно, то многочлен называется M -продолжаемым.

В 1936 г. ученик Чеботарёва, в то время его аспирант Л. И. Гаврилов решил проблему K -продолжаемости, где K -окружность единичного радиуса с центром в начале координат. Оказалось, что всякий многочлен K -продолжаем.

Проблемой R -продолжаемых многочленов, где R – вещественная ось, успешно занимался другой аспирант Чеботарёва – Н. Н. Мейман. Эта проблема оказалась весьма трудной, так как необходимые и достаточные условия для R -продолжаемости выражаются бесконечным множеством неравенств, налагаемых на коэффициенты многочлена. Однако Мейман нашёл алгоритм, при помощи которого конечным числом действий задача может быть решена. За эту работу, поданную как кандидатская диссертация, Н. Н. Мейман получил сразу учёную степень доктора физико-математических наук.

Теория групп

Проблема теории резольвент тесно связана с теорией групп Ли. Занимаясь резольвентами, Николай Григорьевич заинтересовался теорией групп Ли и получил в этой области ряд результатов. В 1940 г. Николай Григорьевич издаёт книгу “Теория групп Ли”, являющуюся первой книгой на русском языке по группам Ли. Книга сразу получила признание у математиков и физиков, применяющих в своих исследованиях методы теории групп Ли. В этой области математики Чеботарёву особенно посчастливилось, он имеет двух учеников, которые внесли в науку вклад огромного значения.

При работе над проблемой резольвент Н. Г. Чеботарёв встретился с вопросом об “одевании” конечных групп группами Ли, что привело к задаче о представлении алгебр Ли матрицами. Эту тему он дал своему аспиранту И. Д. Адо.

В 1935 г. И. Д. Адо решил задачу, доказав теорему (Адо). Эта работа была подана как кандидатская диссертация, но учёный совет присудил за неё сразу учёную степень доктора физико-математических наук, и она принесла двадцатипятилетнему И. Д. Адо мировую известность. Полученный результат вошёл в современные монографии по теории алгебр Ли и называется теоремой Адо.

Второй ученик В. В. Морозов в 1938 г. решил проблему перечисления всех примитивных представлений неполупростых групп Ли, а в 1943 г. в своей докторской диссертации разыскал все неполупростые максимальные подгруппы простых групп Ли и в дальнейшем опубликовал ряд работ, результаты которых также вошли в монографии по алгебрам Ли. Кроме плодотворной научной и педагогической деятельности, Э. В. Морозов принял на себя труд по продолжению деятельности Казанской алгебраической школы, которую он возглавлял на протяжении двадцати восьми лет, заведя кафедрой алгебры после Н. Г. Чеботарёва.

Педагогическая деятельность

В Казанском университете Н. Г. Чеботарёв читал много курсов как общих, так и специальных, причём не большие курсы, а семестровые. Сначала излагал основной материал, необходимый для понимания дальнейшего, а затем быстро подводил к какой-нибудь проблеме, которой сам занимался, и рассказывал о ещё нерешённых задачах. Обстановка на лекциях была рабочей, будничной и весьма непринуждённой. Николай Григорьевич не любил, когда ему задавали вопросы в конце лекции или доклада, предпочитая, чтобы их задавали немедленно, как только что-то станет непонятным. Обычно курс заканчивался намного раньше и остальное время отводилось на консультации по нему. В своих докладах на заседаниях физико-математического общества и на кафедральном семинаре Николай Григорьевич часто сообщал о своих ещё незаконченных результатах, о планах решения задачи, так что можно было наблюдать процесс творчества в действии. Наряду с огромной научной продуктивностью Н. Г. Чеботарёв обладал и очень большой способностью к написанию научной и учебной литературы. Им написаны: “Теория Галуа” (три тома), “Теория алгебраических функций”, “Группы Ли” и “Введение в теорию алгебр”, все они изданы в центральных издательствах. Кроме того, в Казанском университете изданы книги “Вариационное исчисление” и “Топология”. И всё это в помощь студентам – такой безграничной была его любовь к молодёжи. Академией наук СССР издано научное наследие Н. Г. Чеботарёва – собрание его оригинальных работ в трёх томах.

Общественная деятельность²

Николай Григорьевич принимал активное участие в общественной жизни университета. Он был большим патриотом Казани, все лестные предложения о перемене места работы категорически отвергал. Он был с 1943 г. председателем Казанского физико-математического общества. Благодаря энергии и заботе Чеботарёва создан Научно-исследовательский институт математики и механики при университете, первым директором которого он был до конца своей жизни. Постановлением правительства институту присвоено имя Н. Г. Чеботарёва.

Николай Григорьевич Чеботарёв принял активное участие ещё в одном становлении, значительно изменившем научную жизнь Казани, – организации Казанского филиала АН СССР. Н. Г. Чеботарёв был первым директором Физико-технического института Казанского филиала АН СССР. По существу, он был директором-организатором КФТИ. По его представлению первона-

² Подготовлено К. М. Салиховым.

чальная структура КФТИ была утверждена в составе трёх секторов:

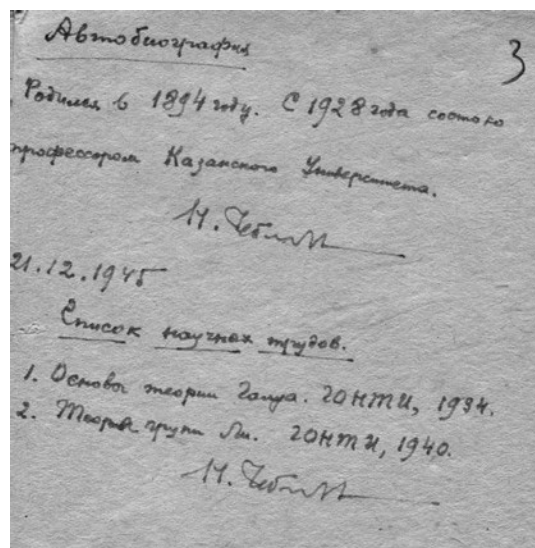
1. сектор математики и механики (руководитель – член-корр. АН СССР Н. Г. Чеботарёв);
2. сектор астрономии и геофизики (руководитель – проф., д.ф.-м.н. А. Д. Дубяго);
3. сектор физики (руководитель – д.ф.-м.н. Е. К. Завойский).

Большое уважение вызывает гражданская позиция Н. Г. Чеботарёва. Когда началась Великая Отечественная война, он в первый же день выступил на университетском митинге и записался добровольцем на фронт. Однако его оставили в тылу, где он занимался исследованиями физических процессов, происходящих при выстрелах морских орудий.

Он принимал активное участие в организации и проведении математических олимпиад школьников Татарстана, активно участвовал в студенческой художественной самодеятельности, выступал как музыкант на концертах, был непререкаемым участником спортивных соревнований по стрельбе из винтовки в составе команды физмата. Николай Григорьевич был принципиальным и прямым, способным постоять за то, что считал на пользу делу. В то же время он был человеком исключительного обаяния и большим оптимистом, человеком весьма высоких нравственных качеств, простым и ровным в общении со всеми людьми без различия их положения, отзывчивым и внимательным. Проявлял в прямом смысле отеческую заботу о молодёжи.

Н. Г. Чеботарёв о своём отношении к профессии в воспоминаниях учеников

В 1948 году в журнале “Успехи математических наук” была напечатана неоконченная рукопись Н. Г. Чеботарёва “Математическая автобиография” (автобиография доведена до 1927 г., т.е. описывает жизнь Н. Г. Чеботарёва до переезда в Казань). Н. Г. Чеботарёв приводит весьма интересные соображения о своём отношении к профессии. “В математике красота играет громадную роль... Красота в математике идёт рука об руку с целесообразностью: мы редко называем изящными рассуждения, не приводящие к законченной цели или более длинные, чем это представляется необходимым. Я представляю собой в математике типичного поклонника математической красоты. У меня нет исследований, которые бы пролагали в математике новые пути и открывали бы новые области. С другой стороны, нет такой области, в которой я бы чувствовал себя большим специалистом: мои знания касаются довольно многих областей, но они не исчерпывающие, а сводятся только к общему знакомству с предметом и методом и к схватыванию главного. Мои работы редко возвращаются к старым темам, и их тематика весьма пестра. Моя же ценность в математике состоит в том, что я берусь за проблемы, которые безуспешно пытались решить другие, и решаю их, пользуясь для этого часто



Автобиография Н. Г. Чеботарёва. Архив КФТИ, ф. 1, оп. 7, д. 467, л. 3.

неожиданными приёмами, заимствованными часто из других отделов математики.

... Привлечённые из других областей методы и приёмы дают для науки гораздо больше, чем мы это себе представляем. Я уверен, что если бы наука (какая угодно) не принимала особых мер для своей недоступности (научная терминология, предъявляемые к сочинениям традиционные требования относительно цитат и т.п.), а, наоборот, стремилась бы путём популярных сочинений стать ближе к широким слоям населения, то она продвигалась бы несравненно быстрее. Мы, математики, в этом деле грешим меньше других. Мы стараемся втянуть в математическую жизнь школьников, организуя олимпиады. Мы стараемся продвинуть способную молодёжь...”

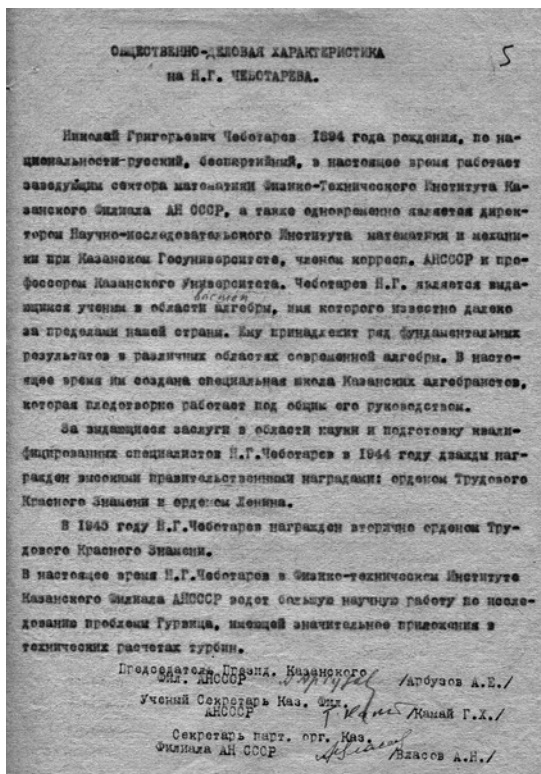
Ученик Н. Г. Чеботарёва проф. В. В. Морозов вспоминает, что Николай Григорьевич был лаконичен. В подтверждение этого приведём автобиографию, которая хранится в личном деле Н.Г. в архиве КФТИ.

В. В. Морозов приводит ещё более короткий вариант: “Автобиография. Я родился в 1894 году в Каменец-Подольске. В жизни моей ничего существенного не произошло. Н. Чеботарёв”.

11 августа 1922 года известный учёный проф. Б. Н. Делоне написал Чеботарёву такое письмо. “Дорогой Николай Григорьевич, я только что получил рукопись Вашей большой работы о простых числах соотв. данному классу подстановок уравнения Гауэ. Я восхищён и не могу удержаться от того, чтобы немедленно уже, после 2-х часов чтения её, не сообщить Вам об этом”. В этот момент Николаю Григорьевичу было 28 лет.

Общественное признание

Выдающиеся научные достижения Николая Григорьевича Чеботарёва получили широкое признание в на-



Общественно-деловая характеристика на Н. Г. Чеботарёва. Архив КФТИ, ф. 1, оп. 7, д. 467, л. 5.

ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
на Н. Г. Чеботарёва.

Николай Григорьевич Чеботарёв 1894 года рождения, по национальности – русский, беспартийный, в настоящее время работает заведующим сектором математики Физико-Технического Института Казанского Филиала АН СССР, а также одновременно является директором Научно-исследовательского Института математики и механики при Казанском Госуниверситете, членом корресп. АН СССР и профессором Казанского Университета. Чеботарёв Н.Г. является выдающимся учёным в области высшей алгебры, имя которого известно далеко за пределами нашей страны. Ему принадлежит ряд фундаментальных результатов в различных областях современной алгебры. В настоящее время им создана специальная школа Казанских алгебраистов, которая плодотворно работает под общим его руководством.

За выдающиеся заслуги в области науки и подготовку квалифицированных специалистов Н. Г. Чеботарёв в 1944 году дважды награждён высокими правительственными наградами: орденом Трудового Красного Знамени и орденом Ленина.

В 1945 году Н. Г. Чеботарёв награждён вторично орденом Трудового Красного Знамени.

В настоящее время Н. Г. Чеботарёв в Физико-техническом Институте Казанского филиала АН СССР ведёт большую научную работу по исследованию проблемы Гурвица, имеющей значительные приложения в технических расчётах турбин.

Председатель Презид. Казанского
Фил. АН СССР

Арбузов А. Е.

Учёный Секретарь
Каз. Фил. АН СССР
Секретарь парт. орг.
Каз. Филиала АН СССР

Камай Г.Х.

Власов А.Н.

шей стране и во всём мире. В 1929 г. он избирается членом-корреспондентом АН СССР, в 1932 г. оргкомитет Международного математического съезда в Цюрихе поручает ему прочесть обзорный доклад по проблемам теории Галуа. В 1943 году ему присвоено почётное звание заслуженного деятеля науки РСФСР. Н. Г. Чеботарёв награждён орденом Ленина (1944 г.), двумя орденами Трудового Красного Знамени (1944 г., 1945 г.), медалью “За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.». В 1947 году Учёный совет ФТИ и Президиум Казанского филиала АН СССР выдвинули Н. Г. Чеботарёва как кандидата в действительные члены АН СССР. В архиве института хранится общественно-деловая характеристика на Николая Григорьевича Чеботарёва для представления от ФТИ в Президиум АН СССР (Ф. 1, оп. 7, д. 467, л. 5).

В 1948 году (посмертно) Н. Г. Чеботарёву была присуждена Сталинская премия.

Литература о Н. Г. Чеботарёве

- Морозов В.В.: Казанская математическая школа за 30 лет. Алгебра. Успехи мат. наук, т. II, вып. 6(22), 3–8 (1947)
- Чеботарёв Н.Г.: Математическая автобиография. Успехи мат. наук, т. III, вып. 4(25), 3–66 (1948)
- Делоне Б.: Николай Григорьевич Чеботарёв. Изв. АН СССР. Сер. мат. 12, вып. 4, 337–340 (1948)
- Дороднов А.В.: Николай Григорьевич Чеботарёв (1894–1947). Очерки истории НИИ математики и механики им Н. Г. Чеботарёва. Казань: Изд-во КГУ 1989.
- “Николай Григорьевич Чеботарёв (1894–1947)”. Казань: Изд-во Казан. ун-та 1994. 230 с.