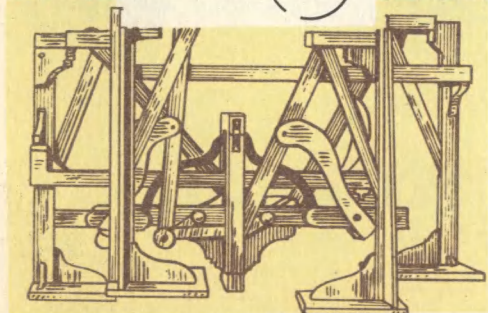
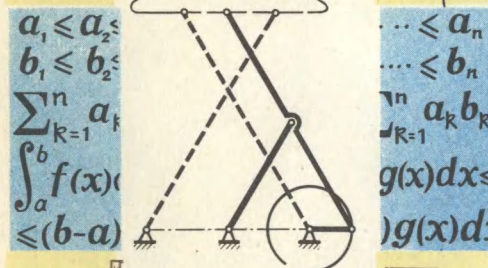
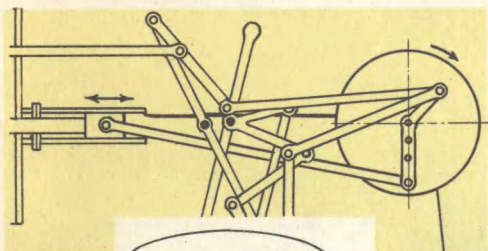
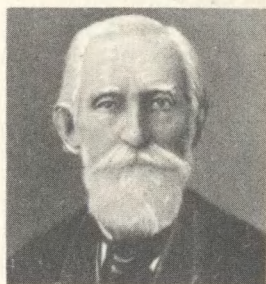


С.П.ГУРОВ
Н.А.ХРОМИЕНКОВ
К.В.ЧЕБЫШЕВА

П.Л.ЧЕБЫШЕВ



С.П.ГУРОВ
Н.А.ХРОМИЕНКОВ
К.В.ЧЕБЫШЕВА

П.А.ЧЕБЫШЕВ

Пособие для учащихся

МОСКВА
«ПРОСВЕЩЕНИЕ»
1979

28.1 г.

Г95

Гуров С. П. и др.

Г95 П. Л. Чебышев: Пособие для учащихся/
С. П. Гуров, Н. А. Хромиенков, К. В. Чебышева. —
М.: Просвещение, 1979. — 111 с., ил. — (Люди
науки).

О жизни и деятельности выдающегося математика, талантливого изобретателя, известного педагога и общественного деятеля второй половины XIX в. Пафнутия Львовича Чебышева рассказывается в этой книге. Гений его оказал значительное влияние на прогресс науки и техники не только в России, но и во всем мире.

При создании книги авторами использован большой документальный материал. Книга предназначена для внеклассного чтения.

Г 60601—685
103(03)—79 286—79 4306020400

22.15

51(09)

© Издательство «Просвещение», 1979 г.

Чебышев «гордость науки в России, один из первых математиков Европы, один из величайших математиков всех времен».

Ш. Эрмит

ПРЕДИСЛОВИЕ

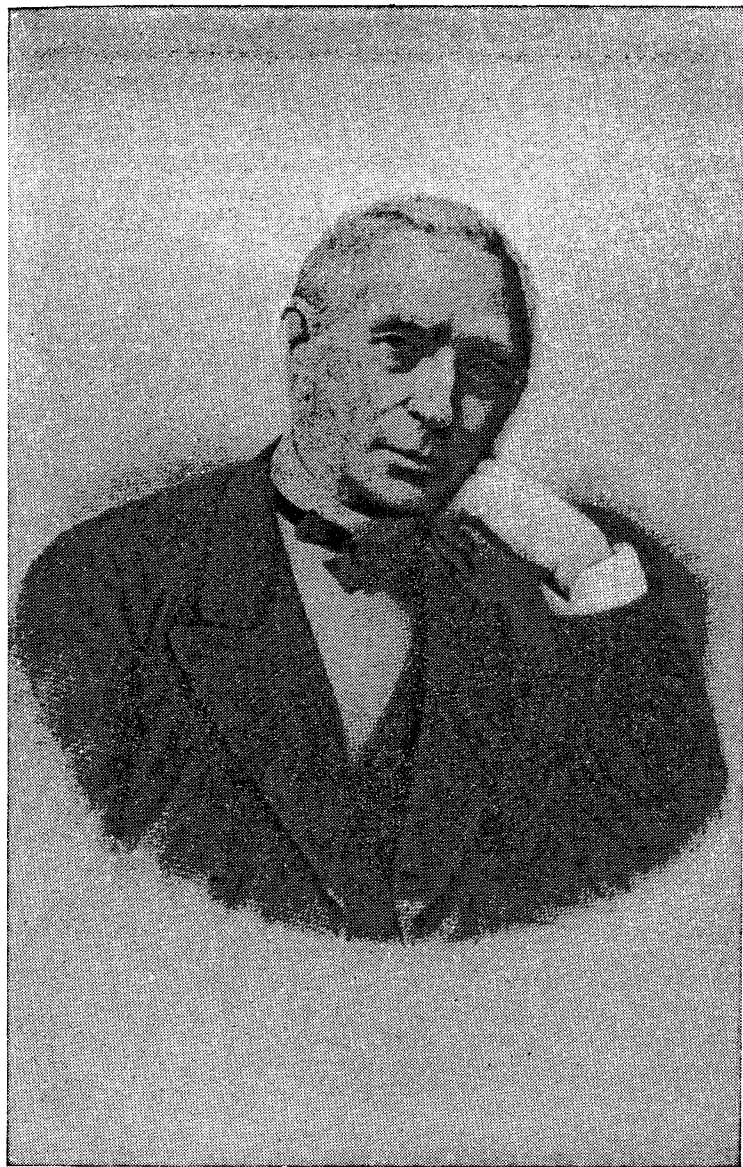
В истории мировой науки навсегда останется бессмертным имя академика Пафнутия Львовича Чебышева.

П. Л. Чебышев наравне с Н. И. Лобачевским является одним из величайших гениев мира, гордостью и славой русского народа. Фундаментальные исследования Чебышева в теории чисел, теории вероятностей, создание им теории наилучшего приближения функций составили эпоху в развитии мировой математической мысли. Гений Чебышева оказывал мощное влияние на прогресс математики не только в России, но и во всей Европе. Одновременно великий ученый был талантливым изобретателем, замечательным педагогом, видным просветителем второй половины XIX века.

Разносторонняя деятельность П. Л. Чебышева развернулась в тот период, когда Россия вступила на путь интенсивного капиталистического развития и в русском обществе пробудился интерес к проблемам практического использования достижений естественных наук в развитии техники. Властное требование жизни выводило ученого далеко за пределы чисто теоретических проблем: в течение многих лет он плодотворно работает на ниве народного просвещения, в Артиллерийском комитете, вносит свой вклад в развитие техники.

П. Л. Чебышев счастливо избежал участи гения-одиночки, характерной для русских ученых всей первой половины XIX века. Он явился создателем блестящей, самобытной научной школы, которую возглавлял более трех десятилетий.

Глава Петербургской математической школы вырастил плеяду замечательных ученых и педагогов — Е. И. Золотарева, А. А. Маркова, А. М. Ляпунова и многих



Портрет П. Л. Чебышева.

других. Блестящие результаты П. Л. Чебышева и его последователей явились крупным вкладом в мировую математику.

Цель брошюры — познакомить читателей с жизнью и научной деятельностью великого математика.

При работе над брошюрой были использованы ценные указания академика И. М. Виноградова, члена-корреспондента АН СССР Б. Н. Делоне, которым авторы выражают искреннюю благодарность.

СЕМЬЯ ЧЕБЫШЕВЫХ

Пафнутий Львович Чебышев родился 4 (16) мая 1821 года в сельце Окатово Боровского уезда Калужской губернии, Спас-Прогнанской волости, о чем имеется соответствующая запись, сделанная при крещении мальчика в церковной метрической книге.

Отец Чебышева, Лев Павлович (1789—1861), владел родовым имением Мелехово Тульской губернии. По преданиям, Чебышевы принадлежали к старинной дворянской фамилии, происшедшей от двух татарских княжичей Чабышей. Из документов имеется лишь грамота, выданная в 1685 году прадеду Льва Павловича — царскому стольнику Павлу Ивановичу Чебышеву о пожаловании ему «за его многую службу во время настоящих с салтаном турецким и с ханом крымским войны» деревни Мелехово и других земельных угодий в Тульском уезде.

Лев Павлович служил губернским регистратором в Тульском губернском правлении. В молодые годы в чине корнета Тульского 1-го конноказацкого полка принимал участие в Отечественной войне 1812 года, являлся непосредственным участником ряда сражений, в том числе взятия г. Бауцена в 1813 году и Парижа в 1814 году, за что получил несколько боевых наград. В 1814 году он вышел в отставку.

Лев Павлович получил хорошее по тем временам образование, любил развлечения и, по семейным преданиям, считался хорошим человеком и хлебосольным русским баринком. В апреле 1817 года Л. П. Чебышев женился на Аграфене Ивановне Поздняковой, дочери помещика Калужской губернии, и поселился в Окатове. Он неоднократно избирался уездным предводителем



Лев Павлович Чебышев.

дворянства и был довольно заметной фигурой не только в Боровске и Калуге, но и в Москве. Последние годы жизни Лев Павлович работал по организации подготовительных работ к проведению крестьянской реформы 1861 года.

Мать великого математика принадлежала по материнской линии к старинному дворянскому роду Зыковых, представители которого принимали участие в возведении на престол царицы Елизаветы Петровны.

Чебышевы со своими детьми жили преимущественно в Окатове. Детей было 9 человек: пять сыновей — Пафнутий, Павел, Петр, Николай и Владимир и четыре дочери — Елизавета, Екатерина, Надежда и Ольга.

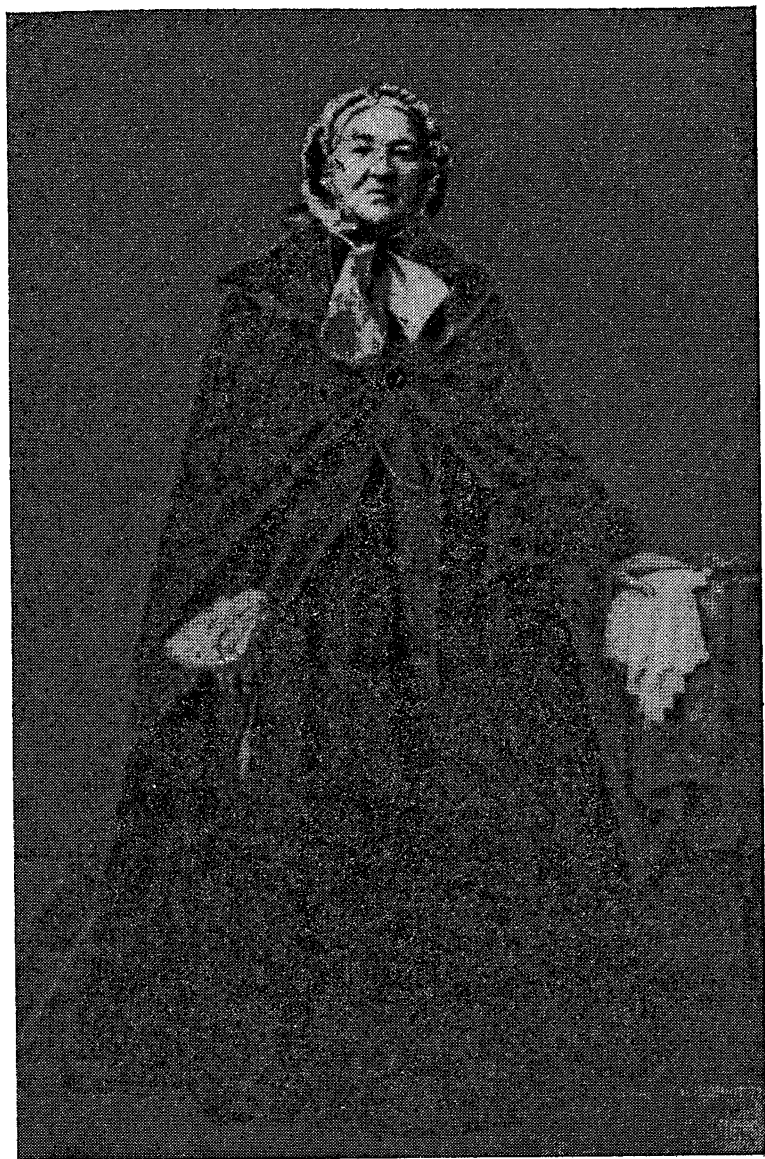
Из многочисленной семьи Чебышевых значительный след в истории науки и культуры оставили сыновья Пафнутий, Николай и Владимир.

Старший из братьев, Пафнутий, стал одним из величайших математиков того времени, гордостью нашей родины.

Николай Львович Чебышев (1830—1875), будучи начальником Варшавского учебно-артиллерийского полигона, разработал впервые простейшие способы стрельбы по невидимой цели, положив этим начало применению в артиллерии закрытых огневых позиций. Он принимал активное участие в работах Артиллерийского комитета. В последние годы жизни, имея чин генерал-майора, он возглавлял Кронштадтскую крепостную артиллерию и немало сделал для ее укрепления.

Владимир Львович (1832—1905) посвятил всю свою жизнь усовершенствованию отечественного ручного оружия, добившись замены в русской армии иностранной винтовки типа Бердана отечественной трехлинейной винтовкой Мосина, бывшей на вооружении русской армии вплоть до введения автоматического ручного оружия.

Пробыв на военной службе более 14 лет, В. Л. Чебышев перешел в 1862 году на преподавательскую работу в Михайловскую артиллерийскую академию, где проработал 30 лет до выхода на пенсию. Несомненной заслугой Владимира Львовича является издание в течение трех десятилетий «Оружейного сборника», где освещались актуальные вопросы вооружения русской армии.



Аграфена Ивановна Чебышева.

Сведения о Павле Львовиче (1822—1869), втором сыне Льва Павловича, весьма скудны. Павел Львович Чебышев имел чин коллежского советника. Несколько лет он был членом уездного суда, а затем вместе с отцом работал по организации Калужского земства и по проведению крестьянской реформы 1861 года в Калужской губернии.

Третий по старшинству сын Льва Павловича, Петр родился 8 июня 1824 года, служил в конной легкой артиллерии и уволился в 1860 году по семейным обстоятельствам. Единственный из пяти сыновей Льва Павловича оставил законное потомство: трех сыновей и дочь. Погиб Петр Львович в декабре 1891 года при железнодорожной катастрофе.

Четыре сестры Пафнутия Львовича: Елизавета, Екатерина, Надежда и Ольга — получили хорошее для того времени домашнее воспитание, заключавшееся в основном в умении говорить по-французски, танцевать, поддерживать светский разговор, слегка музицировать, а также варить варенье, вышивать, рисовать и т. п.

Младшая дочь Чебышевых, Ольга, вышла замуж за Михаила Сергеевича Гончарова, жила на Полотняном Заводе (в Калужской губернии), родовом имении Гончаровых, где бывал в гостях А. С. Пушкин. Ею написан очерк «Тысяча восемьсот двенадцатый год», изданный в Москве в 1867 году.

О детских годах Пафнутия сохранились очень скудные сведения. Родился он с незаживающей подагрической язвой на левой стопе, которая в какой-то степени сковывала движения мальчика, препятствуя детским играм и забавам. По-видимому, для лечения этой язвы Пафнутий Львович в возрасте 10 лет ездил на Кавказ со своим дядей Петром Павловичем, однако лечение не дало эффекта, и Пафнутий Львович ходил прихрамывая, опираясь на палку. Грамоте мальчика обучала мать, французскому и арифметике, а также музыке — двоюродная сестра Авдотья Квинтилионовна Сухарева, девушка для того времени очень образованная, сыгравшая заметную роль в воспитании брата. Ее портрет Пафнутий Львович с большой любовью хранил у себя до конца своей жизни.

В 1832 году Чебышевы переехали в Москву, чтобы подготовить старших сыновей, Пафнутия и Павла, к по-



Николай Львович Чебышев.



Владимир Львович Чебышев с супругой,

заветы, старшей сестры Чебышева. В 1837 году, по достижении 16 лет, Пафнутий Львович Чебышев подал ректору Московского университета, профессору Каченовскому прошение о зачислении в число студентов университета по 2-ому отделению философского факультета и после сдачи вступительных экзаменов был зачислен студентом этого отделения.

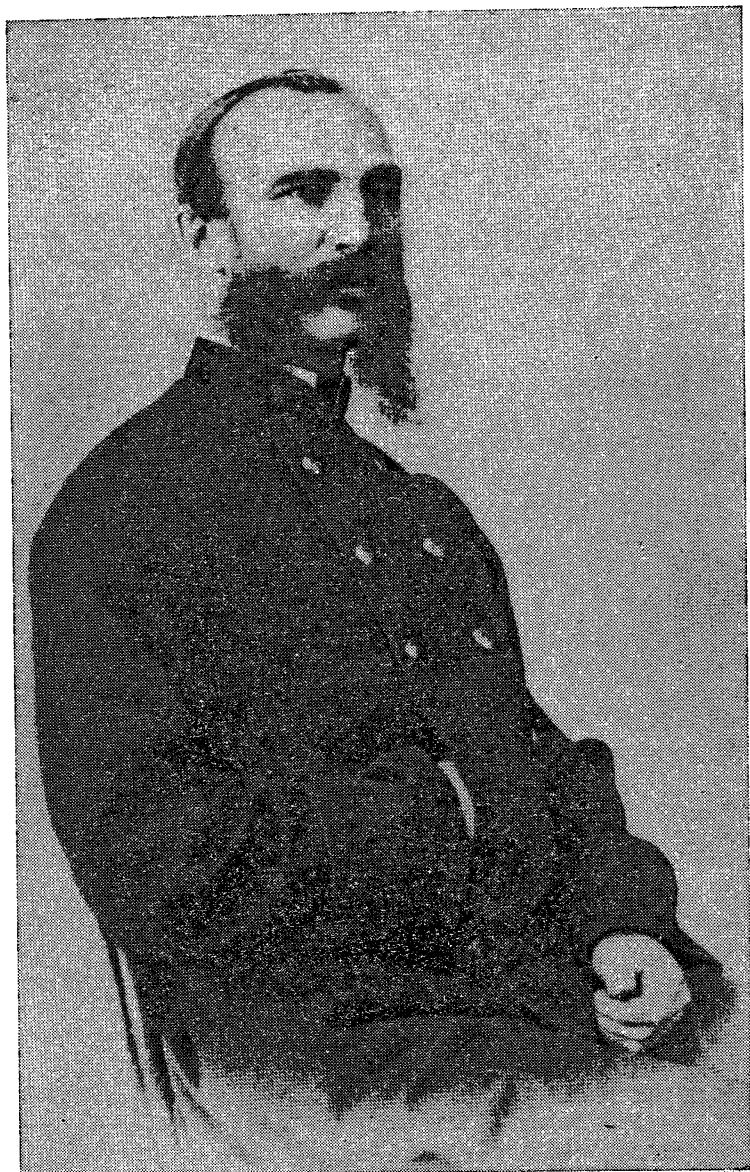
НА ПУТИ В БОЛЬШУЮ НАУКУ

На определение направленности научных интересов будущего ученого и формирование отношения к общественно-политическим взглядам своего времени решающее влияние оказал Московский университет. Московский университет — старейший среди университетов России, основанный в 1755 году по инициативе М. В. Ломоносова, играл во все времена выдающуюся роль не только в научной, но и во всей культурной и общественно-политической жизни России. Вопреки реакционной политике царского самодержавия в университете развивалось демократическое движение, которое, борясь с идеализмом, противопоставляло ему материалистические взгляды.

Правительство стремилось сделать университет оплотом православия и официальной «народности». Само преподавание направлялось на воспитание верных слуг царского правительства. Изучение богословия, церковного права и церковной истории было объявлено обязательным для всех студентов на всех факультетах. Подробные программы читаемых курсов с приложением перечня используемых печатных пособий представлялись преподавателями на утверждение до начала учебного года. Ректору и деканам полагалось следить за тем, чтобы в лекциях не было ничего несогласного с учением православной церкви и вольнодумства.

Чтобы затруднить доступ в университет разночинцам и детям малосостоятельных родителей, плата за обучение была повышена и составляла сто рублей в год. Несмотря на все ограничительные меры, «Московский университет не только устоял в период жесточайшей николаевской реакции, но и достиг значительных успехов в своей деятельности»*.

* История Московского университета. М., 1955, т. 1, с. 128.



Петр Львович Чебышев.

Преподавательский состав университета в эти годы пополнился передовыми учеными, не только обнаружившими глубокие знания по своему предмету, но и отличавшимися широким общим образованием, нередко оппозиционно настроенными по отношению к реакционной политике и произволу самодержавия. Ученые-естественники А. М. Филомафитский, М. Ф. Спасский и другие стояли на материалистических позициях, а профессор К. Ф. Рулье развивал эволюционистские идеи.

В 1839 году профессором Московского университета стал Тимофей Николаевич Грановский, принимавший активное участие в общественно-политическом движении 30—40-х годов XIX века. Грановский по своим взглядам принадлежал к лагерю русского просветительства и последовательно выступал против крепостничества и царского абсолютизма. Его лекции, как вспоминал Герцен, потрясали слушателей, будили самосознание и оказывали большое влияние на молодое поколение того времени.

В такой обстановке проходили юношеские годы Пафнутия Львовича Чебышева, студента физико-математического отделения философского факультета.

Согласно уставу университета физико-математическое отделение имело такие кафедры: чистой и прикладной математики, астрономии, химии, физики и физической географии, минералогии и геогнозии (геологии), ботаники, зоологии, технологии, сельского хозяйства и лесоводства. Таким образом, студентам полагалось получить обширные знания. Кроме того, они посещали предприятия Москвы для ознакомления с производством сельскохозяйственных орудий и машин. Только начиная с третьего курса студенты специализировались либо по математическим, либо по естественным наукам, причем анатомию, зоологию и ботанику продолжали изучать все.

Из математических дисциплин на физико-математическом отделении изучались высшая алгебра, аналитическая геометрия, анализ, дифференциальные уравнения, вариационное исчисление. Курс чистой математики в университете читал с 1835 года профессор Н. Е. Зернов. Его лекции отличались краткостью и содержательностью, а также доступностью изложения, а написанный им вскоре учебник математического анализа

считался лучшим для своего времени и прекрасно дополнял лекционный курс.

Значительное внимание Зернов уделял вопросам применения математики в практической деятельности. Характерно, что среди книг, рекомендуемых им для самостоятельной работы студентов, указаны курсы, по которым обучались в Политехнической школе Парижа — передовом учебном заведении. Зернов был сторонником женского образования и допущения женщин в университет. Для характеристики научных достоинств Зернова следует отметить, что он первым в России защитил докторскую диссертацию по математике. Его «Рассуждение об интеграции уравнений с частными дифференциалами» не содержало существенных самостоятельных результатов, но свидетельствовало о широкой эрудиции автора, столь важной для дела преподавания. Последнему он отдавался с исключительной добросовестностью и самоотверженностью. У Зернова «Чебышев прошел достаточно серьезную первоначальную школу, познакомился с современным ему состоянием математической науки, что, бесспорно, облегчило ему дальнейшие самостоятельные исследования»*.

Одним из наставников студента Чебышева был ученик Лобачевского Николай Дмитриевич Брашман, который читал в университете механику, статику, динамику и гидродинамику. Кроме того, профессор Брашман много сил отдавал созданию отечественных учебников по математике и механике. Он занимал первое место среди университетских учителей Чебышева. Сохраняя почтительное отношение к своему прежнему учителю, Чебышев поддерживал с ним дружескую переписку и научные контакты.

Заметные заслуги в развитии математической науки в России принадлежат Дмитрию Матвеевичу Перевощикову, который долгое время был деканом факультета и даже избирался ректором университета. Он вел большую научную работу и выступал также в качестве автора учебников по астрономии, физике и математике. Написанная им «Ручная математическая энциклопе-

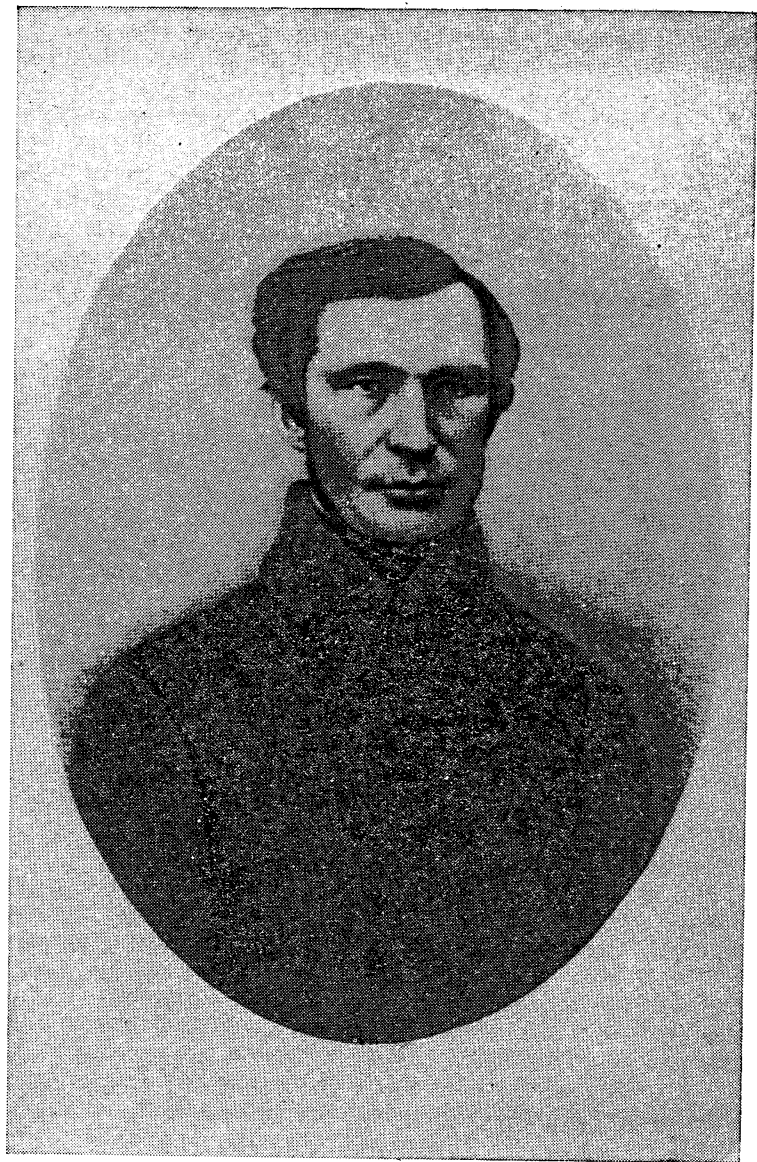
* Прудников В. Е. П. Л. Чебышев и Московский университет 40-х годов XIX века. Историко-математические исследования, выпуск I. Л., 1948, с. 198.

дия» при доступности и ясности изложения отличалась обилием материала, сопровождаемого оценками и замечаниями автора учебника. Учебные пособия, публичные лекции, научно-популярные статьи Перовщикова в журналах «Современник», «Отечественные записки» и др. сыграли большую роль в распространении астрономических, физических и математических знаний. Позднее он получил звание академика Петербургской академии наук (1885 г.). Перовщиков и молодые преподаватели Московского университета уже в то время считали недостаточным простое сообщение знаний в форме более или менее обширного лекционного материала или привития практических навыков. Они стремились пробудить у студентов интерес к самостоятельной творческой работе над возникающими в математике проблемами.

Научная квалификация профессоров физико-математического отделения, творческая обстановка способствовали развитию научно-познавательных интересов Чебышева. Он с увлечением не только черпал знания из лекций, но самостоятельно изучал современную ему учебную литературу по математике и оригинальные сочинения ученых-математиков. Так, еще студентом он познакомился с лекциями М. В. Остроградского по алгебраическому и трансцендентному анализу.

Учет знаний студентов проводился на экзаменах два раза в год, однако профессора имели обычай спрашивать студентов еще и на лекциях. Студентам четвертого курса полагалось также сдавать собственное сочинение в соответствии с выбранной специальностью. И Чебышев представил свое сочинение «Вычисление корней уравнений». Совет университета признал работу студента Чебышева достойной награждения серебряной медалью. Студенческое сочинение много лет сохранялось в архиве и увидело свет только в 1951 году.

Знакомство с работой, выполненной совсем молодым студентом, позволяет убедиться в поразительной глубине и новизне подхода к решению названной в заглавии проблемы. Остается лишь удивляться тому, что эта работа была отмечена только серебряной медалью. Получивший первую награду студент Анатолий Смоляк в науке ничем себя не проявил, а сочинение его не сохранилось.



П. Л. Чебышев — студент Московского университета.

Вопрос, избранный Чебышевым для рассмотрения, имеет многовековую историю. Еще в древних манускриптах встречаются примеры задач, где для отыскания ответа требуется решить уравнение первой или второй степени. Даже на могильной плите Диофанта, как гласит предание, была выбита надпись, передающая биографию этого математика древности в форме уравнения. В XIV веке Кардано вывел формулу для нахождения корней кубического уравнения. Затем была открыта формула для решения уравнения четвертой степени, а дальше дело застопорилось. Ясность в проблеме решения уравнений любой степени внес норвежский математик Абель. В 1824 году из его работ стало известно, что уравнения пятой степени и выше вообще (т. е. кроме частных случаев) не имеют решения в радикалах. Это обстоятельство заостряет интерес к проблеме отыскания приближенных значений корней уравнений, имеющей и самостоятельное значение: потребности практиков, как правило, вполне удовлетворяются такими значениями, доведенными до необходимой степени точности.

Конечно, далеко не всегда можно угадать заранее, кем станет в будущем студент. Но работа Чебышева выполнена на уровне настоящего научного исследования. Проблему решения уравнения он делит на две самостоятельные задачи: отделение корней и собственно решение, т. е. отыскание числовых значений корней. В этом делении он следует «Лекциям» Остроградского и первый вопрос в своем сочинении не рассматривает, сославшись на известные способы, например Штурма или Фурье. Главную часть проблемы Чебышев видит в вычислении корней. Не без иронии он замечает, что на протяжении нескольких столетий создавались и совершенствовались различные способы решений задачи, причем каждый из них получал титул удобнейшего и совершеннейшего.

В частности, в современной Чебышеву литературе наиболее удобным способом представлялся метод линейного приближения, предложенный Ньютоном и усовершенствованный Фурье.

Чебышев говорит о необходимости решения проблемы в общем виде, с тем чтобы конкретные способы выступали как часть общего решения.

СВИДЕТЕЛЬСТВО.

Она Советна ИМПЕРАТОРСКАГО Московскаго Университета
 въ томъ, что онъ за представленное имъ сочинение, на заданную тему, удо-
 стоенъ награждения *серебряною* медалью. Дано въ Торжественномъ
 Собрании Университета, Юня 14 числа 1841 года.



Ректор Университета *Михаилъ Карловичъ*
 Москва

Генералъ-Лейтенантъ

Свидетельство о награждении серебряной медалью за сочинение
 «Вычисление корней уравнения».

Чтобы достичь указанной цели, автор сочинения ис-
 ходит из того, что составление полинома и решение
 уравнения стоят в таком же отношении друг к другу,
 в каком находятся сложение и вычитание, умножение
 и деление и вообще взаимно обратные действия. Запись
 $f(x)=y$ указывает, что задача состоит в отыскании y по
 x . Но можно поставить задачу и обратную, т. е. найти
 x по y , или $F(y)=x$. Так как принята запись уравнения
 $f(x)=0$, то задача сводится к переходу от $f(x)=0$
 к $F(0)=x$. Такой переход возможен с помощью форму-
 лы Тэйлора. Из этой формулы, как показывает Чебы-
 шев, после некоторых преобразований и получается вы-
 ражение корня уравнения через его приближенное зна-
 чение с помощью производных соответствующих поряд-
 ков от функции $f(x)$. Затем он практически показывает,
 как из его основной формулы можно получить форму-
 лы Ньютона и Фурье. Сравнение результатов вычисле-
 ний различными способами показывает явное преимущ-
 ество способа Чебышева. Так, при решении одного и
 того же кубического уравнения $x^3-2x-5=0$ оказывае-
 тся, что при одинаковом количестве выполненных опера-
 ций формула Чебышева дает в два раза больше цифр,
 чем формула Фурье.

При чтении первого математического сочинения Чебышева нельзя не обратить внимание на сравнительно небольшое, но очень важное с точки зрения оценки общего подхода к научным проблемам замечание. Оно имеет чисто философский характер и трактует понимание автором соотношения между частным и общим, между теорией и ее приложениями. Отдельные, не связанные между собой общей концепцией открытия, считает Чебышев, не могут играть существенной роли в науке.

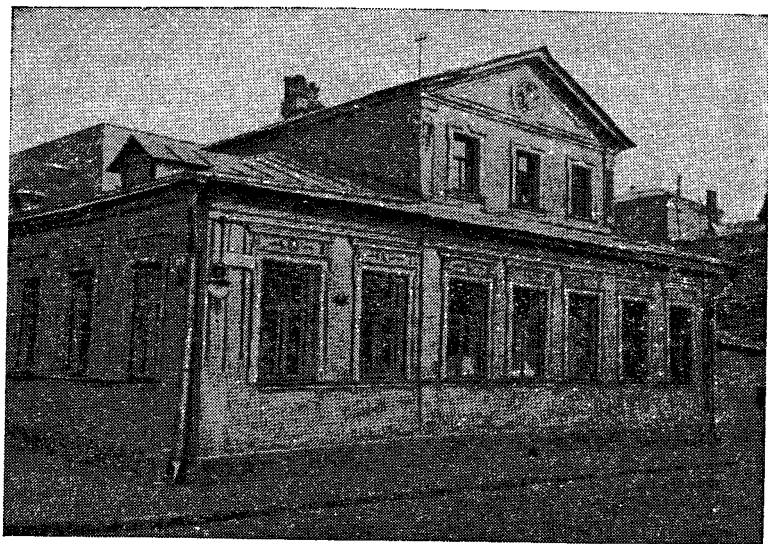
«Тут могут быть полезны одни изыскания общие, доставляющие нам не один частный способ—эту бесконечно малую часть одного целого, но всю совокупность их,— все целое. Таким образом, исчерпав одним общим приемом все способы, как известные, так и возможные, мы сообщаем теории, с одной стороны, полноту, какой не могли бы доставить ей тысячи новых способов, а с другой, единство, которое теперь еще при небольшом числе их потеряно. Так усовершенствуется теория, и необходимым следствием этого будет удобность ее приложений»*.

Просто с трудом верится, что такие глубокие мысли высказаны восемнадцатилетним юношей. Знакомство с многочисленными научными работами Пафнутия Львовича Чебышева показывает, сколь успешно он реализовал так смело высказанное философское положение и какими основополагающими теориями обогатил математическую науку.

В 1841 году закончилась студенческая жизнь П. Л. Чебышева и он вышел из университета «первым кандидатом»**. После некоторого колебания в выборе жизненного пути он решил посвятить себя науке и стал готовиться к сдаче экзаменов на ученую степень магистра, оставшись, таким образом, при Московском университете еще на пять лет. В течение 1843 года кандидат Чебышев сдавал поочередно экзамены по физике и физической географии адъюнкту Спасскому, по чистой и прикладной математике (устно и письменно) ординар-

* Чебышев П. Л. Полн. собр. соч. в 5-ти т. М.—Л., 1944—1951, т. 5, с. 8.

** Степень кандидата присваивалась выпускнику университета, имеющему средний балл по основным предметам не ниже 4,5, средняя оценка 3,5 давала звание действительного студента.



Дом в Долгом переулке в Москве (ныне ул. Бурденко), в котором жил П. Л. Чебышев, будучи студентом Московского университета (публикуется впервые).

ным профессорам Зернову и Брашману. Ответы на вопросы и решения задач были найдены удовлетворительными, и соискатель ученой степени получил тему для письменной диссертации. Первоначально она называлась «О бесконечно малых качаниях». Впоследствии тема была заменена.

Почти три года заняла подготовка диссертации, и 8 июня 1846 года состоялась ее защита в публичном заседании физико-математического отделения. В качестве диссертации Чебышев представил сочинение «Опыт элементарного анализа теории вероятностей», где предлагал излагать основы этой науки, не прибегая к понятиям высшей математики — «трансцендентному анализу». Оппонентами на защите выступали опять-таки Брашман и Зернов. Как записано в донесении по поводу защиты, «все возражения, сделанные как означенными оппонентами, так и другими членами Отделения, г. Чебышев разрешил совершенно удовлетворительно, посему

Отделение признало его достойным искомой им степени магистра»*.

Несколько месяцев ушло на утверждение и оформление документов, и затем молодой ученый оставил Московский университет для занятия должности в Петербурге. Возможно, что причиной переезда в Петербург послужили семейные обстоятельства, а именно намерение Пафнутия Львовича оказать младшим братьям помощь в получении образования. Определив Николая и Владимира в столичное артиллерийское училище, он, находясь в Петербурге, мог наблюдать за их успехами.

Так закончился московский период жизни П. Л. Чебышева. Здесь он подготовил и опубликовал несколько научных работ. В 1843 году в журнале французского математика Лиувилля появилась статья Чебышева «Заметка об одном классе кратных определенных интегралов», годом позже в немецком журнале Крелле была напечатана «Заметка о сходимости ряда Тэйлора», а затем «Элементарное доказательство одного общего предложения теории вероятностей». В Москве же Чебышев написал и свою первую работу по теории алгебраических функций. Это сочинение позже послужило автору основой для диссертации на право чтения лекций в Петербургском университете. «В Московском университете сложились основы материалистического мировоззрения Чебышева, были заложены главные принципы его творчества, как в смысле направленности научных интересов, так и в смысле методологии научного исследования»**.

Переехав в Петербург, молодой ученый не порвал связи со своим первым учебным заведением, давшим ему путь в науку. В свою очередь и университет не забывал о талантливом воспитаннике: в 1855 году Чебышев получил приглашение для участия в праздновании столетнего юбилея университета, а в 1857 году Московский университет избрал Пафнутия Львовича своим почетным членом.

* Чебышев П. Л. Полн. собр. соч. в 5-ти т. М.—Л., 1944—1951, т. 5, с. 207.

** История Московского университета. М., 1955, с. 139.

АТТЕСТАТЪ.

83
№ 83
Состоящій подъ Высочайшимъ покровительствомъ Всенормитѣль-
наго ГОСУДАРЯ ИМПЕРАТОРА и Самодержца Всероссийскаго НИКОЛАЯ
ПАВЛОВИЧА, ИМПЕРАТОРСКІЙ Московскій Университетъ сиемъ свидѣль-
ствуетъ, что Кандидатъ II Отдѣленія Философскаго Факультета Платонъ
ЧКВЫШЕВЪ, по надлежащемъ испытаніи въ означенномъ Отдѣленіи и послѣ
публичнаго защищенія написанной имъ Диссертациі, подъ названіемъ:
„Опытъ Элементарнаго Анализа Теоріи вѣроятностей“ удостоенъ Со-
ветомъ Университета и утвержденъ Господиномъ Министромъ Народнаго Про-
свѣщенія, 28 Ноября 1846 года, въ степени *Маистра Математическихъ*
Наукъ. Данъ въ Москвѣ. Января 25 дня 1847 года.

Ректоръ Университета, Дѣйствительный

Статскій Совѣтникъ и Кавалеръ

Александръ Александровичъ

Деканъ II Отдѣленія Философскаго Факультета,

Статскій Совѣтникъ и Кавалеръ

Дмитрій Николаевичъ

Секретарь Совета *Викторъ Семеновичъ*

У сего Аттестата ЕГО ИМПЕРАТОРСКАГО
ВЕЛИЧЕСТВА Московскаго Университета
печать.



Аттестатъ объ утвержденіи П. Л. Чебышева въ степени магистра
математическихъ наукъ (публикуется впервые).

ГОРДОСТЬ НАУКИ

В Москве началось становление Чебышева, как ученого, но вся основная деятельность его связана с Петербургом. В 1847 году, представив полагавшуюся тогда специальную диссертацию на право преподавания в университете, озаглавленную «Об интегрировании с помощью логарифмов», Пафнутий Львович приступил к чтению лекций по высшей алгебре и теории чисел в качестве доцента Петербургского университета.

Одновременно с чтением лекций Чебышев успешно занимается научной деятельностью, которая вскоре приобретает широкую известность. В Петербурге академик В. Я. Буняковский привлекает Чебышева к участию в разборке архива Эйлера и подготовке к опубликова-

18 Июн 1848

Его Превосходительству
Г. Ректору Петербургского Универс.
итета

Администр. П. Чебышева.
Прошение.

Я имея подвигнутые экзамену на степень
доктора математических наук, покорбные описи
Ваше Превосходительство администр. дел
уже от Вас рассмотрение одобрение
моей кандидатской диссертации и принятие ват-
то диссертации напечатанное мною соше-
ние подзаглавием: Теория сравнений.

На что прошу администр. Пафнутия Львовича разрешить
мне.

Прошение о допущении к экзамену на степень доктора
математических наук (автограф, публикуется впервые).

Протокол испытанія Адамскаго Стефа
буриана Университета, Матюра Пафрутис
Евмиева на степени Доктора, по разряду Ма-
тематик и астрономии.

Вступилъ отдѣльный Философская Факуль-
тета, въ свидѣствіе предположенія Фактора
отъ 7^{го} Декабря 1848 года, 10. + 17^{го} декабря.
по Адамскаго Евмиеву испытаніе на званіе
Доктора Математик и Астрономии въ
двухъ предметахъ.

На основаніи 838 постановленія о производствѣ
въ званіи степени. Адамскаго Евмиева записку,
взвѣданіи Факултета, 7^{го} Декабря 1848 года,
содержащія нѣсколько пунктовъ, по предмету ма-
тематик и астрономии. Матюра
Евмиевъ. Отдѣленіе признало записку А-
дамскаго Евмиева вполне удовлетворительною,
а посылу допустить его въ званіи доктору
по предмету.

14 Декабря 1848 года. Адамскаго Евмиеву
были предложены для повѣствованія
двѣ задачи. 1) Матюра Евмиева редовно
подготовилъ изложеніе изъясненій по
предмету Адамскаго. Косин и. Корнуса: 2) по
теоріи дифференціальныхъ уравненій

Собора, приписываемых к уравнению первого порядка и первой степени. 3) Общая теория равновесия и приращений к кривовидным равновесиям берет свое начало из многоугольника и цилиндрической чашки: 4) законы боковых тиснений, предложенные Пуассоном и закон Авогадро Бунзена.

20 января 1849 г. Адвокату Щербинину были предложены для обсуждения следующие вопросы из Астрономии и Геодезии: 1) о фигуре земли, выводимой из теории притяжения, 2) о приращении теории веродостоверности из Геодезии, или из астрономии.

Поэтому Адвокату Щербинину даны следующие ответы на следующие вопросы: 1) Теория определений из астрономии, 2) о границах точности измерения твердого тела, 3) Когда лучше на Земле можно для определения элементов кометы? —

Вся теория и письменные ответы Адвоката Щербинина Второго Отделения признаны удовлетворительными.

В заключение своею исповедью, 15-го мая 1849 года Адвокату Щербинину записавшему публиковать свое сочинение: Теория равновесия; при чем опекунскими были Архидиархия Профессора др. В. В. Бунзена. С. С. Кутариха. А. М. Савина. Доктор Архидиархия Профессора О. И. Сошова.

нию полного собрания его сочинений. Так состоялось заочное знакомство двух великих математиков разных веков. Многочисленные труды одного вместе с его именем уже нашли свое признание, открытия второго в скором времени предстояло удивить ученый мир.

При всем своеобразии их индивидуальностей в творчестве Эйлера и Чебышева можно отметить глубокую преемственность. Она заключается прежде всего в необыкновенно широком круге вопросов, служивших предметом их изучения. «Для обоих характерна была тесная связь между насущными вопросами естествознания и техники и значительной частью их собственно математической проблематики: оба соединяли прикладную по преимуществу направленность исследований и преимущественный интерес к конкретным задачам с отличающим великих математиков стремлением к построению широких обобщающих теоретических систем... Эта идейная преемственность нередко переходила в прямое продолжение разработки отдельных проблем»*.

Приходится удивляться поразительной работоспособности Пафнутия Львовича. Меньше чем через два года после прибытия в Петербург, сочетая преподавательскую работу с научной, он сумел представить для защиты докторской диссертации свою знаменитую «Теорию сравнений». Эта книга принесла автору степень доктора математики и астрономии и половинную Демидовскую премию, присуждавшуюся Академией наук.

Блестящие открытия в теории чисел, первые исследования в области математического анализа и теории механизмов составили молодому еще ученому мировую известность. Его связь с Академией вскоре получила надлежащее оформление: в 1853 году Чебышев почти единогласно избирается адъюнктом академии, через три года становится экстраординарным, а в 1859 году — ординарным академиком. Полный творческих сил, еще много лет продолжает он обогащать отечественную и мировую науку выдающимися открытиями. Последний мемуар, представленный им в академию, написан 13 февраля 1894 года, всего за несколько месяцев до кончины ученого. Всего же им написано более восьмидесяти научных работ.

* Юшкевич А. П. История математики в России. М., 1968, с. 340.

Многогранная деятельность Пафнутия Львовича Чебышева началась в середине XIX столетия и относится к переломному периоду в истории России, насыщенному важнейшими событиями в области экономического и общественного развития страны. В это время Россия вступила на путь интенсивного капиталистического развития, которое, в свою очередь, сопровождалось бурным подъемом самосознания русского народа.

Своеобразие исторического развития страны выдвинуло перед различными народами новые важнейшие проблемы, и в первую очередь необходимость тесной связи науки с практической жизнью.

Научные интересы Чебышева совпали с экономическими потребностями страны, и его талант развернулся в полную силу. В тот исторический период резко возросла необходимость применения математики к решению задач, выдвигавшихся естествознанием и техникой. Однако новые математические исследования возникали (и возникают) не только в результате непосредственных практических запросов своего времени, но и в силу внутренней логики развития математики как науки.

В многочисленных работах П. Л. Чебышева ясно прослеживаются и глубокое проникновение в математическую сущность разрешаемой проблемы, и указания на практическое применение полученных выводов. Научное творчество Пафнутия Львовича Чебышева характеризуется обширностью областей исследования. На юбилейном собрании, посвященном 150-летию со дня рождения великого ученого, академик М. В. Келдыш говорил: «Важнейшие достижения Чебышева — его работы по теории простых чисел, в которых впервые после Евклида получила развитие проблема распределения простых чисел в ряду натуральных чисел, работы по теории вероятностей, поднявшие эту важную область на новую ступень, и работы по приближению функций, где этот вопрос рассматривается с совершенно новой и очень важной для практики точки зрения. Он заложил основы современной теории приближения функций. Чебышевым был выполнен цикл исследований по теории механизмов, по геодезии и картографии, решен ряд других прикладных задач»*.

* 150 лет со дня рождения П. Л. Чебышева. — Вестник АН СССР, 1971, № 8, с. 119.



Диплом ординарного академика Петербургской академии наук 1859 года.

Слава Чебышева росла по мере опубликования результатов его блестящих и тонких исследований. С 1850 года он становится профессором университета, появляются ученики, достойные своего учителя, создается своя математическая школа. Вместе с Чебышевым блестящи-

ми представителями Петербургской математической школы были: А. А. Марков, А. М. Ляпунов, А. Н. Коркин, Е. И. Золотарев, Ю. В. Сохоцкий, В. А. Стеклов, А. Н. Крылов, Д. А. Граве, И. Д. Пташицкий и другие. Ученики П. Л. Чебышева продолжали разработку изобретенных им методов и при решении поставленных им задач выдвигали новые задачи того же рода, распространяли его идеи в университетах и других высших учебных заведениях Петербурга, Киева, Казани, Варшавы и других городов.

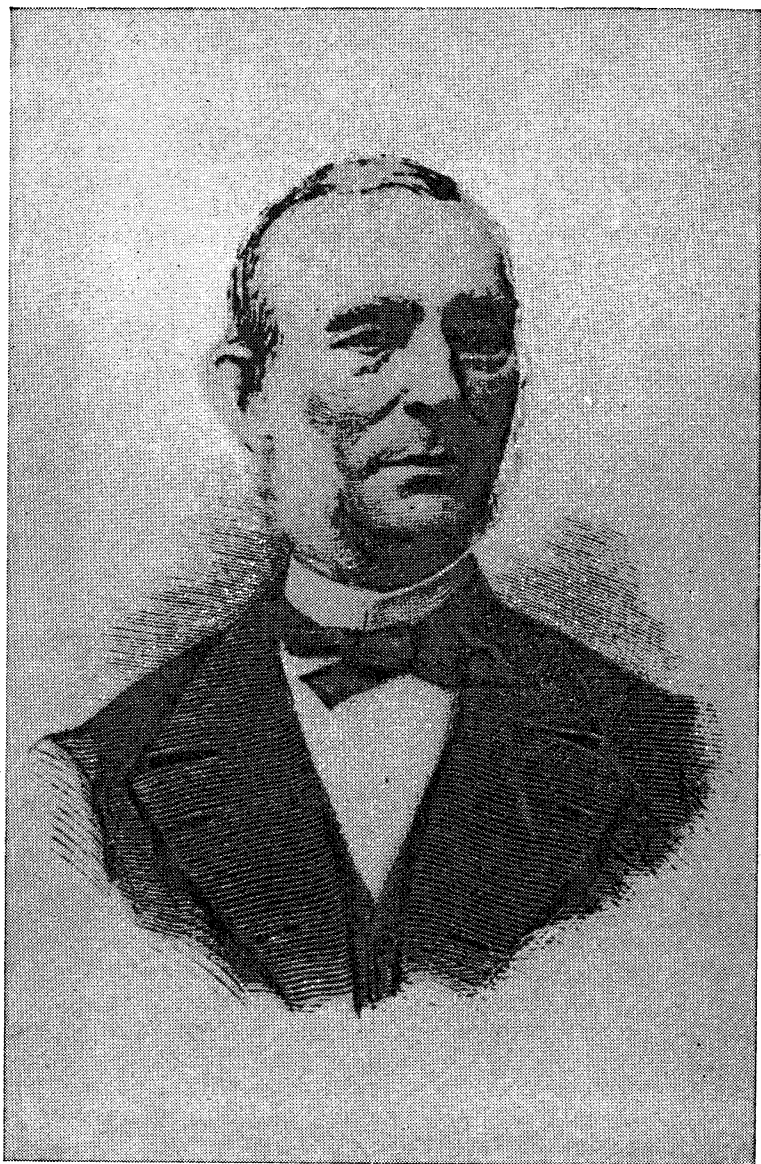
Чебышевская математическая школа явилась одной из самых сильных и оригинальных школ в мире. Ее характеризует дух творческого соревнования, высокая требовательность к качеству работы, оригинальность и новизна идей, мастерство аналитических выкладок. Достойными продолжателями традиций чебышевской школы являются советские математики. Академик М. В. Келдыш подчеркивал, что Чебышев «оставил неизгладимый след в развитии всей математической науки и его влияние до сих пор живо ощущается во многих, получивших столь бурное развитие в советскую эпоху исследованиях наших математиков»*.

Многогранная научная деятельность Чебышева включала и разработку теории механизмов. И это не было случайностью. В связи с запросами промышленности, строительства, транспорта и других отраслей материального производства серьезное внимание ученых в XIX веке привлекли теоретическая и прикладная механики, развивавшиеся в тесной взаимосвязи с такими разделами физики, как термодинамика, оптика и др.

Простой опыт, достаточный в прошлом для решения технических задач, в это время дополняется теоретическим осмысливанием производственных процессов и точным инженерным расчетом. Математика все шире проникает в прикладные науки, новые открытия в различных областях естествознания все более ощутимо воздействуют на развитие ведущих отраслей промышленности.

Теория механизмов «получила наиболее полное развитие в трудах П. Л. Чебышева, выдающегося новатора

* 150 лет со дня рождения П. Л. Чебышева.— Вестник АН СССР, 1971, № 8, с. 122.



П. Л. Чебышев — профессор Петербургского университета.

в сфере высшей математики и теоретической механики, смело пролагавшего новые пути также и в вопросах приложения этих наук к производству. Его «Теория механизмов», известных под названием «параллелограммов», составила эпоху в мировой науке»*.

Неизменный интерес ученого к вопросам практической механики не мог удовлетвориться достижениями в этой области в России, и ученый неоднократно совершал путешествие в различные страны Западный Европы.

Отзывы его современников и отчеты самого П. Л. Чебышева о результатах научных командировок свидетельствуют о том, что программа его заграничных командировок была насыщена до предела.

С июля по ноябрь 1852 года ученый находился во Франции, Англии и Германии. В Париже он часть времени посвящал беседам с известными математиками Коши, Лиувиллем, Эрмитом, Серре по актуальным вопросам науки.

Посещая другие города, он соединял занятия теоретическими вопросами математики с изучением промышленности и техники, с тщательным осмотром металлургических заводов и мельниц, лабораторий и технических музеев, различных машин и механизмов для передачи движения. Здесь Чебышев практически знакомится с устройством арифмометра Паскаля и автоматами Вокансона, а также работает над своим знаменитым мемуаром по теории механизмов.

Своими глубокими и оригинальными работами в области синтеза шарнирных механизмов Чебышев значительно опередил своих современников.

Выше было сказано, что важнейшей особенностью научного творчества Пафнутия Львовича Чебышева является тесная связь его открытий с прикладными работами. Эта связь — не случайный элемент в его исследованиях, а следствие того взгляда на науку, который характерен для мировоззрения Чебышева. «Сближение теории с практикою, — писал великий ученый, — дает самые благотворные результаты, и не одна только практика от этого выигрывает: сами науки развиваются под влиянием ее; она открывает им новые предметы для

* Всемирная история. М., 1959, т. 6, с. 727.

исследования или новые стороны в предметах, давно известных...

Если теория много выигрывает от новых приложений старой методы или от новых развитий ее, то она еще более приобретает открытием новых метод, и в этом случае науки находят себе верного руководителя в практике»*.

Отсюда следует, что творчеству П. Л. Чебышева присущ стихийно-материалистический подход к науке. Его взгляды на взаимоотношения теории с практикой ярко иллюстрируются положением, высказанным ученым в оригинальной форме. Он говорил, что перед математиками раньше задачи ставились богами (делосская задача об удвоении куба), затем — полубогами (Паскаль, Ферма), а теперь задачи ставит нужда.

Академик В. А. Стеклов, характеризую материалистическую направленность творчества Чебышева, называл его философом-реалистом, созерцающим вещь такой, какой она дается в наблюдении и мире, проникающим в самую глубину вещей.

Все работы практического порядка преследуют главную цель: с наименьшей затратой сил и средств достичь большего результата.

П. Л. Чебышев принадлежит к редким и счастливым пионерам науки, открытия которых нашли широкое признание еще при их жизни. Труды П. Л. Чебышева легли в основу практической деятельности инженеров-конструкторов, дальнейшей разработки теории математиками как в России, так и за границей.

Огромное значение для развития военной науки в России во второй половине прошлого века имели работы П. Л. Чебышева в артиллерийском отделе Военно-ученого комитета. Сложные вопросы внутренней и внешней баллистики решались при непосредственном участии Пафнутия Львовича на строго теоретической научной основе с применением новых, разработанных им математических методов, что позволило русской артиллерии выйти к концу века на одно из первых мест в мире.

Оригинальны труды Чебышева в вопросах астрономии. В сентябре 1876 года на 5-м съезде русских естест-

* Чебышев П. Л. Полн. собр. соч. в 5-ти т. М.—Л., 1944—1951, т. 5, с. 150.

воиспытателей и врачей в Варшаве П. Л. Чебышев доложил о результатах своего исследования «Об определении орбиты планет по многим наблюдениям»; в котором излагается наиболее доступный способ вычисления величин, определяющих положение планеты. Он также занимался решением задачи о том, какие формы, кроме эллипсоида, может принимать вращающаяся масса (в частности, первозданная планета или звезда), элементы которой притягиваются по закону всемирного тяготения.

Своими работами в области математики и астрономии П. Л. Чебышев способствовал достижению тех поистине блистательных побед, которые одержаны нашей великой Родиной и в области изучения и покорения Вселенной.

П. Л. Чебышев не раз достойно представлял русскую науку за пределами нашей страны. Так, например, с 1873 по 1882 годы он прочитал 16 докладов на сессиях Французской академии, содействуя преуспеваю науке.

Его неоднократные публикации в солидных научных журналах за рубежом и личные контакты с виднейшими учеными Европы, бесспорно, оказывали положительное влияние на дальнейшее развитие мировой математической мысли.

Выдающиеся заслуги П. Л. Чебышева перед мировой наукой нашли признание в том, что он был избран членом ряда иностранных Академий наук и ученых обществ.

О признании гения Чебышева свидетельствует и награждение его президентом Франции в 1885 г. офицерским знаком ордена Почетного легиона. В 1890 году Пафнутий Львович был награжден и командорским крестом этого ордена. Извещая об этом П. Л. Чебышева, знаменитый французский математик Ш. Эрмит, бывший тогда президентом Академии наук Франции, 21 мая 1890 года писал, что все члены академии поддерживали своей подписью ходатайство о награждении его и воспользовались случаем засвидетельствовать живейшую симпатию к известному русскому коллеге. Французские академики называли Чебышева гордостью науки в России, одним из первых геометров Европы, одним из величайших геометров всех времен.

Характеризуя выдающиеся заслуги П. Л. Чебышева, его ученики А. А. Марков, и Н. Я. Сонин писали: «Труды Чебышева носят отпечаток гениальности. Он изобрел новые методы для решения многих трудных вопросов, которые были поставлены давно и оставались нерешенными. Вместе с тем он поставил ряд новых важных вопросов, над разработкой которых трудился до конца своих дней.

В виду оригинальности исследований П. Л. Чебышева, ему редко приходилось упоминать о чужих исследованиях. Зато другие ученые все чаще и чаще упоминают о нашем славном сочлене и черпают свои идеи из той богатой сокровищницы мыслей, которые представляют труды П. Л. Чебышева»*.

ПОБЕДИТЕЛЬ ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ

Пафнутию Львовичу Чебышеву принадлежит огромная заслуга в разработке некоторых важных вопросов теории чисел — раздела математики, в котором рассматриваются свойства целых чисел. Числовые системы в теории чисел изучаются с точки зрения их строения и внутренних связей, а также возможностей представления одних чисел через другие числовые множества, элементы которых обладают другими, обычно более элементарными свойствами.

Свойства целых чисел стали объектом изучения еще в глубокой древности. В школе Пифагора уже не только рассматривались числа простые и составные, но выделялись, например, числа совершенные, которые равны сумме собственных делителей ($28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14$ — число совершенное), так называемые пифагоровы числа, удовлетворяющие уравнению $x^2 + y^2 = z^2$, которые могут служить для целочисленного измерения сторон прямоугольного треугольника. Большое значение для оформления теории чисел в стройную науку имели исследования Диофанта (III век н. э.), посвященные решению неопределенных уравнений, где количество уравнений меньше числа переменных. Работы Диофанта послужили впоследствии пунктом теоретико-числовых исследований Пьера Ферма, Леонарда Эйлера, Карла Гаусса,

* Известия Академии наук, 1895, т. 2, № 1, с. 10.

с именами этих выдающихся математиков связан расцвет теории чисел.

Новый этап в развитии теории чисел в России связан с исследованиями Пафнутия Львовича Чебышева и возглавляемой им Петербургской математической школы. Можно назвать два обстоятельства, которые стимулировали интерес молодого ученого к самостоятельным изысканиям в этой классической науке: чтение курса лекций по теории чисел в Петербургском университете и участие в работе по разбору архива Эйлера.

Основным пособием при преподавании курса теории чисел в университетах того времени служил труд французского ученого А. М. Лежандра, который в 1830 году вышел уже третьим изданием под заголовком «Теория чисел». Два тома этого солидного сочинения содержали в основном результаты, полученные Эйлером и Лагранжем, а также открытия самого автора. Изложение большинства вопросов было достаточно популярным, однако как учебное пособие сочинение Лежандра имело серьезный недостаток. В книге отсутствовала методическая стройность, при объяснении ряда свойств чисел автор допускал отступления от системы. Эти пробелы были связаны с тем, что доказательства ряда важных теорем еще не были найдены.

Иными качествами отличался капитальный труд знаменитого немецкого математика Карла Ф. Гаусса «Арифметические исследования». В этой книге Гаусс дал совершенно оригинальное и вполне систематическое изложение основных разделов теории чисел, включающее новые приемы доказательства ряда теорем, а также и очень важные собственные открытия ученого.

В частности, именно Гаусс ввел в теорию чисел широко применяемое теперь понятие сравнения: если разность $b - c$ делится на число a , то b и c называются сравнимыми по модулю a ; в другой формулировке b является вычетом c по модулю a , т. е. $b \equiv c \pmod{a}$.

Систематичность изложения, полнота и доказательность — важные достоинства сочинения Гаусса, однако употреблению этой книги в качестве учебного руководства препятствовали громоздкие и сложные выкладки, отсутствие той простоты в выводах, которая была характерна работам Эйлера, Лагранжа и Лежандра.

Пафнутий Львович Чебышев поставил перед собой задачу переработать курс так, чтобы в нем полно, систематически и с возможной простотой излагались современные ему сведения по теории чисел. При этом он считал, что в процессе разработки курса нельзя ограничиваться только трудами Лежандра и Гаусса, а необходимо использовать сочинения и других авторов.

Для создания систематического курса механическое соединение таких разнородных элементов явно не годилось, и Чебышеву пришлось переработать большую часть выводов, а также развить и обобщить некоторые разделы.

Намеченная задача молодым ученым была выполнена в удивительно короткий срок: уже в 1849 году книга Чебышева под названием «Теория сравнений» вышла из печати. Так появилось первое на русском языке руководство по теории чисел, событие в культурной жизни России того времени само по себе примечательное.

На протяжении полувека книга Чебышева дважды переиздавалась в Петербурге, была напечатана в Берлине и Риме, прослужив таким образом в качестве учебника несколько десятков лет.

Вместе с тем «Теория сравнений» не только удачная систематизация и дополненное переложение известных к тому времени сведений по теории чисел. Последние страницы книги занимают три «прибавления», содержащие собственные открытия автора. В одном из прибавлений П. Л. Чебышев сообщал «результаты своих изысканий относительно свойств функции, определяющей, сколько простых чисел не превосходит данной величины». Это сообщение, занявшее всего 20 страниц, вызвало подлинную научную сенсацию и до наших дней расценивается как выдающееся достижение в математике.

Согласно определению простыми числами называются такие числа, которые делятся на себя и на единицу, как, например, 2, 3, 5, 11, 13, 47 и т. д. Множество простых чисел служит мультипликативной основой натурального ряда. В качестве первичных элементов они играют роль того строительного материала, из которого путем умножения получаются все другие числа натурального ряда. Такими соображениями определяется

значение простых чисел и постоянный интерес к ним со стороны математиков.

Какова мощность множества простых чисел, как часто они встречаются в натуральном ряду, можно ли указать наибольшее простое число, какие закономерности существуют в чередовании чисел простых и составных — подобные, отнюдь не праздные вопросы на протяжении веков волнуют ученых. Насколько просто возникают эти проблемы, настолько же трудным оказывается подход к их решению. «В арифметике, этой самой древней, но вечно юной ветви математики,— писал известный советский математик А. Я. Хинчин,— от времени до времени встают замечательные своеобразные задачи; по своему содержанию они так элементарны, что их может понять каждый школьник: речь идет обычно о доказательстве какого-нибудь очень простого закона, господствующего в мире чисел: закона, который во всех проверенных частных случаях оказывался верным, и требуется установить, что он действительно верен всегда. И вот, несмотря на всю кажущуюся простоту задачи, решение ее годами, а подчас и столетиями не поддается усилиям самых крупных ученых эпохи»*.

Именно к такого рода проблемам принадлежит и вопрос о распределении простых чисел.

Математики древности немало потрудились, пытались познать свойства чисел, которым нередко приписывалась магическая сила. Пифагор утверждал даже, что числа правят миром.

Вместе с известным количеством остроумных наблюдений и важных, но, как правило, разрозненных фактов мы получили в наследство от древних математиков в интересующей нас области, по существу, лишь один основополагающий вывод. Это известная теория Евклида о бесконечности множества простых чисел.

Много сил было потрачено учеными на поиски формулы, которая давала бы возможность вычислять простые числа, хотя бы и не все подряд. Иногда казалось, что задача решена. Так, Ферма полагал, что выражение $2^{2^m} + 1$, где $m = 1, 2, 3, 4, \dots$, дает решение проблемы. Однако Эйлер доказал ошибочность предположения Фер-

* Хинчин А. Я. Три жемчужины теории чисел. М., 1947, с. 4.

ма. Сам Эйлер, не претендуя на окончательное разрешение вопроса, сконструировал несколько многочленов, по которым можно вычислять простые числа в некотором промежутке. Самым интересным в этом отношении является трехчлен $f(x) = x^2 + x + 41$. Если в эту функцию подставлять вместо x натуральные числа от 1 до 40, то можно получить сорок простых чисел. Тем не менее научный поиск в этом направлении оказался безрезультатным: не существует такой формулы, которая давала бы только простые числа.

Более успешным является другое направление исследований проблемы распределения простых чисел, состоящее в отыскании такой аналитической функции иначе говоря, формулы, которая, позволяла бы с достаточной точностью определить $\pi(x)$ — так обозначается функция, выражающая число простых чисел в натуральном ряду, не превосходящих числа x .

Доказано, что некоторое представление о распределении простых чисел может дать изучение простых чисел-близнецов, т. е. отличающихся друг от друга только на две единицы, таковы, например, 11 и 13, 137 и 139, 5741 и 5743. Однако трудности и в этом вопросе до сих пор далеко не преодолены. Неизвестно даже, существует ли наибольшая пара близнецов или множество их бесконечно.

Рассматривая имеющиеся таблицы простых чисел, можно заметить, что по мере удаления от начала натурального ряда они в среднем встречаются все реже. На основании изучения таких таблиц Лежандр в 1808 году вывел и опубликовал свою эмпирическую формулу для приближенного представления функции $\pi(x)$. По его предположению, число простых чисел можно подсчитывать по формуле
$$\frac{x}{\ln x - 1,08366}.$$
 Хотя такой вывод

был всего лишь экспериментальным фактом, подтверждаемым проверкой на сравнительно небольшом отрезке натурального ряда (таблицы простых чисел к тому времени были доведены только до 400 000), Лежандр считал возможным применять свою формулу к решению некоторых теоретических вопросов.

Независимо от Лежандра высказал свое мнение о существовании асимптотического закона распределения простых чисел и Гаусс. Однако и он не смог дать

теоретическое обоснование сделанного им предположения.

Таким образом, оценивая состояние проблемы распределения простых чисел к середине XIX столетия, можно сказать, что результаты, полученные со времен Евклида, могли дать лишь довольно смутное представление об этом сложнейшем вопросе теории чисел. Нужны были новые глубокие исследования, новый теоретический подход к решению проблемы.

Такой новый подход и осуществил в этот период в своих работах молодой петербургский математик Пафнутий Львович Чебышев, с именем которого связывается существенное продвижение в решении вопроса о законах распределения простых чисел. Исходным пунктом его исследований послужила упоминавшаяся выше дзета-функция Эйлера, представляющая ряд $1 +$

$$+ \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} + \dots$$

Используя дзета-функцию и давая только действительные значения аргументу, Чебышев доказал, что функция $\pi(x)$ близка по своим значениям к так называемому интегральному логарифму

$$\varphi(x) = \int_2^x \frac{dx}{\ln x}.$$

Ученому не удалось доказать, что разность между двумя функциями — величина бесконечно малая, поэтому его вывод сформулирован в условной форме: если предел отношения $\pi(x) : \frac{x}{\ln x}$ существует при $x \rightarrow \infty$, то этот предел равен единице. Так асимптотический закон распределения простых чисел из эмпирически отмеченного наблюдения стал научно обоснованным фактом.

Интегральный логарифм $\int_2^x \frac{dx}{\ln x}$, входящий в формулировку асимптотического закона, сам по себе выражается довольно сложно, и его без большой погрешности можно практически заменить другой функцией $\frac{x}{\ln x}$.

Работами Чебышева завершились затянувшиеся на два тысячелетия поиски важной закономерности в числовом множестве. Вместо неясных догадок и недоказанных предположений в арсенал науки вошел закон, позволяющий достаточно точно определять количество простых чисел в любом отрезке натурального ряда. Из формулировки асимптотического закона Чебышева явствует, что эмпирическая формула Лежандра не может быть признана точной.

Продолжая свои арифметические исследования, Чебышев в следующей работе по теории чисел, названной им «О простых числах» (1852), установил наибольшее и наименьшее отклонения отношения $\frac{\pi(x)}{\frac{x}{\ln x}}$ от едини-

цы, указав границы колебания функции. Найденное неравенство $0,92129 < \frac{\pi(x)}{\frac{x}{\ln x}} < 1,0555$ известно теперь

под названием неравенства Чебышева и выражает асимптотический закон о распределении простых чисел. Только в 1881 году английскому математику Сильвестру удалось уточнить результат Чебышева и найти более тесные границы отклонения функции $\pi(x)$ от ее прибли-

жения: $0,95695 < \frac{\pi(x)}{\frac{x}{\ln x}} < 1,04423$.

Нужно отметить и тот факт, что Чебышев получил столь важные выводы элементарными методами. Он показал возможность изучения свойств целых чисел с помощью лишь элементарных функций, таких, как корни и логарифмы, используя в качестве аргумента только действительные числа.

В свою очередь выход в область комплексных переменных при исследовании дзета-функции тоже оказался плодотворным и позволил французскому математику Адамару и бельгийцу Валле-Пуссену (1896) независимо друг от друга завершить построение здания асимптотического закона распределения простых чисел. Правда, событие это произошло почти через пятьдесят лет после опубликования «Теории сравнений».

Поскольку асимптотический закон дает лишь приближенную картину распределения простых чисел, то естественной представлялась постановка вопроса и об оценке точности формул, и о выявлении закономерностей отклонений фактического количества простых чисел от вычисленного по формуле Чебышева. Исследования формулы привели к интересному результату, который наглядно демонстрирует следующая таблица:

x	2	5	100	1000	10 000	100 000
$\frac{x}{\ln x}$	1	4	29	178	1246	9630
$\pi(x)$	1	3	25	168	1229	9592
x	1 000 000		10 000 000		100 000 000	
$\frac{x}{\ln x}$	78 628		664 918		5 762 209	
$\pi(x)$	78 498		664 579		5 761 455	

Рассматривая таблицу, можно заметить, что формула Чебышева дает результат, несколько превышающий истинную величину функции. Можно, казалось бы, предположить сохранение наблюдаемой картины и за пределами составленной таблицы. Действительность лишний раз подтверждает, насколько рискованны бездоказательные предположения.

Еще в 1914 году Литтлвуд установил, что в ряду целых чисел имеется такое, около которого количество простых чисел, вычисленное по асимптотической формуле уже не больше, а меньше действительного их количества. Наконец в 1933 году такое число было найдено. Его приближенное значение значительно превосходит все известные в науке числовые гиганты и равно $10^{10^{10^{34}}}$

Выдающиеся результаты, полученные П. Л. Чебышевым в вопросе распределения простых чисел, нашли

широкое признание и заслужили высокую оценку в научном мире. Немецкий математик Э. Ландау в 1909 году писал: «Первый, после Евклида, кто пошел правильным путем для решения проблемы о простых числах и достиг важных результатов, был Чебышев. Английский ученый Сильвестр, сам занимавшийся проблемами, связанными с асимптотическим законом, назвал Чебышева победителем простых чисел, первым стеснившим их капризный поток в алгебраические границы».

К лестным высказываниям известных иностранных математиков о нашем соотечественнике следует присовокупить коллективную оценку, данную его сочинению в донесении физико-математического факультета совету Петербургского университета: «Факультет имеет честь представить, что трактат г. Чебышева под заглавием: «Теория сравнений», как излагающий с полной основательностью целую науку в современном ее состоянии, и при том с значительными развитиями и новыми, самостоятельными исследованиями автора, имеет неотъемлемое право на название классического сочинения, то есть такого, которое по общепризнанному своему внутреннему достоинству может служить авторитетом в отношении к излагаемой в нем науке»*.

Исследования П. Л. Чебышева по теории чисел нашли свое продолжение в трудах его ближайших учеников и последователей — представителей Петербургской школы теории чисел. Наиболее выдающиеся из них А. Н. Коркин (1837—1908), Е. И. Золотарев (1847—1878), А. А. Марков (1856—1922) и Г. Ф. Вороной (1868—1908) нашли новые глубокие методы и разработали новые направления в теории чисел.

Достойными преемниками своих предшественников являются представители советской математической школы. Так, Лев Генрихович Шнирельман (1905—1938) еще в школьные годы исследовал теорию алгебраических уравнений. В 28 лет он уже был членом-корреспондентом Академии наук СССР. Шнирельман открыл метод сложения числовых последовательностей, имеющих важное значение в аддитивной теории чисел и применил его к решению ряда важных проблем.

* ЛГИА, фонд 14, оп. 1, ед. хр. 4818, лист 128.

Интересны теоретико-числовые работы Юрия Владимировича Линника (1915—1972), посвященные трудным задачам. Его методы разрешения проблем характеризуются новаторством и находят широкое применение в исследованиях и других областях математики. С 1964 года Ю. В. Линник был действительным членом АН СССР, его работы отмечены Государственной и Ленинской премиями.

Старейшина советских математиков Иван Матвеевич Виноградов, следуя лучшим традициям Петербургской математической школы, посвятил свои силы решению труднейших задач по теории чисел. Он разработал оригинальный метод тригонометрических сумм, ставший ныне основным для исследований в аналитической теории чисел. С 1937 года И. М. Виноградов развивал свой метод и сумел получить такие результаты, о которых ранее нельзя было и мечтать. Рядом с именами классиков теории чисел — К. Ф. Гаусса, Л. Эйлера и П. Л. Чебышева — можно смело поставить и имя создателя метода тригонометрических сумм. И. М. Виноградов — крупнейший ученый, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных премий — является организатором и бессменным руководителем математического института им. В. А. Стеклова АН СССР.

Советским ученым, развивающим лучшие традиции своих предшественников, принадлежат крупные, а в некоторых направлениях основополагающие результаты в развитии теории чисел.

СЛУЧАЙНОЕ ПОДЧИНЯЕТСЯ ЗАКОНАМ

Математика — наука о количественных отношениях и пространственных формах окружающего нас мира. Невозможно переоценить роль математических теорий и методов в развитии науки и во всей общественно-экономической жизни человечества. Карл Маркс говорил, что наука только тогда достигает совершенства, когда ей удастся пользоваться математикой. Можно себе представить, насколько беднее выглядели бы наши знания о многих явлениях, если бы вместо известных количественных соотношений мы располагали лишь словесными описаниями и не вполне определенными каче-

ственными оценками. Например, здание классической механики представляется нам таким стройным и легко обозримым благодаря тому, что со времен Ньютона законы ее выражены в виде математических формул, четко обрисовывающих зависимости между величинами.

Применение дифференциальных уравнений дает прекрасные результаты при изучении явлений природы или решении технических задач, если переменных всего две или несколько. Однако в окружающей нас жизни очень часто приходится рассматривать явления, обусловленные большим числом факторов, причем сравнительно малое влияние каждого из них не поддается индивидуальному учёту. Остановка станка в рабочее время может наступить по разным причинам, и каждую из них предусмотреть невозможно, а при планировании производства время этих вынужденных остановок учесть необходимо.

Каждое такое явление, взятое отдельно от других, однотипных с ним, можно рассматривать как случайное. Если же обратиться к изучению массового количества однородных по характеру явлений или фактов, то можно вскрыть определенные закономерности. Данные демографии (науки о народонаселении) свидетельствуют, что наблюдения за рождаемостью мальчиков в течение короткого периода могут давать самые различные результаты. В то же время при длительном изучении этого вопроса можно получить вполне устойчивые сведения: на тысячу новорожденных приходится 515 младенцев мужского пола. Приведенный пример показывает очень наглядно, что единичный факт может представлять, как правило, лишь весьма ограниченный интерес (в данном случае, скажем, только для близких родственников ребенка), тогда как само явление, рассматриваемое в его общности, занимает широкий круг и практических работников.

Современная наука в своем стремлении познать глубинную сущность явлений реального мира все более близко подходит «к таким однородным и простым элементам материи, законы движения которых допускают математическую обработку»*. Человеческая мысль на-

* Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 328.

стойчиво ищет пути познания элементов мироздания, широким фронтом осуществляется штурм ядра атома, изучается сложный механизм передачи наследственных свойств живых организмов, познается процесс движения раздражений по нервным путям, подвергается научному анализу деятельность мозга, механизм мышления и запоминания. Во всех этих процессах исследователям приходится сталкиваться с очень большим количеством взаимодействующих факторов.

Закономерности, которым подчиняются однородные массовые явления, находят свое выражение в математической дисциплине — теории вероятностей. Как и в других математических теориях, здесь изучаемые явления рассматриваются в абстрактной форме. Только такой подход позволяет установить наиболее общие положения, применимые к широкому классу явлений, что и составляет ценность математического метода.

Теория вероятностей как математическая наука сформировалась, в основном, не на материале практических задач: эти задачи слишком сложны; в них законы, управляющие случайными явлениями (заболеваемость, смертность, статистика несчастных случаев и т. д.), проступают недостаточно отчетливо и затуманены многими осложняющими факторами. Необходимо было сначала изучить закономерности случайных явлений на более простом материале. Таким материалом исторически оказались так называемые «азартные игры». Само слово «азарт» означает «случай».

Возникновение теории вероятностей в современном смысле слова относится к середине XVII века и связано с исследованиями Паскаля (1623—1662), Ферма (1601—1665) и Гюйгенса (1629—1695) в области теории азартных игр. Постепенно сформировались такие важные понятия, как вероятность и математическое ожидание; были установлены их основные свойства и приемы вычисления. Непосредственное практическое применение вероятностные методы нашли прежде всего в задачах страхования уже с конца XVII века: владелец корабля, отправляющегося в дальнее плавание, не мог с полной уверенностью ожидать, что его корабль вместе с грузом не станет добычей пиратов, жертвой шторма или другого несчастья. Страховым компаниям понадобились расчеты страховых взносов, которые должны были, не

отпугивая страхователей имущества высокими ставками, обеспечить определенную прибыль владельцам страховых контор. Так как предметом теории вероятностей являются случайные события и случайные величины, многие математики не воспринимали ее как математическую дисциплину; так было даже в XIX и XX веках. Лишь постепенно «искусство предположений» приобретало равноправие с остальными математическими науками. В целом теория вероятностей занимала довольно скромное место и в системе этих наук, и в умах математиков, несмотря на такие выдающиеся открытия, как закон больших чисел Я. Бернулли, предельные теоремы Муавра, различные результаты Д. Бернулли, Лапласа и еще нескольких ученых. Ограниченным было и поле приложений вероятностных методов. В то время трудно было думать, что вероятностные методы когда-либо получат распространение в физике и тем более в механике. Попытки теоретико-вероятностного анализа ошибок наблюдений были, пожалуй, единственным примером его употребления в науках о природе, и недостаточно ясными оставались представления об условиях применимости методов изучения случайных явлений, ибо самые исходные понятия теории не получили еще точного и недвусмысленного определения.

Теория вероятностей решает принципиально важную задачу — определяет, какими установленными фактами надо и можно пользоваться, чтобы по найденным вероятностям вычислить вероятности более сложных явлений и на основе этих вычислений сделать выводы о статистических закономерностях, которым подчинены исследуемые сложные явления. Математики прошлого, решая отдельные частные вопросы теории вероятностей, останавливались перед проблемами обоснования ее принятыми в математике способами.

Со второй половины XIX века центр исследований по теории вероятностей перемещается в Россию, что связано в первую очередь с работами П. Л. Чебышева, а затем и его учеников. Общее понятие случайной величины, ее связь с вероятностью стояли в качестве ключевой проблемы теории вероятностей. Строго и отчетливо ввел в математику это понятие Пафнутий Львович Чебышев, поэтому за ним признается роль создателя теории вероятностей как науки.

В своей магистерской диссертации Чебышев дает довольно строгое доказательство, важное для теории закона больших чисел, который был сформулирован Я. Бернулли и впервые обоснован Лапласом с помощью весьма громоздких рассуждений. Диссертация под заглавием «Опыт элементарного анализа теории вероятностей» вышла отдельным изданием в 1845 году и содержит формулировки и доказательства основных теорем. Книга представляет интерес не только научным содержанием, но и методическим подходом автора к оформлению доказательств.

В теории вероятностей широко применяются методы высшей математики, что, естественно, стесняет возможности тех лиц, образование которых не выходит за пределы элементарного курса алгебры. Не отрицая необходимости применения «трансцендентного анализа» для построения общей теории излагаемой науки, Чебышев находит возможным и полезным при определенных условиях обойти эти трудности.

В названной работе Чебышев дал достаточно простое, но вместе с тем строгое изложение основных вопросов теории вероятностей, не прибегая к «трансцендентным методам» Лапласа. В магистерской диссертации Чебышев еще далек от создания своих новых методов, но и здесь он осуществляет основную установку: дать точные формулировки общих теорем теории вероятностей и вести их доказательство с выдвиганием на первый план неравенств и оценки погрешностей предельных формул.

В математическом журнале Крелля в 1846 году появилась статья Чебышева «Элементарное доказательство одного общего положения теории вероятностей» в качестве извлечения из своего мемуара. Доказывая одну из простейших, но вместе с тем наиболее важных форм закона больших чисел, Чебышев устанавливает связь между средним арифметическим наблюдаемых значений случайной величины и ее математическим ожиданием.

Физическое содержание «закона больших чисел», понимаемого в широком смысле слова, состоит в следующем: при очень большом числе случайных явлений средний их результат практически перестает быть случайным и может быть предсказан с большой степенью

определенности. В узком смысле слова под «законом больших чисел» в теории вероятностей понимается ряд математических теорем, в каждой из которых для тех или иных условий устанавливается факт приближения средних характеристик большого числа опытов к некоторым определенным постоянным. Глубокий философский смысл закона больших чисел состоит в установлении диалектической связи между случайностью и необходимостью, единичным событием и общим процессом. Каждое единичное явление из массы однородных наблюдаемых явлений характеризуется не только свойствами, присущими для всей совокупности, взятой для наблюдения, но и индивидуальными свойствами, в том числе и случайными. Только значительное число наблюдений выявляет общие черты и свойства, существенно важные для изучаемой совокупности. Как указывает Карл Маркс, «внутренний закон, прокладывающий себе дорогу в этих случайностях и регулирующий их, становится видимым лишь тогда, когда они охватываются в больших массах»*.

Современное понимание закона больших чисел связывается с последующими работами П. Л. Чебышева по теории вероятностей, вопросами которой он заинтересовался много лет спустя, получив основополагающие результаты в этой отрасли математики. Именно с открытием и обоснованием закона больших чисел связывается научное построение теории вероятностей и закономерное применение ее методов к исследованию статистических соотношений реального мира.

В мемуаре «О средних величинах» (1866) дается та формулировка закона больших чисел, которая стала теперь классической. Названный мемуар содержит далеко идущее обобщение работ Бернулли и Пуассона, результаты которых представляются в данном случае лишь частными случаями общего закона. Классическая формулировка закона больших чисел, данная Чебышевым, уточнила границы применимости его и устранила принципиальный недостаток рассуждений Пуассона, применявшего свою теорему не всегда обоснованно. Эта формулировка такова:

* Маркс К. Капитал. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 25, с. 396.

если случайные величины x_1, x_2, \dots, x_n взаимно независимы и имеют ограниченные дисперсии, a_1, a_2, \dots, a_n — их математические ожидания, то величина

$$\zeta = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

при достаточно большом n будет с вероятностью, как угодно близкой к единице, как угодно мало отличаться от величины

$$\mu = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

и при любом положительном ε

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(|\zeta - \mu| < \varepsilon) = 1.$$

Представление о смысле и значении закона больших чисел можно проиллюстрировать на примере, взятом из кинетической теории газов. Вообразим себе замкнутый сосуд, в котором заключено некоторое достаточно большое количество газа. Каждая молекула совершает беспорядочное движение, сталкиваясь с другими молекулами и ударяясь о стенки сосуда. Удар молекулы о какую-либо фиксированную площадку на стенке в течение определенного промежутка времени сообщает ей некоторый импульс — типично случайную величину. Математическое ожидание импульса можно определять из состояния газа, фактическое же его значение может оказаться в заданном промежутке времени самым различным. Сумма импульсов тоже будет случайной величиной. Но согласно закону больших чисел в действительности сумма импульсов почти точно равна своему математическому ожиданию и практически не зависит от случайного характера движения отдельных молекул. Таким образом, давление газа на определенную площадку при заданных условиях является величиной постоянной.

На практике приходится встречаться и с такими явлениями, в которых число слагаемых не так велико, как в приведенном примере. Тогда отклонения суммы случайных величин от ее математического ожидания довольно значительны. Но и здесь закон больших чисел находит применение, так как позволяет оценить размеры этих отклонений.

Продолжая исследования в области теории вероятностей, П. Л. Чебышев пришел также к формулировке основной центральной предельной теоремы. Для доказательства этой теоремы он создал новый прием доказательства предельных теорем теории вероятностей — метод моментов, который сам же затем глубоко развил.

Центральная предельная теорема также находит широкое применение на практике. Многие подлежащие исследованию процессы протекают в условиях, когда случайная величина является суммой большого числа независимых слагаемых, причем влияние каждого из них очень мало. Таковы незначительные изменения плотности атмосферы, колебания силы и направления ветра, отклонения в количестве взрывчатых веществ, ошибки наведения и прицеливания, нагрев ствола и т. д. В результате малозаметные в отдельности причины приводят к заметному рассеиванию снарядов при стрельбе. Аналогично можно отметить, что рост людей зависит от влияния множества факторов, каждый из которых сам по себе мал. Центральная предельная теорема позволяет при определенных условиях еще до наблюдения изучаемого явления предвидеть характер распределения интересующей исследователя суммарной случайной величины.

Теорема Чебышева в сущности гласит, что при суммировании достаточно большого числа случайных величин закон распределения суммы неограниченно приближается к нормальному при соблюдении некоторых условий. Эти условия по существу сводятся к требованию, чтобы влияние на сумму отдельных слагаемых было равномерно малым, т. е. чтобы в состав суммы не входили члены, явно преобладающие над совокупностью остальных по своему влиянию на рассеивание суммы. Теорема имеет важное значение в теоретическом отношении и находит применение в теории ошибок и других прикладных вопросах артиллерии, техники и естествознания. Строгое доказательство центральной предельной теоремы Чебышева и полное осуществление этих идей является большой заслугой одного из его учеников — А. А. Маркова. Несколько позднее А. М. Ляпунов, тоже ученик великого математика, нашел новые методы, которые оказались более сильными, чем метод моментов. Но, несмотря на это, метод моментов в теории

вероятностей своего значения не потерял и справедливо считается одним из замечательнейших созданий русской математики, которая в теории вероятностей продолжает занимать руководящее положение и по сей день. Обобщающий вывод об условиях применимости центральной предельной теоремы был дан уже советским математиком С. Н. Бернштейном и дополнен затем американцем Б. Феллером.

Подобно большинству других самостоятельных разделов математики, теория вероятностей основывается на небольшом числе простых первоначальных понятий и аксиом, в абстрактной форме представляющих реальные объекты и их свойства. Для теории вероятностей такими объектами являются частоты наступления события при многократных испытаниях. С методологической стороны заслуга Чебышева состоит в том, что он впервые поставил вопрос о необходимой строгости в доказательстве предельных теорем. Построение логической базы теории вероятностей и создание системы аксиом для нее было выполнено нашим современником академиком А. Н. Колмогоровым.

Разработка системы аксиом теории вероятностей, охватывающих все расширяющееся ее содержание, продолжается и в наше время.

«Со времени Чебышева, — писал член-корреспондент Академии наук СССР Б. Н. Делоне, — русская наука заняла ведущее место в такой важной для человечества части математики, как теория вероятностей, в ней работали уже в наше время такие выдающиеся советские математики, как Бернштейн и Хинчин, и работает сейчас крупнейший математик Колмогоров»*. А. Я. Хинчин и А. Н. Колмогоров применили к теории вероятностей методы теории функций действительного переменного, затем они и Е. Е. Слуцкий заложили основы теории случайных процессов. Математики Н. В. Смирнов (Москва) и В. И. Романовский (Ташкент) провели исследования по применению теории вероятностей к математической статистике. Продолжая исследования Чебышева и его учеников Маркова и Ляпунова, больших успехов достиг в теории вероятностей и математической

* Делоне Б. Н. Великий русский математик Пафнутий Львович Чебышев. — Математика в школе, 1971, № 3.

статистике ленинградский математик Ю. В. Линник. Теория вероятностей, получившая прочное обоснование в виде фундаментальных теорем, находит широкое применение как в теоретических исследованиях, так и в практических приложениях.

Нетрудно заметить, что если теоретические проблемы обоснования и методологии теории вероятностей занимают в первую очередь специалистов-математиков, то практические приложения этой науки представляют интерес для очень широкого круга работников: инженеров и техников, медиков и биологов, историков и лингвистов.

Академик Ю. В. Линник говорил, что работы Чебышева по теории вероятностей составляют эпоху в этом разделе науки. основополагающие исследования по теории вероятностей, выполненные П. Л. Чебышевым, не потеряли своей актуальности до наших дней.

ПОЛИНОМЫ ЧЕБЫШЕВА

Обширный круг работ П. Л. Чебышева относится к области математического анализа. Среди них значительное место занимают исследования, посвященные проблемам аппроксимации, т. е. приближения и интерполирования функций. «Здесь П. Л. Чебышев явился пионером в полном смысле этого слова, совершенно не имея предшественников. Это область, где он работал больше, чем в какой-либо другой, находя и решая все новые и новые задачи и создав совокупностью своих исследований новую обширную ветвь математического анализа, продолжающую успешно развиваться и после его смерти» — так характеризовал работы Чебышева в этой области известный советский математик, академик АН СССР Б. В. Гнеденко*.

Понятие функции принадлежит к числу основных.

Установление функциональной зависимости, исследование поведения функции в некотором промежутке области определения, сама процедура вычисления значений функции при заданных значениях аргумента — операции, занимающие важное место в математике

* Гнеденко Б. В. Очерки по истории математики в России. М.—Л., 1946, с. 120.

и особенно в ее приложениях. Само по себе выполнение этих действий сопряжено с значительными практическими затруднениями.

Важно и другое: существует принципиальная трудность, состоящая в том, что непосредственное получение числового результата при замене аргумента его числовым значением возможно лишь для очень узкого класса функций, представляющих собой многочлены или же частное двух многочленов.

Одного этого обстоятельства достаточно, чтобы поставить перед математиками задачу замены, например, трансцендентных функций подходящими к ним по числовым значениям многочленами. В более общем случае задача о приближении функций представляет собой проблему замены одних «менее удобных» функций другими, в том или ином смысле близкими к первым. Задача аппроксимации может ставиться для обеспечения возможности вычисления значений некоторой функции, имеющей сложный характер, путем замены ее более простой в смысле выполнения вычислительных операций.

Нередко встречается потребность замены имеющейся функции другой, принадлежащей к заданному семейству функций, свойства которого определяются физическими условиями задачи.

Нельзя обойтись без аппроксимации и тогда, когда о законе изменения исследуемой функции можно говорить лишь приближенно, т. е. когда известно только некоторое ограниченное количество значений функции. В этом случае конструируется так называемая эмпирическая формула как результат непосредственной обработки данных, полученных в процессе наблюдений или эксперимента. Приближенные представления функции находят место в конструктивной теории функций, где служат мощным средством для исследования свойств самих функций.

Вопрос о приближенном представлении возник давно, и некоторые результаты были получены и до работ Чебышева в этой области. С помощью степенных рядов Тэйлора или Маклорена можно найти такой многочлен, который будет близко представлять вычисляемую функцию вблизи данной точки. Например, всем известную тригонометрическую функцию $y = \sin x$ можно пред-

ставить приближенно степенным рядом следующей формы:

$$\sin x = x - \frac{x^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2n+1)} \pm \dots$$

Аналогично

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{1 \cdot 2} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot 2n} \pm \dots$$

Нетрудно заметить, что с возрастанием количества взятых членов разложения и, следовательно, с повышением порядка полученного многочлена возрастает и степень точности приближения к заданной функции в некотором интервале с центром в выбранной точке. Одновременно возрастает и количество вычислительных операций. Оценка точности результата — важный момент в вычислениях — решается в каждом отдельном случае вычислением так называемого остаточного члена.

Известно также разложение в ряды Фурье, когда получаются тригонометрические многочлены, которые определенным, довольно сложным способом могут приближать данную функцию на выбранном отрезке.

Особый интерес в теории наилучшего приближения функций представляет задача интерполяции, т. е. нахождение такого многочлена n -й степени, значения которого в $n+1$ точках совпадают со значениями данной функции. Ньютон, Гаусс, Лагранж предложили формулы, дающие в ряде частных случаев возможность найти многочлен, удовлетворяющий указанному условию. Однако широкому применению полученных результатов на практике мешало отсутствие необходимой общности в разработанных приемах.

Подход П. Л. Чебышева к вопросам приближения может служить прекрасной иллюстрацией осуществления его основной методологической установки, сущность которой заключается в том, что теорию обогащают не частные решения проблемы, а выявленные общие закономерности, указывающие пути к разнообразным индивидуальным задачам.

Поводом для занятий Чебышева проблемами аппроксимации послужила конкретная задача, связанная

с так называемым параллелограммом Уатта — важной принадлежностью паровой машины.

Работа поршневого двигателя, в том числе и парового, требует специального устройства для преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение главного вала. На паровых машинах в качестве такого устройства применялся в прошлом веке прямолинейно-направляющий механизм, сконструированный Уаттом и названный параллелограммом, потому что некоторые его звенья располагаются попарно параллельно. Параллелограмм Уатта сравнительно прост по устройству, но применявшиеся в то время конструкции уже не могли в полной мере удовлетворить требованиям промышленности относительно точности расчета механизма. Скорости движения в машинах возрастали, а степень приближения оставалась низкой, вредные сопротивления снижали долговечность машины.

Находясь в заграничной командировке, П. Л. Чебышев знакомился с механическим оборудованием английских и французских заводов. Он не только обнаружил конструктивные недостатки параллелограмма Уатта, но и указал их причину. Дело в том, что размеры отдельных звеньев и сам Уатт и другие инженеры устанавливали опытным путем. Не имея достаточно обоснованной теоретической базы, они не могли получить необходимого оптимального результата в своих конструкциях.

Первоначальная постановка задачи о параллелограмме Уатта, по предположению Чебышева, заключалась в том, чтобы найти многочлен данной степени, который меньше, чем все другие многочлены той же степени, уклонился бы от нуля в некотором заданном промежутке изменения аргумента. Взяв это предположение за исходный пункт исследований, Чебышев вскоре пришел к решению проблемы и нашел такие многочлены (полиномы), которые удовлетворяли поставленному условию.

Многочлены Чебышева выражаются в общем виде формулой

$$T_n(x) = \cos(n \arccos x), \text{ где } n=0; 1; 2; \dots$$

Символ T присвоен впоследствии по первой букве фа-

милли автор открытия во французской транскрипции. Эти многочлены обладают целым рядом замечательных арифметических и аналитических свойств. Наиболее важное свойство полиномов Чебышева состоит в том, что они дают возможность установить фундаментальное соотношение между разложениями в тригонометрические и степенные ряды, а следовательно, позволяют переносить свойства рядов Фурье на степенные ряды и обратно.

На основе сконструированных им многочленов, наименее уклоняющихся от нуля, Чебышев сумел получить ряд теорем об отделении корней многочленов. Кроме того, он показал существование связи между вычислением корней многочлена $T_n(x)$ и построением правильного $2n$ -угольника.

Отвечая на поставленный вопрос о конструкции параллелограмма, теория наилучшего приближения в широком смысле решала и задачу о наиболее рациональных размерах конструктивных элементов шарнирных механизмов.

Многоплановость математического открытия не случайность, а его характерная черта, удачно описанная в одной популярной статье. «Заметьте, как хитро поступают математики: решить требуется маленькую задачу, а они создают целую теорию, из которой не только вытекает ответ на первоначальную задачу, но и на все задачи такого типа, да еще получают вдобавок массу полезных результатов для совсем других проблем. И так в математике случается очень часто — вместо мышловки строят машину, которая вылавливает всех теплокровных животных, да еще по совместительству обжигает горшки и сбивает коктейли»*.

Многочлены Чебышева обладают свойством ортогональности. Определение ортогональности функции вводится по аналогии со свойствами взаимно перпендикулярных векторов. Если два вектора в трехмерном пространстве ортогональны, то их скалярное произведение равно нулю ($\vec{a} \cdot \vec{b} = a \cdot b \cdot \cos 90^\circ = 0$). Обобщая понятие перпендикулярности, два многочлена называют ортого-

* Зябликова З. Отныне и впредь. — Знание — сила, 1959, № 5, с. 31.

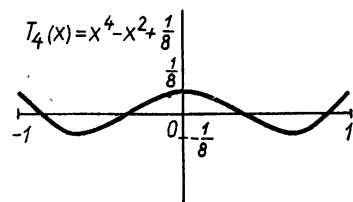
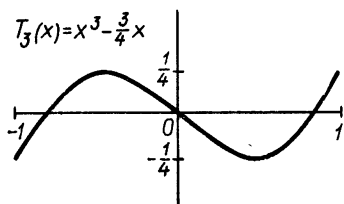
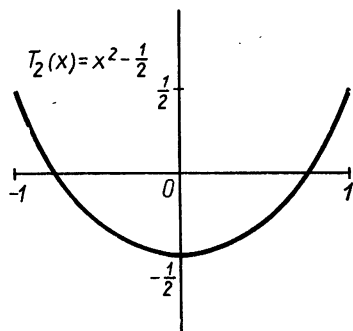
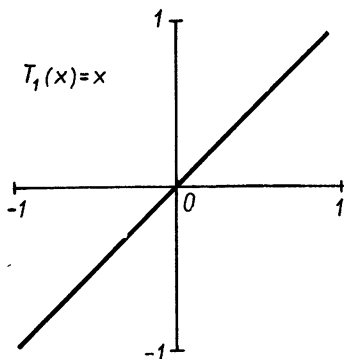
нальными, если при определенных условиях интеграл от произведения этих функций равен нулю. Многочлены Чебышева — Лагера, Чебышева — Эрмита, как и многочлены Чебышева, представляют собой примеры ортогональных полиномов. П. Л. Чебышев построил общую теорию ортогональных многочленов и установил их связь с вопросами наилучшего приближения, квадратурными формулами и другими вопросами математического анализа.

В настоящее время потребности практики, в частности широкое развитие вычислительной техники, выдвигают теорию приближения функций на передний край математической науки. Полиномы Чебышева широко используются при составлении стандартных программ вычисления значений функций на электронно-вычислительных машинах. Очень ценно и то, что эти полиномы пригодны для приближенного выражения не только тех функций, которые имеют аналитическую форму, но и тех, которые заданы эмпирически. Названные полиномы позволяют строить весьма экономичные способы решения различных вычислительных задач. Для удобства пользования многочленами Чебышева и обеспечения быстрой работы при отыскании числового результата составлены таблицы значений этих многочленов.

Здесь приводятся четыре многочлена Чебышева, а также их графики, которые наглядно показывают наибольшее отклонение каждого из них от нуля.

Свойства открытых и исследованных им замечательных многочленов Чебышев применил и к решению различных вопросов интерполирования.

Как уже упоминалось, интерполяционная задача в простейшем случае понимается как нахождение такой приближающей функции, которая совпадает со значениями заданной функции в фиксированном числе точек — узлов интерполяции. Вообще говоря, задача интерполяции является неопределенной: вне узлов интерполяции значения приближающей функции могут существенным образом отличаться от значений данной функции. Доказано, что для точности интерполирования важное значение приобретает расположение узлов интерполяции на данном отрезке числовой прямой. Многочлены Чебышева и в этом случае оказывают неоценимую помощь. Если рассмотреть отрезок от -1 до



Полиномы П. Л. Чебышева.

+1, то очень выгодной оказывается такая интерполяция, для которой в качестве узлов будут служить корни многочлена Чебышева степени $n+1$. Интерполяционный многочлен, построенный при таком условии, также носит имя Чебышева.

Свои работы по интерполированию великий математик связывал в первую очередь с проведением артиллерийских расчетов. Однако и в этом случае содержание его открытий выходит далеко за пределы частных задач артиллерийской науки и имеет принципиальное теоретическое значение.

В трудах П. Л. Чебышева подробно разработан играющий важную роль в прикладных вопросах метод параболического интерполирования, называемый иначе методом наименьших квадратов.

Используя метод разложения в непрерывные дроби, Чебышев заложил основы общей теории ортогональных многочленов. В своих исследованиях, помимо способа

наименьших квадратов, он рассматривает и другие способы интерполирования, упрощающие вычисления при достижении большей точности результатов. Последняя работа в этой области «Об интерполировании величин равноотстоящих» относится к 1875 году.

Несколько неожиданное приложение теории аппроксимации дано в мемуаре «О кройке платьев», где функции, наименее уклоняющиеся от нуля, применены к отысканию наиболее выгодной формы выкройки для изготовления сферической поверхности.

Как известно, сфера принадлежит к числу неразвертываемых поверхностей и не может быть составлена из кусков плоскости. Приближенная развертка сферы представляет собой ряд криволинейных треугольников (так составляется, например, развертка глобуса) или набор все удлиняющихся полос, заменяющих шаровые пояса. Обе развертки требуют большого количества швов, что может нарушить прочность и герметичность конструкции. Д. И. Менделеев предлагал при конструировании аэростатов применять оболочку не сферической формы, а в виде двух соединенных основаниями конусов. Количество швов в такой конструкции сводится к минимуму, зато приходится пренебрегать тем известным обстоятельством, что при заданном объеме наименьшую поверхность будет иметь сфера.

В сочинении «О кройке платьев» Чебышев рассмотрел вопрос об одевании тел различной формы и на примере шара показал применимость его теории. По его расчетам, сферическую поверхность с достаточной точностью можно получить сшиванием двух кусков ткани, если им придать форму четырехсторонней фигуры с округленными углами. Направления нитей, составляющих ткань, должны совпадать с диагоналями фигуры. При сшивании углы между нитями будут меняться, ткань вытянется и плотно обтянет шар.

По поводу мемуара «О кройке платьев» академик В. А. Стеклов говорил: «Может ли подумать мало осведомленный человек, встретив такое заглавие, что исследование принадлежит не специалисту портняжного дела, а автору «Теории сравнений», творцу «Теории функций, наименее уклоняющихся от нуля». А между тем исследование «О кройке платьев» является одним из приложений этой замечательной теории»*. Длительное

время предложенные Чебышевым методы определения оптимальной формы выкройки не находили применения в производственной практике. Однако теперь все чаще приходится встречать сообщения о том, как специалисты легкой промышленности, вооружившись теоретическими положениями П. Л. Чебышева, применяют их при конструировании новых моделей обуви, пальто, платьев, костюмов и других изделий.

Открытия, связанные с многочленами, наименее уклоняющимися от нуля, составили основу новой области математического анализа. В этой области следует отметить работы Ла Валле Пуссена и Лебега. Выдающийся советский математик С. Н. Бернштейн доказал целый ряд теорем, связывающих свойства приближающегося многочлена с аналитическими свойствами приближаемой функции. Теория приближения функций, основы которой были разработаны П. Л. Чебышевым, успешно развивается и в наши дни.

ЧЕБЫШЕВ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ

Интерес П. Л. Чебышева к конструированию механизмов нельзя назвать случайным и преходящим. Между первой работой в этой области, которая называлась «Теория механизмов, известных под названием параллелограммов», опубликованной в 1863 году, и мемуаром «О простейшей суставчатой системе, доставляющей движения, симметричные около одной оси» лежит целая четверть века напряженных поисков, теоретических выкладок и практических воплощений задуманных механизмов в виде простейших моделей или тщательно оформленных выставочных экспонатов.

Сорок оригинальных конструкций механизмов и свыше семидесяти их модификаций в достаточной степени характеризуют деятельность ученого в сфере практической механики. Но Чебышев был не просто одним из конструкторов, автором более или менее удачных

* Стеклов В. А. Теория и практика в исследованиях Чебышева. Пг., 1921, с. 7.

изобретений. Пафнутий Львович Чебышев вошел в историю науки как создатель теории механизмов. Результаты конструирования конкретного механизма у него выступают в первую очередь как иллюстрация к основным положениям теории.

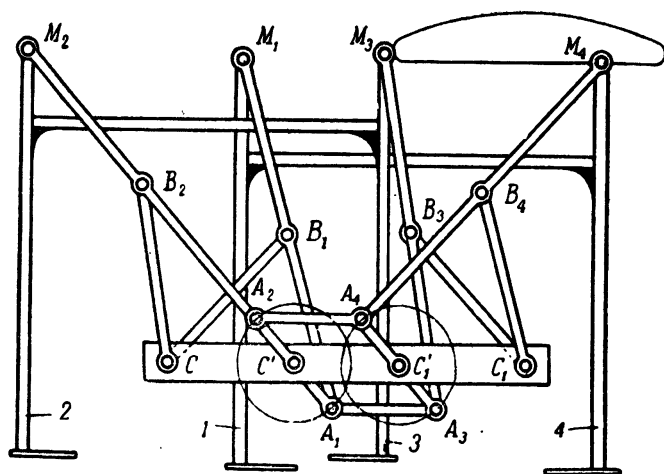
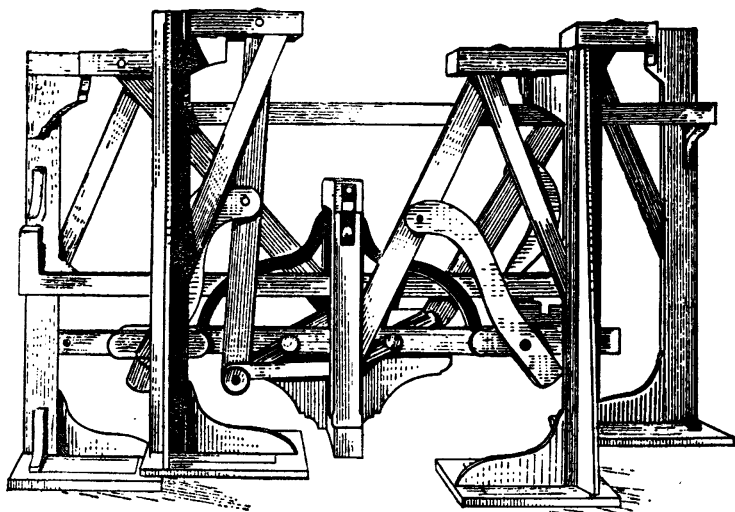
Главное внимание Чебышева привлекали плоские шарнирные механизмы, в состав которых входят только вращательные пары (шарниры), имеющие параллельное движение относительно одной плоскости. Для шарнирных механизмов характерны простота изготовления, высокая изнosoустойчивость, сравнительно малые потери на трение, отсутствие пружин и других дополнительных устройств, обеспечивающих постоянное соприкосновение звеньев.

Чебышев показал, что число звеньев n и число шарниров p в шарнирном механизме связано зависимостью: $W = 3(n-1) - 2p$. Здесь W означает число независимых параметров (степеней свободы), определяющих положение звеньев механизма. Из формулы Чебышева следует, что наименьшее число звеньев в шарнирном механизме равно четырем. Кроме четырехзвенника, имеет применение шарнирный шестизвенник. Из-за сложности расчетов другие шарнирные механизмы применяются редко.

Чебышев заложил основы проектирования, или, говоря иначе, синтеза, шарнирных механизмов, показав, как в зависимости от заданного перемещения звеньев или по указанной в условии траектории движущейся точки получить искомые размеры механизма.

Академик И. И. Артоболевский, много занимавшийся механизмами Чебышева, неизменно давал им самую высокую оценку, подчеркивая их оригинальность и сохранившуюся до наших дней актуальность рассматриваемых вопросов.

Уже в мемуаре «Теория механизмов, известных под названием параллелограммов» содержится формулировка задачи о синтезе механизмов. Основной критерий, определяющий качество механизма, высказан Чебышевым в следующей форме: траектория той точки, к которой присоединяется стержень поршня, должна быть близка к прямой линии. Величина максимального отклонения траектории точки от прямой должна быть минимальной.



Переступающий механизм и его кинематическая схема.

Анализируя параллелограмм Уатта, Чебышев отыскивает функцию, показывающую отклонение траектории от прямой и, следовательно, характеризующую величину основного критерия. Полученная функция сложна и неудобна для вычислений. Чебышев решил задачу приближенной замены этой функции и получил свои знаменитые полиномы. Применение полиномов Чебышева при синтезировании механизмов позволяет с необходимой точностью и достаточно просто определять необходимый критерий и на основе проделанных вычислений конструировать прямолинейно направляющие механизмы с заданными свойствами.

Расширение области исследования направляющих механизмов приводит к рассмотрению более общего случая — синтеза таких устройств, в которых шатунная кривая на некотором участке описывает траекторию, близкую к дуге окружности. Такие механизмы находят широкое применение в автоматических устройствах, где движение должно осуществляться с перерывами (захваты, резцы и т. п.) при фиксированном времени остановки.

Наиболее полное развитие метода синтеза механизмов представлено Чебышевым в мемуаре «О простейшей суставчатой системе, доставляющей движения, симметричные около одной оси», опубликованной в 1888 году. Как было уже сказано, качество механизма оценивается основным критерием. Однако практические условия изготовления и сборки изделия ограничивают теоретические возможности. Для согласования теоретических расчетов с практическими возможностями автор статьи предлагает ввести ограничивающие условия, которым должны удовлетворять параметры механизма.

В целом задача синтеза механизма делится, как показал Чебышев, на три этапа. Вначале, в зависимости от назначения и условий работы механизмов, выявляются основные требования. Обычно они противоречивы, но среди них всегда можно выбрать решающие, которые и определяют основной критерий как функцию параметров. Ограничения же параметров выражаются в форме неравенств.

Полученные математические выражения часто могут оказаться сложными и неудобными для вычислений. Но практически всегда можно подобрать другую

функцию, имеющую более простой вид и с достаточной точностью приближающую заданную функцию-критерий. Разработанные П. Л. Чебышевым методы оценки точности приближения дают существенное упрощение этой задачи. Таким образом, на втором этапе работы достигается упрощение вычислительной работы.

Третий этап синтезирования состоит в вычислении постоянных параметров при условии оптимизации основного критерия. Найденные параметры определяют только кинематические и динамические свойства системы. Конструктивное оформление, расчеты отдельных деталей на прочность и другие операции не могут изменить основных свойств сконструированного механизма.

Современным конструкторам приходится создавать машины с гидравлическими и электрическими устройствами, с заданной скоростью действия, с остановками в определенных точках, применять ЭВМ при проведении вычислительных работ. Несмотря на все эти усложнения, современный проектировщик должен правильно выбрать основной критерий и определить ограничивающие условия, подобрать достаточно точно приближающую функцию, применить удобный способ для нахождения оптимальных параметров и их сочетаний.

Принципиальная оценка методики синтезирования механизмов современными специалистами такова: «Можно сказать, что все развитие аналитических методов синтеза механизмов и расширение области их применимости лишь подтвердили правильность постановки задачи о синтезе, которую дал Чебышев, и показали, что ее можно использовать практически во всех задачах, которые ставятся современным машиностроением и приборостроением»*. Разумеется, создание нового механизма, в целом укладываясь в общую схему, требует не только чисто вычислительной работы, но и творческого воображения.

По мнению специалистов, практически можно решить почти любую задачу конструирования механизма. Тем не менее даже использование ЭВМ не всегда позво-

* Артоболевский И., Левитский Н. П. Л. Чебышев — создатель теории синтеза механизмов. — Наука и жизнь, 1972, № 1, с. 80.

ляет довести мысль конструктора до реально осуществимой модели. После неудачного синтеза параметров изобретателю нередко приходится вновь возвращаться к синтезу структуры.

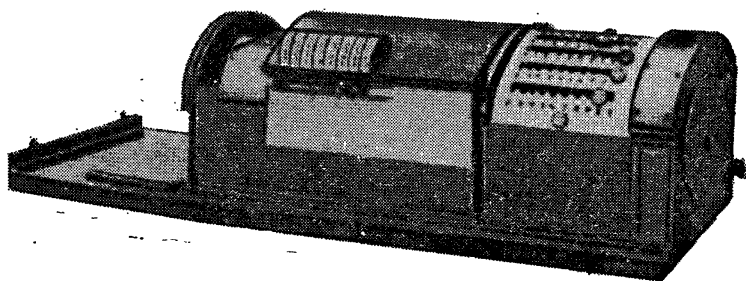
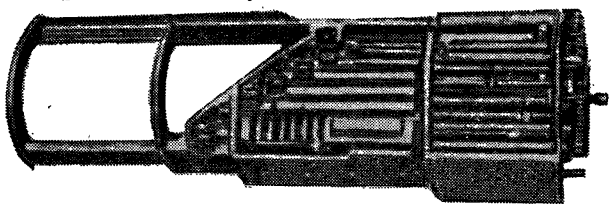
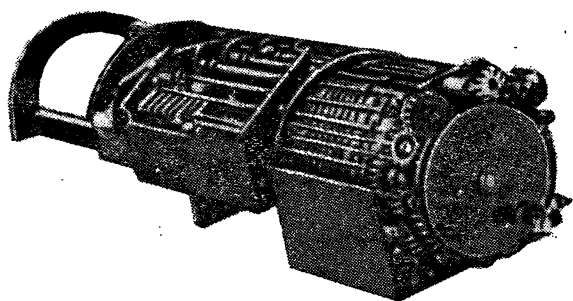
Заложив основы теории конструирования механизмов, Чебышев дал блестящие образцы применения положений этой теории к созданию целого ряда «суставчатых систем». Следует отметить, что, занимаясь приближенно направляющими механизмами, он ни разу не обратил внимания на принципиальную и практическую возможность осуществления точного преобразования вращательного движения в прямолинейное.

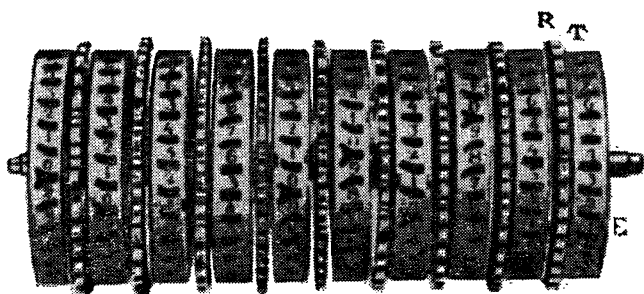
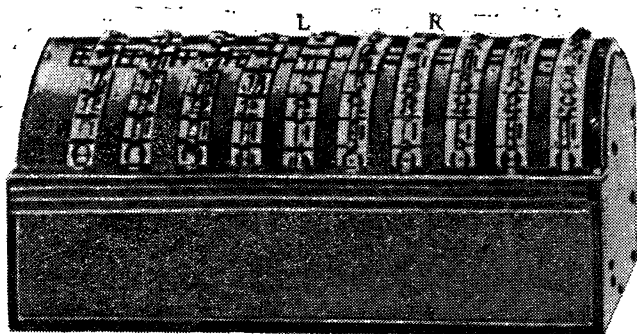
Механизмы, сконструированные П. Л. Чебышевым почти сто лет назад, до сих пор поражают оригинальностью замысла и изящностью их воплощения.

Простейший механизм Чебышева — так называемое приближенное прямилло. В нем вращательное движение кривошипа преобразуется в почти прямолинейное движение конца стержня. Если правильно подобраны размеры звеньев этого лямбдообразного механизма, то максимальное отклонение траектории точки от прямой составит лишь доли процента длины кривошипа. При современном развитии техники, когда поверхность металла можно обработать с любой степенью точности, задача Чебышева о приближенных прямиллах не утратила своей актуальности. «Эта задача нашла важное применение при построении приборов для управления зенитной и судовой артиллерией. Кроме того, с точки зрения созданной в СССР теории точности реальных механизмов, учитывающей неизбежные допуски при их изготовлении, приближенное четырехзвенное прямилло Чебышева оказалось точнее, чем точное восьмизвенное прямилло Поселье — Липкина»*. Так было сказано о работах Чебышева на XIII Международном конгрессе по истории науки в августе 1971 года.

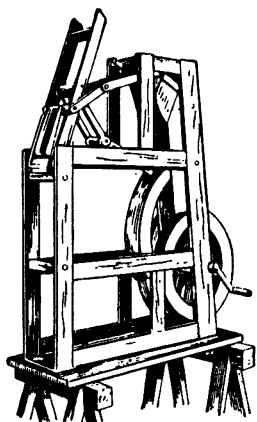
Значительные усилия конструкторов, занятых конструированием средств передвижения по суше, направлены на создание аппаратов, которые могли бы пере-

* Геронимус Я. Л. Развитие советскими учеными методов Чебышева и Маркова в применении к нахождению оптимальных решений. — Труды XIII Международного конгресса по истории науки. Секция V. М., 1974, с. 284.

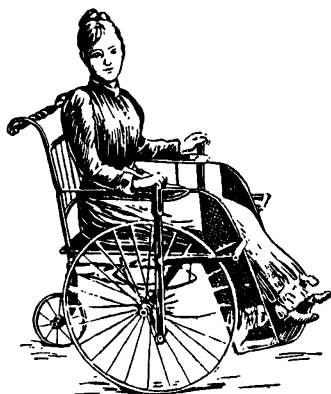




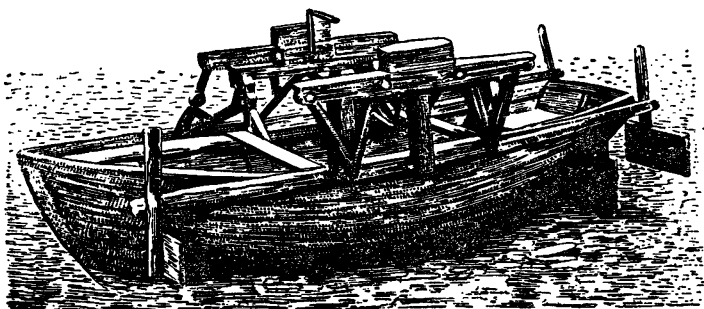
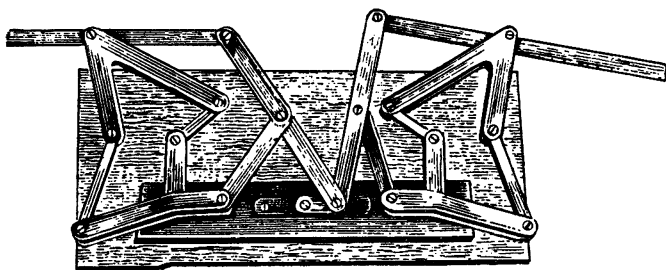
Арифмометр П. Л. Чебышева.



Сортировалька
П. Л. Чебышева.



Дамский велосипед —
самокатное кресло.



Лодка, снабженная гребным механизмом П. Л. Чебышева.

двигаться подобно животным, так как возможности колесных экипажей, привязанных к дороге, ограничены.

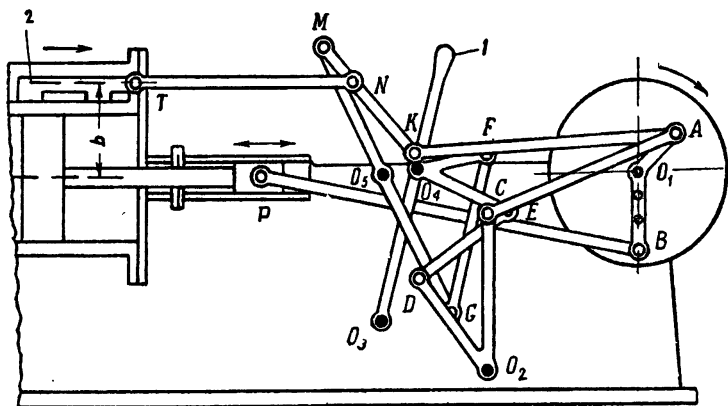
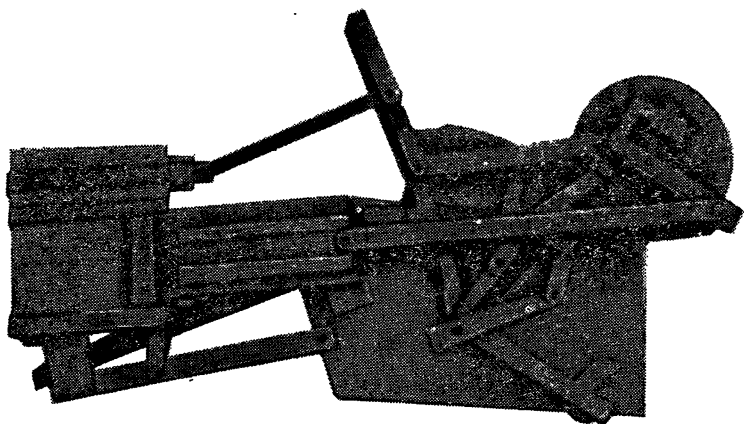
Описание шагающих устройств можно нередко встретить и в научных публикациях, и в популярных статьях. Однако работы в этом направлении еще далеки от завершения. Поэтому закономерно обращение мыслителей конструкторов к первой по времени создания стопходящей машине, рассчитанной и сконструированной П. Л. Чебышевым. Сложные устройства с большим количеством степеней свободы нуждаются, в свою очередь, в очень сложной системе управления. Схема же модели Чебышева очень проста. Основу механизма составляют четыре «приближенных прямых». При поступательном движении механизма одна пара «ног» сохраняет неподвижность, тогда как другая описывает траекторию, похожую на линию, отражающую движение ноги человека.

Среди других механизмов П. Л. Чебышева особое место занимает счетная машина — арифмометр, конструкция которого описана автором изобретения в мемуаре «Счетная машина с непрерывным действием». Первое сообщение о своем изобретении Чебышев сделал в Париже в 1876 году.

Заманчивая идея механизации вычислений давно занимает умы математиков и конструкторов. Первую суммирующую машину построил еще Б. Паскаль в 1641 году. Операция суммирования у него осуществлялась одновременным добавлением к каждому разряду соответствующего количества единиц прибавляемого числа. Умножение на суммирующей машине сводится к повторному прибавлению множимого. Кроме механизма установки, арифмометр должен иметь устройство для перенесения накопившегося десятка единиц низшего разряда в единицу следующего, высшего разряда.

Операция переноса довольно сложна. Она находит практическое решение в двух вариантах. При скачкообразном переносе единица следующего разряда появляется сразу после полного оборота цифрового колеса, а при непрерывном — вращение каждого разрядного колеса передается следующему с передаточным отношением 1:10.

Русский инженер В. Т. Однер в 1874 году предложил удачную конструкцию арифмометра, основу кото-



Многозвенный механизм кулисы паровой машины и его кинематическая схема.

рого составляют так называемые колеса Однера — двух-
слойные шестерни; с их помощью и осуществляется
скачкообразный перенос десятков.

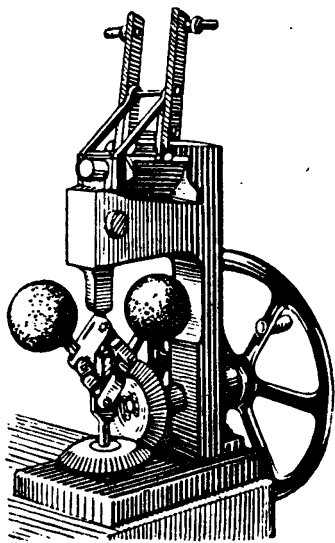
Арифмометр П. Л. Чебышева построен на основе
принципа непрерывного переноса десятков и является
первой конструкцией такого типа. В этой и аналогич-
ных ей счетных машинах цифра высшего разряда по-
является не сразу (как, например, в арифмометре Од-
нера), а постепенно по мере накопления единиц пред-

шествующего разряда. Здесь некоторые цифры будут видны полностью, другие же только частично или не будут видны совсем. Некоторые неудобства аппарата, получающиеся при считывании результата, компенсируются другими достоинствами механизма.

Суммирующий механизм своего арифмометра Чебышев предложил почти одновременно с Однером, в 1876 году. Приставка для умножения к нему была изготовлена в 1881 году. Автор подарил один экземпляр машины Парижскому музею искусств и ремесел. В Советском Союзе имеется подлинный экземпляр суммирующей машины Чебышева (1876 года). Он хранится в Музее истории Ленинграда.

Изготовленными Чебышевым моделями, вероятно, никто не пользовался для производства вычислений, так как изобретатель ставил перед собой задачу лишь показать принципиальную возможность изготовления счетной машины с непрерывной передачей десятков, что позволило увеличить скорость вращения шестерен и применить электропривод. Схема арифмометра, предложенная Чебышевым, была использована в американской счетной машине «Мерченд», швейцарской «Директ» и др.

Чебышев предложил много конструкций направляющих механизмов, среди них для движения с остановками и для получения колебательного движения. В «парадоксальном» механизме Чебышева за время оборота ведущего кривошипа в одном направлении ведомое звено делает два оборота, а при вращении в обратном направлении — целых четыре. Центробежный регулятор, сконструированный Чебышевым, удовлетворяет требованию изохронизма; угловая скорость сохра-



Центробежный регулятор
П. Л. Чебышева.

няет одинаковое значение при разных положениях подвижной муфты. В работе «О зубчатых колесах» дается решение задачи о построении зуба с помощью дуг самой простой кривой — окружности.

Многие механизмы Чебышева экспонировались на отечественных и международных выставках и были отмечены дипломами выставочных комитетов.

Глубокие теоретические исследования по вопросам синтеза механизмов, выполненные П. Л. Чебышевым, характеризуют его как крупнейшего ученого в области практической механики.

П. Л. ЧЕБЫШЕВ — ПРОФЕССОР УНИВЕРСИТЕТА, АКАДЕМИК

Преподавательской деятельности Пафнутий Львович посвятил 35 лет своей жизни. В 1847 году совсем молодым человеком вступил он на педагогическое поприще в качестве доцента Петербургского университета. Оставил кафедру, уже перешагнув за шестидесятилетний рубеж, в 1882 году. Прослужив сверх установленных двадцати пяти лет еще два пятилетия, он «согласия баллотироваться не изъявил» и попросил об увольнении, чтобы целиком отдаться научной работе в Академии наук.

Петербургский университет к середине XIX века становится местом деятельности видных представителей точных наук. Последнее обстоятельство в значительной степени способствовало быстрому становлению молодого Чебышева как преподавателя и ученого. Кафедру чистой и прикладной математики занимал В. Я. Буняковский — доктор математических наук, известный своими исследованиями по теории вероятностей, впоследствии вице-президент Академии наук.

Крупный ученый и видный педагог В. Я. Буняковский наблюдал за успехами нового преподавателя, посещал по поручению кафедры лекции Чебышева, знакомился с последними записями-конспектами по преподаваемым предметам. В своем представлении декану физико-математического отделения университета В. Я. Буняковский с похвалой отзывался о лекциях и записках молодого коллеги. Он особенно подчеркивал «особенную ловкость» Чебышева в «аналитических

приемах: ясность и последовательность в изложении, стройный систематический порядок, в котором он умел расположить, по-видимому, весьма разнородные предметы исследования теории чисел, некоторые новые, упрощенные доказательства...»

В. Я. Буняковский обратил также внимание руководителей отделения на то обстоятельство, что «теория чисел чуть ли не труднейшая часть чистого анализа», не была еще никем раньше «приведена в удовлетворительную систему», и поэтому «первые попытки молодого математика в этом деле он считает весьма удачными»*.

С 1852 по 1856 год Чебышев в свободное от университетских занятий время читал курс практической механики в Александровском лицее, где в свое время учился Пушкин. Занятия он вел по собственной программе, содержащей различные вопросы от общего понятия о механике вообще до устройства различных механизмов и паровых машин.

На протяжении всей 35-летней преподавательской деятельности в университете П. Л. Чебышев зарекомендовал себя замечательным педагогом, умело возбуждавшим у студентов интерес и творческий подход к изучению математики.

Глубокое содержание лекций Чебышев сочетал с увлекательностью изложения, и многие студенты приходили слушать их второй раз уже на следующем курсе. В разные годы он читал в университете курсы теории чисел, теории вероятностей, высшей алгебры, интегрального исчисления, аналитической геометрии, сферической тригонометрии, теории эллиптических функций, интегрирования дифференциальных уравнений и практической механики.

Курсы, которые читал Чебышев, были невелики по объему. Их основная ценность заключалась в содержании, в оригинальной форме преподнесения материала, в доступности его для понимания. «Гениальный ученый и изобретатель П. Л. Чебышев был в то же время образцовым профессором, — вспоминает академик А. М. Ляпунов. — Курсы его не были обширными, и при изло-

* Чебышев П. Л. Полн. собр. соч. в 5-ти т. М.—Л., 1944—1951, т. 5, с. 229.

жении их он заботился не столько о количестве сообщаемого материала, сколько о выяснении принципиальных сторон трактуемых вопросов.

Отличаясь живым и увлекательным изложением, лекции его сопровождалось множеством интересных замечаний относительно значения и важности тех или других вопросов или научных методов. Замечания эти высказывались иногда мимоходом по поводу какого-нибудь конкретного случая, но всегда глубоко западали в умах его слушателей. Вследствие этого лекции его имели высокое развивающее значение, и слушатели его после каждой лекции выносили нечто существенно новое в смысле большой широты взглядов и новизны точек зрения»*.

Довольно подробную характеристику лекционных занятий профессора П. Л. Чебышева дает его ученик, впоследствии известный математик К. А. Поссе. «К чтению своих лекций Чебышев относился с педантичной строгостью; лекции никогда почти не пропускал, никогда на них не опаздывал и ни одной лишней минуты после звонка не оставался в аудитории, хотя для этого приходилось прерывать лекции иногда на полуслове. Недоконченный на какой-нибудь лекции вывод всегда начинал на следующей с самого начала, если только эта лекция не была немедленным продолжением предыдущей. Всякой сколько-нибудь сложной выкладке предпосылал разъяснение ее цели и хода в общих чертах, а затем производил вычисление на доске большей частью молча, предоставляя студентам следить за ним глазами, а не ухом. Выкладки делал довольно быстро и настолько подробно, что следить за ним было очень легко»**.

Отлично понимая, что занятия математикой утомляют слушателей, ведут к ослаблению их внимания, Чебышев, как опытный педагог, применял самые различные приемы, оживлявшие лекции, способствующие более успешному усвоению материала. Прервав рассказ, он делал отступление от систематического изложения

* Ляпунов А. М. Пафнутий Львович Чебышев. Харьков, 1895.

** Чебышев П. Л. Полн. собр. соч. в 5-ти т. М.—Л., 1944—1951, т. 1, с. 8.

курса, выходил из-за кафедры, садился в постоянно находившееся для этой цели кресло и переходил к живой беседе, сообщая студентам свои взгляды, мнения других математиков по вопросам, затронутым в лекциях, выяснял сравнительное значение и взаимную связь между различными вопросами математики. После такой беседы чтение лекции продолжалось, а интерес и внимание к ней неизменно возрастали. Эти отступления нравились студентам, так как они оживляли изложение сложных вопросов, давали отдых, снимали напряжение и возбуждали интерес к изучению предмета в более широком объеме.

Лекционные курсы Чебышева большей частью сохранились в записках студентов и уже в советское время при содействии академика А. Н. Крылова были опубликованы. В частности, лекции по высшей алгебре, читанные в 1856—1857 годах, записал и сохранил М. П. Авенариус. Он учился в Петербургском университете (одновременно с Коркиным) и увлекался математикой, лишь впоследствии отдал предпочтение физике и был членом-корреспондентом Академии наук. Между прочим, по свидетельству Коркина, их однокурсников-математиков было всего пять человек, из них закончили курс только четверо, общее число студентов университета достигало трехсот. Из опубликованных записей лекций видно, что Пафнутий Львович уделял большое внимание практической стороне вопроса, связанного с вычислением корней алгебраических уравнений. Лекции Чебышева представляют непреходящий интерес с точки зрения того, как надо вести преподавание. Он, «ясно, кратко и вместе с тем полно излагая сущность дела, выяснял ее и подробными теоретическими выводами, и характерными примерами»*.

По воспоминаниям воспитанников, профессор Чебышев на экзаменах был достаточно требователен, но всегда чрезвычайно сдержан и вежлив. При защите диссертации (на диспутах, как тогда выражались) выступления Чебышева неизменно относились не к частностям и малозначащим подробностям, а касались принципиальных вопросов, связанных с предметом диссертации, и отличались глубиной, точностью и остроумием.

* Чебышев П. Л. Высшая алгебра. М.—Л., 1936, с. 4.

Занятия Чебышева с воспитанниками не ограничивались университетской аудиторией, а продолжались также и после окончания курса. По установившейся традиции раз в неделю, по четвергам, ученый принимал у себя всех желающих встретиться с ним, получить совет и помощь, а иногда и материальную поддержку. Многие его ученики разрабатывали вопросы, подсказанные их наставником. Например, А. А. Марков, продолжая исследования Чебышева по теории вероятностей, установил наиболее общие условия, при которых имеет место закон больших чисел, и доказал центральную теорему теории вероятностей, формулировку которой вместе с наброском доказательства дал Чебышев. Более 20 лет жизни посвятил разрешению задачи о фигурах равновесия, поставленной П. Л. Чебышевым, академик А. М. Ляпунов, который создал ряд новых фундаментальных теорий. Его наставник, указывая на трудности в поставленной проблеме, убеждал начинающего ученого в том, что человеку, действительно способному к научному творчеству, следует заниматься лишь такими серьезными и сложными вопросами, перед разрешением которых отступили другие. Ученый должен трудиться на пределе своих возможностей, применяя свои способности к решению таких задач, которые хотя и трудны, но продвигают науку вперед.

Так подходил к вопросам научного творчества сам Чебышев, этому следовали и его наиболее способные ученики и нередко получали важнейшие результаты в не исследованных до них областях. «Заслуги Чебышева как профессора, — вспоминает К. А. Поссе, — навсегда останутся в памяти тех, кому выпала на долю завидная участь учиться у него. Он продолжал учить своих учеников и по окончании ими университетского курса. Первые шаги на научном поприще тех из его слушателей, которые посвятили себя занятиям математикой, были сделаны под непосредственным его руководством и под влиянием драгоценных его указаний, которые он давал желающим и умеющим ими воспользоваться»*.

Пафнутий Львович Чебышев был всегда окружен учениками. Он умело направлял их деятельность, не

* Чебышев П. Л. Полн. собр. соч. в 5-ти т. М.—Л., 1944—1951, т. 1, с. 8.

подавляя творческой инициативы. Невозможно переоценить его роли в подготовке научной смены, состоящей не только в передаче суммы научных знаний, но и в воспитании умения широко мыслить, целиком отдаваясь науке. Проблема взаимоотношений между учителем и учеником всегда имела и имеет важное значение для прогресса науки. Только такое тесное общение, обмен идеями и создают научную школу, которая объединяет людей, связанных общими интересами и методами исследования.

Педагогическая деятельность Чебышева сочеталась с активной работой в Академии наук, и его ученые заслуги восхищают уже не одно поколение математиков. Совсем недавно Академия наук СССР отмечала свой 250-летний юбилей. В обзорных статьях и выступлениях, где говорилось об истории Академии, неизменно упоминалось имя академика Чебышева в числе других выдающихся ученых России.

Газета «Правда» писала: «Славу академии составили такие корифеи науки, как универсальный гений М. В. Ломоносов, физики В. В. Петров и Б. С. Якоби, математики М. В. Остроградский и П. Л. Чебышев, химики Д. И. Менделеев и А. М. Бутлеров, биологи И. И. Мечников и К. А. Тимирязев, физиолог И. П. Павлов. Наш народ гордится именами этих и других выдающихся деятелей науки»*. Аналогичные оценки содержатся в статьях вице-президента Академии наук СССР Ю. А. Овчинникова, академика В. А. Котельникова и других.

О содержании научных работ П. Л. Чебышева в области математики и механики говорилось в предыдущих главах. Остается остановиться на некоторых других сторонах деятельности академика Чебышева. Часто ему приходилось присутствовать на заседаниях: физико-математическое отделение заседало раз в две недели, а один раз в месяц собирались на собрание все члены академии. Правда, как видно из протоколов, П. Л. Чебышев выступал на заседаниях редко. Зато его фамилию часто можно видеть в списках различных комиссий, через которые осуществлялась подготовка к обсуждению и решению текущих академических дел.

* К и м М. Штаб науки. — Правда, 1975, 12 фев.

В сохранившемся письме академику О. В. Струве от 12 декабря 1888 года* Чебышев пишет о необходимости проведения заседания комиссии для присуждения премии имени Шуберта. Академик Струве занимал должность директора Пулковской обсерватории, и Чебышев считал необходимым заслушать мнение компетентного ученого по вопросам, связанным с астрономией. Сохранился также доклад комиссии в составе В. Имшенецкого, П. Чебышева и А. Маркова по присуждению в 1890 году премии имени В. Я. Буняковского. В докладе подробно разобраны работы профессора Варшавского университета Н. Я. Сони́на и преподавателя Михайловской артиллерийской академии П. Е. Ро́щина. Комиссия отметила, что Сонин, «внося свои собственные взгляды... всегда опирался на основательно критическое изучение совокупности соответствующих произведений специальной литературы, вследствие чего каждый из его трудов имеет вообще значение ценного научного вклада». В целом положительно оценены и «Записки» Рощина. По заключению академиков, они «могут вполне отвечать потребностям современного преподавания общего курса и исчисления бесконечно малых»**. Однако комиссия отдает предпочтение работам Н. Я. Сони́на, более соответствующим условиям назначения премии Буняковского за математические работы. Нередко Чебышеву приходилось давать заключения о работах чисто прикладного характера, представленных в академию различными изобретателями. В качестве авторов таких проектов выступали часто малосведущие в технике дилетанты, которые, получив отрицательный отзыв, продолжали доказывать свою правоту и выражать недовольство заключением рецензента. Отставной писарь С. Н. Гнедич жаловался, что его статья о трисекции угла отвергнута академией без рассмотрения. В ответ на жалобу П. Л. Чебышев разъясняет, что всеми учеными обществами принято правило не рассматривать сочинения, относящиеся к точному решению задач о вечно движущихся машинах, квадратуре

* Архив Академии наук СССР. Фонд 285, оп. 1, ед. хр. 656, л. 3—4.

** Чебышев П. Л. Полн. собр. соч. в 5-ти т. М.—Л., 1944—1951, т. 5, с. 309.

12^{го} Декабря,
1884 года.

Милостивейшему
Вашему Высокоблагородию

Я вникнул глубоко
ваше прекрасное со-з-
решеніе, присвоенное
Вам, гласующим
основанною Вашимъ
и очень содѣланнымъ,
не другимъ спеціалис-
томъ, въ дѣлѣ
не могу замолчать
Ваше великодушіе.

Письмо к О. В. Струве о премиях Шуберта
(автограф, публикуется впервые).

Водород мне и
взвешенного веса в
колонн, где, там
возле, в самом
состоянии от него
это надо в пред-
сказанном состоянии на-
мне отделить (20^{го}
Девятая), и при
своем весе не
более необходимо, что
по окислению его през-
дательная доля в
жидкой комиссии
по приращению

Шуберта. Сами
сего разумеется;
его издательство
комиссии согласно
Вашему желанию
будет перенесено на
другое время, если я
получу от вас из-
дательство: Козок
дев и козкой зем
ные вхождение диз
свз необходимо фдс
тавими.

Кроме этого
выражение в нем
оно имеет значение
сердечно одобряет
Ваше и то что

круга, делении угла на три части, «отнеся их к своего рода мании, не поддающейся воздействию разумных доводов». Приближенное же решение таких задач вполне возможно, и «они могут быть предметом строго научных изысканий»*.

С другой стороны, изобретения и открытия, заслуживающие внимания, неизменно пользовались поддержкой Чебышева. Так, еще в 1876 году вместе с Буняковским и Шренком Чебышев дал положительную оценку изобретенному Ливчаком стереографу. Стереограф испытывался в типографии, и комиссия признала, что машина Ливчака может оказать весьма важную услугу типографскому делу.

В соответствии с положительным отзывом П. Л. Чебышева на сочинение капитана П. Шиффа под заглавием «Опыт приложения теории упругости к изучению действия выстрела на лафет» заседание физико-математического отделения академии постановило напечатать это исследование в «Ученых записках».

При активном участии Чебышева комиссия изучила изобретения П. Зарубина. Все шесть его инструментов, предназначенных для решения практических задач по межеванию земель, получили лестный отзыв; в нем, в частности, подчеркнуто практическое значение приложений геометрии: «Между различными приложениями геометрии в общежитии межевание, бесспорно, занимает первое место; самое название ее свидетельствует, что первоначальным ее назначением было исключительно землемерие»**. Подробно разобрав достоинства инструментов Зарубина, комиссия заключила, что их применение значительно облегчает работу по составлению планов и измерению площадей, и поэтому постановила «по строгой справедливости ходатайствовать о поощрении изобретений» вручением Демидовской премии.

В уставе академии было записано, что она является «первенствующим ученым сословием». Состав академии имел строгие ограничения. Вначале все ученое сословие насчитывало 11 человек. С 1841 года для орди-

* ЦГИА, фонд 733, оп. 193, ед. хр. 564, л. 263 (оборот).

** Чебышев П. Л. Полн. собр. соч. в 5-ти т. М.—Л., 1944—1951, т. 5, с. 307.

нарных академиков предоставлялось 37 мест. В таких условиях замещение каждой вакансии выливалось в важную и часто принципиальную проблему. Все ученые, входившие в первоначальный состав академий, были приглашены из-за границы, тогда не представлялось иного выхода. Но к середине XIX столетия положение коренным образом изменилось. Не только в Петербурге и в Москве, но и в других университетских городах трудились видные русские ученые, вносящие ценный вклад в отечественную и мировую науку. В академии же благодаря поддержке царского правительства неправомерно сохранялось значительное влияние иностранцев. Такое положение не могло не вызвать протеста со стороны передовых русских ученых, прогрессивных кругов интеллигенции России.

Пафнутий Львович Чебышев поддерживал деловые и научные контакты со многими учеными Запада. При его активном содействии членами-корреспондентами Петербургской академии наук были избраны Вейерштрасс, Адамс, Кронекер, Сильвестр и другие математики. Но при выборе действительных членов академии он отстаивал предложения о пополнении ее русскими учеными.

В шутку про Чебышева говорили, что в академии он может сделать дождь и в сухую погоду. Хотя эта шутка и отражала действительное положение дел, но и его авторитета не всегда хватало для преодоления косности и консерватизма известной части «первенствующего ученого сословия».

Острое столкновение в среде ученых произошло из-за предложения Чебышева и его коллег избрать в ординарные академики Дмитрия Ивановича Менделеева, выдающегося химика, общественного деятеля, автора периодической системы элементов.

Провал кандидатуры Менделеева, известного своей прогрессивной деятельностью, и выборы в академики иностранца, даже не знавшего русского языка, знаменовали собой победу так называемой «немецкой партии», возглавляемой не переменным секретарем Академии К. С. Веселовским, типичным царедворцем. Противоборство в академии прогрессивной «русской партии» и реакционно-верноподданнической «немецкой» взволновали не только ученый мир, но и привлекли

внимание широкой общественности. Важно отметить, что и в этом случае Пафнутий Львович выступал на стороне передового направления, в качестве горячего защитника чести русской науки и русских ученых.

И в дальнейшем П. Л. Чебышеву неоднократно приходилось выступать против реакционных традиций, которые поддерживались царским правительством, ставшим тормозом на пути прогресса. Так, Чебышев принял горячее участие в судьбе знаменитой русской женщины Софьи Васильевны Ковалевской, доктора математики, профессора Стокгольмского университета, прославившейся своими научными изысканиями.

Постоянно мечтая о жизни и работе на родине и для России, С. В. Ковалевская провела большую часть своей сознательной жизни в Западной Европе, где она завершила образование, приобрела известность и получила несколько премий за блестящие математические исследования. В России же она не могла найти применение своему таланту и знаниям в силу реакционных законов, запрещавших женщине занимать кафедру в университете.

Будучи лично знаком с Софьей Васильевной, Чебышев вел с ней переписку, следил за ее успехами в науке и убедительно рекомендовал не оставлять занятия математикой. Затем он принял активное участие в деле избрания С. В. Ковалевской в члены-корреспонденты Российской академии наук. В письме академику О. Б. Струве от 16 октября 1889 года Пафнутий Львович напоминает, что одна вакансия члена-корреспондента, оставшаяся после смерти «корреспондента по части математики А. В. Летникова»*, еще не занята. Представление об избрании С. В. Ковалевской, кроме Чебышева, подписали В. Г. Имшенецкий и В. Я. Буняковский, вице-президент Академии. Таким образом, подготовка к ее избранию была проведена обстоятельная и не без основания. Ведь до рассмотрения конкретного вопроса об избрании академики должны были решить более общий вопрос — о возможности допуска в академию лиц женского пола. Как известно, за более чем вековую к тому времени историю Академии наук в ее стенах появлялась лишь одна женщина. Это была назначенная Ека-

* Архив Академии наук СССР, ф. 235, оп. 1, ед. хр. 656, л. 2.

териной Второй на должность президента Академии замечательная женщина той эпохи Екатерина Романовна Дашкова.

Все формальные и фактические трудности были преодолены, и избрание С. В. Ковалевской в члены-корреспонденты Академии наук состоялось 7 (19) ноября 1889 года. Извещение о столь важном и необычайном решении Ковалевская получила от Чебышева: «Наша Академия наук только что избрала Вас членом-корреспондентом, допустив этим нововведение, которому не было до сих пор прецедента. Я очень счастлив видеть исполненным одно из моих самых пламенных и справедливых желаний»*.

Пафнутий Львович Чебышев, много лет связанный с Академией наук, достойно выполнял свои обязанности, и его имя заслуженно упоминается в числе выдающихся членов высшего научного учреждения страны.

П. Л. ЧЕБЫШЕВ И РАЗВИТИЕ Артиллерийской науки в России

Одним из ярких проявлений осуществления теснейшей связи теории с практикой, между теоретическими изысканиями, вызванными необходимостью решения поставленных жизнью конкретных задач и созданием новых методов для решения этих задач, является деятельность Чебышева, направленная на усовершенствование и развитие военной науки в России, чему он уделял внимание практически на протяжении всей своей творческой жизни.

Применение точных методов математического анализа и теории вероятностей к решению практических весьма сложных задач внутренней и внешней баллистики составили тот вклад П. Л. Чебышева в развитии отечественной военной науки, который помог русской артиллерии занять в конце прошлого столетия одно из ведущих мест среди других европейских стран.

Первая кафедра баллистики в Артиллерийском училище была основана профессором Петербургского университета Э. А. Анкудовичем. Им же был издан в 1835

* История отечественной математики. Киев, 1967, т. 2, с. 293.

**ВРЕМЕННОЙ
АРТИЛЛЕРИЙСКИЙ КОМИТЕТЪ.**

14 Декабря 1861 года.

№1521

Санкт-Петербург.

Санкт-Петербургъ.
Отвѣтъ на № 7405 о на-
прида въ статскомъ совѣт-
никъ Подольскъ.

Во Всесоюзном Народном
просвещении.

На основании Депутата
та от 13-го Декабря г. 74.
имело место следующее, что
со стороны Архиперийскаго
Комитета, на сего предложе-
ния къ императору Александру
второму Императоръ Императоръ
Свѣтислава Свѣтислава не стал
ко мнѣти оуспѣшности, но
Комитетъ покорнейше проситъ
свѣдѣнія Депутата отъ
Императора Императоръ Императоръ
Свѣтислава Свѣтислава
Свѣтислава да отъ него убо
нужно и нежелательно оуспѣ-
ху его при Архиперий-
скомъ Комитетѣ.

Полномочия Председателя Комитета Митчелсона
Радных и скранных отставных Митчелсона Св.
Ротарь Марушка Копельниковъ.

Отношение Временного артиллерийского комитета с отзывом
о работе П. Л. Чебышева в Комитете (публикуется впервые).

году первый на русском языке систематический и достаточно полный курс баллистики. Учеником Анкудовича был талантливый ученый-артиллерист Николай Владимирович Маиевский.

В начале XIX века перед артиллеристами уже ставились такие вопросы, как разработка теории о движении снаряда в воздухе, вращательном движении, влиянии вращения земли на полет снаряда и т. д.

В России для научной разработки вопросов внутренней и внешней баллистики и решения других задач артиллерии в начале столетия (в 1812 году) в Петербурге был создан Военно-ученый комитет. В состав Артиллерийского отделения Военно-ученого комитета вместо заболевшего Э. А. Анкудовича в декабре 1855 года был назначен профессор математики Петербургского университета П. Л. Чебышев.

Согласие П. Л. Чебышева уделить военной науке часть своего времени и последовавшее за этим назначение нельзя считать случайным.

Задолго до начала работы в Военном ведомстве, еще в 1852 году, во время своей первой заграничной командировки, наряду с обследованием различных производств, он упоминает в своем отчете о посещении им во Франции пушечно-литейного завода в Руэле и оружейного завода в Шательро.

Каково же участие Чебышева в разработке вопросов, связанных с теорией военного дела?

Опыт Крымской войны 1854—1856 годов показал неэффективность артиллерийской стрельбы сферическими ядрами, которые, в частности, оказались неспособными пробивать металлическую броню. Пафнутию Львовичу, как члену Артиллерийского отделения Военно-ученого комитета, было поручено изыскание наилучшей формы и исследование устойчивости и дальности цилиндрико-конических снарядов к обыкновенным гладкоствольным пушкам 60-фунтового калибра, бывшим на вооружении русской крепостной артиллерии.

Теоретическое исследование цилиндрико-конических снарядов, спроектированных на основании точных математических расчетов их оптимальной формы, обеспечивающей наибольшую возможную устойчивость в полете, и практические испытания показали, что эффек-

тивное использование продолговатых снарядов невозможно без перехода к орудиям с нарезными стволами, обеспечивающими вращение снаряда в полете.

Большое число сохранившихся до наших дней документов (журналов Военно-ученого комитета) посвящено подробному обсуждению теоретических и практических мероприятий, направленных на переделку гладкоствольных орудий в нарезные, последующее укрепление стволов путем оббива их железными прутьями, использование скрепляющих колец и т. п. Из фотокопии заглавного листа одного из таких журналов, датированного 7 сентября 1860 года, можно усмотреть, что в этом документе рассматривается вопрос об обращении в нарезные гладкоствольных 24-фунтовых пушек и оббивке стволов железными прутьями. К журналу приложены чертежи продолговатого пустотелого снаряда к этой пушке.

Успехи исследовательских работ, проводимых Артиллерийским отделением Военно-ученого комитета, были настолько ощутимы, что уже в 1859 году было возбуждено ходатайство о награждении П. Л. Чебышева орденом за работы в Комитете, сформулированное в междуведомственной переписке следующим образом: «...за отлично усердные и весьма полезные независимо от прямой по должности в Академии обязанности, труды по математическим изысканиям в Артиллерийском комитете в продолжение четырех лет, весьма много способствовавшие к разрешению вопросов о нарезных орудиях и продолговатых снарядах»*.

Практически за те 12 лет, в течение которых П. Л. Чебышев работал непосредственно в Артиллерийском комитете, русская артиллерийская наука достигла значительных успехов. В частности, была разработана теория стрельбы на основе использования теории вероятностей, применены математические методы к составлению таблиц стрельбы и решены другие задачи внешней баллистики, основанные на работах Чебышева по интерполированию и определению средних величин. В докладной записке «О гражданских членах Временного Артиллерийского Комитета», датированной 1863 го-

* Прудников В. Е. Пафнутий Львович Чебышев. М., Учпедгиз, 1950, с. 125.

дом*, дается весьма высокая оценка работы Пафнутия Львовича и отмечается огромное значение точных наук. Без них невозможно было бы рациональное разрешение практических задач современной артиллерии. В записке говорится: «Для облегчения составления таблиц стрельбы по данным, полученным из опытов, г. Чебышев нарочно для Комитета составил свои знаменитые в Европе формулы интерполирования, чрезвычайно упрощающие работу вычисления и тем не менее дающие весьма точные результаты. В будущем помощь г. Чебышева Артиллерийскому ведомству остается необходимой».

В 1867 году П. Л. Чебышев вышел из состава Артиллерийского комитета, однако связь его с военными организациями и военными специалистами того времени не прерывалась. До конца своей жизни он состоял совещательным членом Технического комитета Главного артиллерийского управления, был привлечен к постановке рациональной системы обучения математическим наукам в Артиллерийской академии.

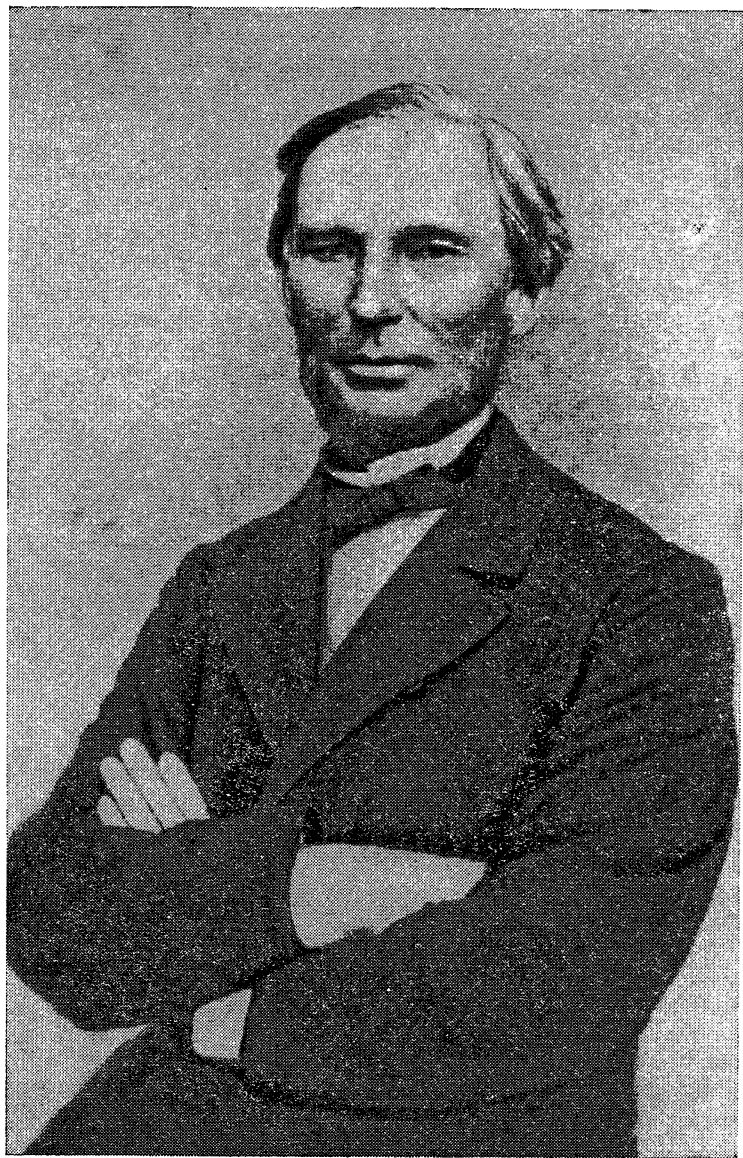
В 1867 году П. Л. Чебышевым была предложена формула для вычисления дальности полета снаряда, опубликованная в 1869 году в «Артиллерийском журнале».

В 1869 году состоялся 2-й съезд русских естествоиспытателей и врачей, в числе организаторов которого были П. Л. Чебышев и Д. И. Менделеев. На этом съезде Н. В. Маиевским было доложено о неудовлетворительности формулы французского генерала Дидиона для определения сопротивления воздуха при полете сферических снарядов. Была предложена учитывающая плотность воздуха формула, известная в баллистике как формула Чебышева — Маиевского.

В курсе внешней баллистики Н. В. Маиевского (1870 г.) широко используются работы П. Л. Чебышева по теории вероятностей, средним величинам и методам интерполирования.

В 1870 году в день 50-летия Артиллерийской академии и Училища Пафнутий Львович был избран конференцией этой академии ее почетным членом за его

* Архив ВИМАИВС, фонд ГАУ, Военно-ученый комитет, 1863, 390, с. 48.



П. Л. Чебышев в годы работы в артиллерийском комитете (1855—1867).

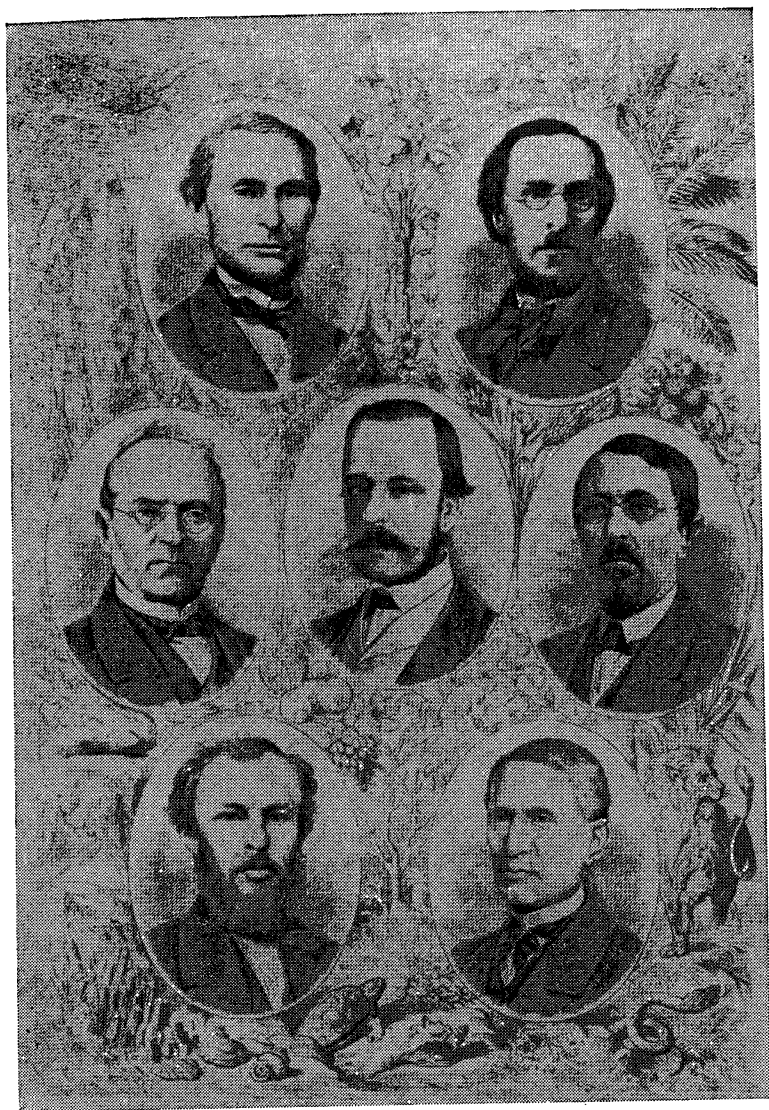
знания и советы, которые принесли особую пользу при разработке с помощью математического анализа трудных вопросов артиллерийской теории.

В экспозиции Ленинградского музея артиллерии приведены материалы, характеризующие П. Л. Чебышева как создателя теории механизмов, являющихся основой для конструирования различных приборов в артиллерии, отмечается также разработка методов интерполирования, которые используются и в настоящее время при обработке опытных данных. Для решения сложных вопросов внутренней и внешней баллистики, разработки и исследования цилиндроконических снарядов и других задач артиллерии ученый применил точные методы математического анализа. Таким образом на рубеже XIX и XX столетий в дело укрепления обороноспособности России вложил свою долю русский ученый и патриот Пафнутий Львович Чебышев, труды которого советская военная наука использует по настоящее время.

ПРОСВЕТИТЕЛЬСКАЯ И ОБЩЕСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ П. Л. ЧЕБЫШЕВА

Пафнутий Львович Чебышев, обогативший мировую науку рядом величайших открытий во многих областях исследования и посветивший 35 лет педагогическому труду, принимал также активное участие в просветительской и общественно-научной деятельности.

Общественно-просветительская деятельность Чебышева, подобно научной и педагогической, несет на себе яркий отпечаток передового демократического движения, развернувшегося в России в 40—60-х годах прошлого столетия. Работа ученого в Академии наук и в университете, выполнение обязанностей члена Ученого комитета Министерства народного просвещения и члена попечительного совета Петербургского учебного округа, сотрудничество в Артиллерийском комитете, помощь в распространении математических знаний и участие в организации научных обществ и съездов — вся эта деятельность в целом носила прогрессивный характер.



Организаторы второго съезда естествоиспытателей и врачей:
проф. П. Л. Чебышев, проф. Н. П. Вагнер, председатель съезда
проф. Г. Е. Шуровский, министр народного просвещения граф
Д. А. Толстой, товарищ председателя съезда проф. К. О. Кесслер,
проф. Д. И. Менделеев, проф. К. М. Феофилакт.

Важную составную часть демократического движения в русском обществе середины XIX столетия представляла, в частности, борьба за реформу системы народного образования, чтобы сделать школу общедоступной, а ее программы и способы преподавания приблизить к уровню требований растущей экономики и активно развивающейся передовой общественной мысли. Промышленность нуждалась в элементарно грамотных работниках, и царское правительство не могло не считаться с предложениями о реформе школы. Однако, прибегая к политике выжидания и лавирования, правительство пошло лишь на частичные уступки прогрессивным требованиям.

При Министерстве народного просвещения был учрежден в качестве совещательного органа Ученый комитет. Предполагалось, что ему будут представлены широкие полномочия по руководству педагогической и учебной частью русской школы. В состав Ученого комитета Министерства народного просвещения вошли известные русские ученые — академик И. И. Срезневский — по русской словесности, И. А. Вышнеградский — по истории и географии, химик Фишер, членом Комитета по математическим наукам был утвержден адъюнкт П. Л. Чебышев.

Ученый комитет декларировал свою готовность провести в жизнь важные демократические идеи: обеспечить максимальную доступность начального образования, создать бессословную школу, связанную с обществом, добиться улучшения постановки преподавания ряда учебных предметов, выполнить требование педагогов-гуманистов о воспитании в юношестве всех умственных, нравственных и физических качеств, необходимых человеку. В качестве члена Ученого комитета Министерства народного просвещения П. Л. Чебышев должен был участвовать в разработке и рассмотрении уставов и программ низших и средних училищ, рецензировать учебные книги по математике и находить способы удовлетворять потребности школ в учебниках, делать заключения об особенно полезных или недоброкачественных книгах физико-математического содержания, рекомендовать книги по математике для учебных заведений России. Кроме того, он занимался вопросами, связанными с организацией институтов и

реорганизацией физико-математических факультетов в университетах.

В первом же документе, представленном Ученому комитету, П. Л. Чебышев высказывает свои соображения о реальных курсах при уездных училищах. Признавая их верным средством побудить массы народа к любознательности и борьбе с отсталостью и рутиной, Чебышев предлагает: «Избирать для чтений предметы из той сферы практической деятельности, которая в нашем отечестве может быть значительно улучшена введением приемов более совершенных... Согласно с этим все механические и химические производства, которых развитие или усовершенствование у местных жителей обещает особенные выгоды, могут быть с успехом предметом реальных чтений при уездных училищах. Точно так же все, что обещает улучшения в сельском хозяйстве, может с пользою преподаваться при уездных училищах»*.

Особенно рекомендует Чебышев сообщение полезных сведений по медицине, преподавать которые могли бы городские врачи. Для преподавания других предметов, по мнению автора записки, необходимо готовить преподавателей — специалистов по различным отраслям сельского хозяйства и по техническим производствам.

Изучение математики в уездных училищах, по мнению Чебышева, должно было состоять не только в понимании правил и формул, но и в умении пользоваться ими для практических целей. В объяснении к проекту программы по математике для уездных училищ Чебышев указывает на необходимость по возможности больше упражнять учащихся в решении задач на бумаге и в уме, употреблять счеты, решать геометрические задачи черчением и вычислением, соединять изучение геометрии с непосредственным показом в поле приемов землемерия, знание которых особенно важно в жизни.

Особенно активно в педагогических кругах, в литературно-общественных журналах обсуждался вопрос о путях развития средней школы-гимназии. В первую очередь шли споры о том, какие предметы подлежат

* Чебышев П. Л. Полн. собр. соч. в 5-ти т. М.—Л., 1944—1951, т. 5, с. 318.

включению в учебный план гимназии, каково должно быть содержание каждого предмета гимназического курса. Чебышев выступил со своим обоснованным мнением по этим проблемам.

Он считал, что преподавание математики в средней общеобразовательной школе, кроме подготовки к специальным занятиям физико-математическими науками, преследует цель сообщения сведений, необходимых для всякого образованного человека и для развития умственных способностей. Последние две задачи по предложению Чебышева должны осуществляться путем изучения арифметики, элементарного курса алгебры и геометрии в тесной связи с практической жизнью.

Для более глубокого изучения физико-математических наук Чебышев предложил в старших классах гимназии изучать более сложные разделы алгебры, плоскую и сферическую тригонометрию, аналитическую и начертательную геометрию, математическую географию и космографию, оптику и механику, знакомить учащихся с некоторыми наиболее важными понятиями высшей математики (функции и их производные, разложение функций в ряды, способ линейного приближения).

Чебышев выступает против сообщения сведений по математике без строгих научных доказательств. В начальных классах, где нельзя провести доказательства со всей строгостью, он рекомендует давать такие объяснения, которые могли бы выяснить сущность вопроса.

Для достижения таких обширных целей преподавания математики необходимо было увеличить количество учебных часов на этот предмет, что, по мнению Чебышева и некоторых других членов Комитета, можно было бы сделать за счет уменьшения часов на древние языки и увеличения срока обучения в гимназии до восьми лет. Проект Чебышева не был принят. Однако сам факт существования проекта, шестилетнее обсуждение его в общественных и в учительских кругах оказали влияние на поднятие уровня преподавания математики в гимназиях, а в 1873 году предложенный Чебышевым план с некоторыми изменениями и сокращениями был положен в основу программы по математике для так называемых реальных училищ. Большой интерес представляют предложения П. Л. Чебышева, направленные на решение проблем учительских кадров.

На основании его доклада Ученый комитет вынес решение изменить порядок испытаний на звание учителя математики уездного училища, сократив общее число экзаменов по этому предмету. Новый порядок облегчал возможность получить это звание выходцам из беднейших слоев населения, благодаря чему низшие школы обеспечивались кадрами учителей, куда очень редко шли работать воспитанники гимназий.

Важное значение для общественной жизни России, в частности для народного образования, имело предложение П. Л. Чебышева о допущении женщин к занятию должности учителя. Это предложение, выражавшее высокое чувство справедливости по отношению к положению русской женщины, дало им возможность принять большое участие в воспитании и образовании русской молодежи.

В качестве члена Ученого комитета П. Л. Чебышев рассмотрел свыше 200 книг, в той или иной степени предназначавшихся авторами для школ. Чебышев не без основания считал, что от качества учебника будет в значительной степени зависеть успех преподавания математики. Поэтому он много внимания уделял подбору учебников и учебных пособий для школ. В отзывах на рецензируемые книги Чебышев высказал ряд ценных методических замечаний, направленных в первую очередь против нестрогости изложения и формального усвоения знаний по математике.

П. Л. Чебышев стремился направить преподавание элементарной математики в школах по единому руслу, сгладить резкие противоречия между различными методическими направлениями, которые отражали протест против откровенно реакционной правительственной политики в области народного образования. Чебышеву удалось объединить около себя выдающихся педагогов-математиков того времени, которые не требовали коренной ломки методов преподавания школьного курса математики, а, стремясь к улучшению математического образования, с должным уважением относились к лучшим традициям отечественной методики.

Многие из вышеизложенных основных взглядов Чебышева на преподавание элементарной математики прочно вошли в обиход нашей школы.

Предложение Чебышева о включении в программу

общеобразовательной средней школы элементов высшей математики было частично реализовано в программах реальных училищ. Некоторые разделы математического анализа включены в программу и учебники нашей средней школы.

До настоящего времени особый интерес представляют высказывания П. Л. Чебышева о повышении научного уровня преподавания математики, о применении математических знаний на практике, а также об ознакомлении учащихся с промышленностью и сельскохозяйственным производством.

Педагогическое наследие П. Л. Чебышева, опубликованное частично в последнем собрании сочинений ученого, в наши дни является предметом тщательного изучения.

В числе мер, способствующих распространению математических знаний, Чебышев большое значение придавал изданию популярного математического журнала, который мог бы заинтересовать и привлечь к занятиям математической наукой более широкие круги ее почитателей. Между прочим, в развитых европейских странах в то время уже имелись журналы, специально посвященные математике и ее применению.

Подготовку издания математического журнала принял в 1860 году Матвей Матвеевич Гусев, помощник директора Виленской обсерватории. В числе сотрудников этого журнала, выходившего под названием «Вестник математических наук», были известные ученые: Бугаев, Ващенко-Захарченко, Савич, Брашман, а также педагоги Жбиковский, Износков и другие. П. Л. Чебышев тоже откликнулся на приглашение издателя и представил в журнал статью «О преобразовании суставчатого параллелограмма».

Чтобы оказать поддержку новому делу, Чебышев в официальном «Журнале Министерства народного просвещения» напечатал отзыв о «Вестнике», где приветствовал выход в России специального математического журнала. Несколько расплывчатая программа «Вестника» благодаря отзыву Чебышева получила более отчетливое направление. Как подчеркнул рецензент, главной задачей популярного издания должно быть воспитание у молодежи интереса и способностей к самостоятельному научному творчеству. Это положение находит свое

выражение в научно-популярной литературе по математике и в наши дни.

К сожалению, одной лишь моральной поддержки журнала оказалось недостаточно. Материальные затруднения и неблагоприятная политическая обстановка на западе России привели к закрытию «Вестника математических наук». Задачу популяризации математических знаний через несколько лет взял на себя «Математический сборник», орган Московского математического общества.

Проявляя гражданское мужество в этих условиях, математик с мировым именем и авторитетный член Ученого комитета Министерства народного просвещения П. Л. Чебышев официально выступил в поддержку организации в 1864 году Московского математического общества и создания первого, математического журнала «Математический сборник». В докладе Комитету по поводу проекта устава общества, представленного группой московских математиков в 1866 году, он писал: «В настоящее время мы имеем ученые общества по многим наукам, но до сих пор у нас нет математического общества. До какой степени велика потребность в таком обществе и как много можно надеяться на успех его, ясно видно из представленного г. Министру народного просвещения «Математического сборника», в котором заключается только часть того, что в прошлом году было прочтено на вечерах у покойного члена-корреспондента Академии наук, заслуженного профессора Брашмана»*. Чебышев убедительно доказывал в Ученом комитете необходимость существования Московского математического общества: «Кроме высокого значения математики в деле общего образования и пользы ее практических применений, эта наука для нас, русских, представляет особенный интерес: это — наука, к которой, по отзыву иностранных ученых и по истории образования в нашем отечестве, мы, русские, имеем особое призвание, и по этой науке, в большей или меньшей степени, мы можем состязаться с иностранцами. Такому состязанию в деле науки, лестному для национальной гордости, нельзя отказать в пособии»**.

* Чебышев П. Л. Полн. собр. соч. в 5-ти т. М.—Л., 1944—1951, т. 5, с. 400.

** Там же, с. 401.

Министр Д. Толстой дипломатично отклонил просьбу о материальной помощи математическому обществу, ссылаясь на то, что государственное казначейство не сможет предоставлять в его распоряжение нужной суммы. Однако проект устава общества 24 января 1867 года был утвержден царем.

Ученый комитет добился у Министерства народного просвещения предложенной Чебышевым ежегодной субсидии обществу в сумме 500 рублей и права бесплатной пересылки по почте «Математического сборника». Кроме того, опять-таки при содействии Чебышева «Математический сборник» был рекомендован Министерством для школьных библиотек в качестве учебного пособия, чем обеспечивалось распространение журнала и укреплялась его материальная база. П. Л. Чебышев и сам принимал активное участие в работе общества. Став одним из первых его членов, он выступал с докладами и печатал свои статьи в «Математическом сборнике». Важно отметить, что в этом журнале был специальный раздел элементарной математики. В нем были напечатаны такие, например, статьи: «Математика, как оружие научное и педагогическое» (Н. В. Бугаева), «Единство мер и весов» (А. Ю. Давидова), «О теории параллельных линий Н. И. Лобачевского» (А. Ю. Летникова). Журнал содержал также и задачи для решения.

Одной из важных форм объединения широкого круга ученых являлись научные съезды. В Западной Европе они начали свою деятельность в первой четверти XIX столетия. Передовые русские ученые смогли добиться разрешения от царского правительства на организацию подобного съезда лишь спустя полстолетия.

Первый Всероссийский съезд естествоиспытателей и врачей состоялся в январе 1868 года в Петербурге. П. Л. Чебышев был деятельным его участником, как и нескольких последующих съездов естествоиспытателей, где выступал с докладами, демонстрировал сконструированные им механизмы, участвовал в обсуждении докладов и сообщений. Непосредственное общение участников съездов с великим ученым благотворно сказывалось на их дальнейшей научной работе.

Следует подчеркнуть активную деятельность П. Л. Чебышева по привлечению к участию в съездах талантливых ученых, в частности С. В. Ковалевской. Акаде-

мик П. Я. Полубаринова-Кочина писала: «В самом конце 1879 года в Петербурге состоялся съезд естествоиспытателей и врачей, на котором была и математическая секция. П. Л. Чебышев предложил Софье Васильевне сделать доклад на этой секции. Ее дочке в это время шел еще только второй год. Над головой Ковалевских висела угроза банкротства. Однако Софья Васильевна встрепенулась. Она в одну ночь подготовила к докладу свою работу об абелевых интегралах и выступила с успехом на съезде: она снова показала, что «была рождена математиком»*.

Проявляя рвение к процветанию отечественных наук, П. Л. Чебышев уделял значительное внимание поиску одаренных людей, способных сказать свое новое слово в науке.

Об этой же черте в характере П. Л. Чебышева свидетельствует и участие, которое принял великий ученый в работе математика-самоучки И. М. Первушина.

Священник из Перми И. М. Первушин проделал титаническую работу по вычислению так называемых совершенных чисел. Совершив подлинный научный подвиг, он доказал, что число 2 305 843 009 213 693 951 простое, и нашел соответствующее ему совершенное число $2\,305\,843\,009\,213\,693\,951 \cdot 2^{60}$.

П. Л. Чебышев в своих лекциях по теории чисел часто называл имя Первушина, неизменно давал высокую оценку его работам, что служило моральной поддержкой и стимулом к дальнейшим научным изысканиям для провинциального ученого.

В некоторых случаях Пафнутий Львович брал на себя даже заботу о материальной помощи. Так, в числе друзей, оказавших поддержку изобретателю самолета А. М. Можайскому, после того как комиссия, возглавляемая генералом Паукером, отказала ему в средствах на постройку летательного аппарата, был и П. Л. Чебышев.

В работах, посвященных жизнеописанию П. Л. Чебышева, ни разу не затрагивался вопрос об отношении его к низшим классам современного ему общества, в частности к крестьянству. Между тем невыносимая судьба крестьян-рабов не могла не волновать умы передовой

* Сборник памяти С. В. Ковалевской. М., 1951, с. 26.

интеллигенции прошлого века, в период, предшествовавший крестьянской реформе 1861 года. Известно, что в период крестьянских волнений в Тульской губернии в царствование императора Павла не обнаружено жалоб на жестокое обращение с крестьянами тульских помещиков Чебышевых.

Однако из сохранившихся архивных документов можно составить некоторое представление об отношении к крестьянству самого Пафнутия Львовича. Так, например, из междуведомственной переписки можно узнать, что еще в 1858 году Пафнутий Львович изъявил желание принять участие в собраниях, где обсуждалось предложение об улучшении и устройстве быта крестьян, для чего выезжал в Тульскую губернию на 28 дней сверх отпуска, о чем была сделана соответствующая отметка в его послужном списке. Собственноручно написанное Чебышевым заявление по этому поводу хранится в его личном деле*.

Из текста сохранившихся в Калужском областном архиве грамот деревень Никитинской и Скуратово**, принадлежавших при жизни Пафнутию Львовичу, следует, что они составлены по обоюдному соглашению с крестьянами и по ним подушный надел землей после «освобождения» оставлен в прежних размерах, близких к максимальному, установленному для Калужской губернии. Протестов и недовольства крестьян при составлении уставных грамот не было. Можно отметить также, что дореформенный оброк, взимаемый с крестьян деревни Скуратово, был близок к минимальному по Боровскому уезду — 45 руб. ассигн. с тягла в год (зафиксирован минимум 40 руб. и максимум 100 руб. с тягла в год). На этом примере можно видеть явно компромиссный подход Чебышева к решению важного вопроса современного ему классового общества. Здесь уместно вообще сказать также об общественно-философских взглядах большого ученого.

В научном творчестве П. Л. Чебышев стоял на позициях стихийного, естественнонаучного материализма. Ограниченность этого мировоззрения, сама принадлежность Чебышева к дворянству — основной опоре цариз-

* См.: Архив ЛГИА, ф. 14, оп. 1, д. 4818, л. 209.

** См.: Калужский областной архив, ф. 30, оп. 2, д. 1920, 1923.

ма мешали ему понять основные противоречия российской действительности и, следовательно, искать пути их радикального разрешения.

Вместе с тем П. Л. Чебышев не был слепым прислужником царского правительства. В частности, из письма Н. В. Ханыкова можно понять, что П. Л. Чебышев совсем не был удовлетворен существующими порядками, особенно по отношению к науке и ее представителям, и желал такого общественного устройства, при котором ученые могли бы играть достойную роль.

В педагогической работе, в обширной общественной и просветительской деятельности Пафнутий Львович Чебышев неизменно руководствовался интересами широкого распространения образования, продвижения в массы научных знаний, развития культуры в России. Он и сам был и навсегда остается одним из самых ярких представителей русской науки и культуры.

П. Л. ЧЕБЫШЕВ — ЧЕЛОВЕК И УЧЕНЫЙ

Личная жизнь П. Л. Чебышева не была богата яркими событиями, крутыми поворотами судьбы. Он целиком отдавался многообразной научной и педагогической деятельности. Часто он уединялся для того, чтобы провести оставшееся от научных занятий время за чтением книг.

Испытав в студенческие годы и первое время в Петербурге материальную нужду, П. Л. Чебышев на всю жизнь сохранил привычку к бережливости. Расходы на бытовые потребности он строго ограничивал. Пафнутий Львович не имел собственной семьи и, оставшись холостяком, держал для ведения домашнего хозяйства прислугу. Обслуживал себя сам, лакеев и камердинера у него не было. При всем этом заметное место в расходах ученого занимали затраты на изготовление различных моделей его изобретений.

Пафнутий Львович занимал квартиру в жилом доме Академии наук. Этот дом строгой архитектуры нетрудно и сейчас отыскать на углу набережной лейтенанта Шмидта и 7-й линии Васильевского острова недалеко от здания Ленинградского университета. Здесь жили многие великие ученые нашей страны, о чем напомина-

ют мемориальные доски, укрепленные с двух сторон вдоль первого этажа. Одна из досок посвящена П. Л. Чебышеву, основателю русской школы теории чисел, теории вероятностей, теории механизмов и теории функций.

Квартира состояла из семи комнат. Четыре приемные комнаты были обставлены прекрасной мебелью, которая перешла к Пафнутию Львовичу после смерти брата Николая Львовича, большого любителя пожить на широкую ногу. Одну комнату занимали две старушки, многие годы выполнявшие обязанности кухарки и горничной. Остальные две комнаты — столовая и спальня, в которых собственно жил Пафнутий Львович, были обставлены очень просто. Стены столовой занимали разнообразные рычажные конструкции и модели изобретений хозяина квартиры, изготовленные большей частью его собственными руками. В середине комнаты стоял простой обеденный стол и простые жесткие стулья. Убранство столовой довершал небольшой без украшений буфет.

В спальне стояла железная кровать с мочальным матрасом, накрытая скромным одеялом, шкаф для платья, комод для белья, над ним небольшое зеркало. На одной из стен спальни висел большой портрет Льва Павловича, выполненный масляными красками, а над постелью находились два небольших рисунка пером в простых деревянных рамках. На одном рисунке изображен отец ученого, дающий распоряжения дворецкому, на другом, в несколько сатирическом духе, Лев Павлович показан с чубуком в руках во время беседы с местным кулачком, который мог, по словам Пафнутия Львовича, в трудную минуту оказать барину денежную поддержку, разумеется за приличные проценты.

Пафнутий Львович отличался большим радушием и хлебосольством. Всех приходящих к нему родственников и друзей он неизменно оставлял обедать, заранее предупреждая об этом, как только посетитель входил в кабинет. Тут же вызывал прислугу, давал ей короткое распоряжение: «Мы будем обедать». Что делать дальше, пояснять не требовалось. Специальных парадных обедов в доме не устраивалось, вина за столом не было. Сам хозяин не курил, поэтому, насколько известно, никто не курил в его кабинете. После обеда Пафну-

тий Львович обычно ложился отдохнуть в спальне, а если гостем был племянник (оставивший эти воспоминания), то задавал ему задачу по механике или высшей алгебре.

Своего выезда Пафнутий Львович никогда не имел, ездил только на извозчиках и, по его собственным словам, всегда с ними торговался. Почти каждое лето на вакационное время он ездил к родным в Тульскую, Орловскую или Калужскую губернии. В личном деле сохранились заявления ученого о предоставлении ему разрешения на выезд из города, так как в то время уехать с основного места жительства можно было только при наличии специального письменного разрешения властей.

Из воспоминаний родственников можно получить сведения и о доброте Пафнутия Львовича, который помогал всем родным, оказавшимся в стесненных обстоятельствах. Заслуженная учительница Микулина Екатерина Дмитриевна, родная внучка Елизаветы Львовны Чебышевой-Тарасенковой, сообщает следующий факт. Когда маленькой Кате было около семи лет, умерла ее мать, оставив шестерых детей, последнего в грудном возрасте. Опекуном оставшихся сирот был назначен сын Елизаветы Львовны Петр Алексеевич, известный в семье своей добросовестностью и кристальной честностью. Средства же, необходимые для воспитания, были выделены Пафнутием Львовичем и назывались «пособие сиротам Микулиным». Опекуны смогли выполнить предсмертное пожелание матери и обеспечили осиротевшим детям получение образования.

В свою очередь родственники с уважением относились к Пафнутию Львовичу, старались создать ему условия для занятий, сохраняли вещи, которыми он пользовался. С. Д. Микулин в одном из писем сообщает о комнате, где находился ученый при посещении им родительского дома. «В летние месяцы 1908—1909 года мне пришлось жить в б. имении Чебышевых — Акатове. Я поселился в одной из комнат второго этажа. Говорили, что в этой именно комнате проживал Пафнутий Львович, наезжая в Акатово. На всякий случай опишу ее. Площадь комнаты 15 кв. м. Мебель (как утверждают, ею пользовался великий математик): простой (не письменный, а типа конторского или школьного) стол,

железная узкая кровать, этажерка с книгами. В этой комнате хранились вещи, принадлежавшие лично П. Л. Чебышеву: шляпа серая фетровая, палка и книги... А в первом этаже были неизмеримо более комфортабельные комнаты. Но, возможно, тут сказывалась скромность Пафнутия Львовича, желание жить более уединенно...»

Навещал Пафнутий Львович и родственников, проживавших в Москве. Здесь до сих пор хранятся письменный стол и кресло, которыми пользовался он, когда гостил в Москве у своей сестры Екатерины Львовны Лопатиной.

Кроме родственников, П. Л. Чебышев имел обширный круг знакомых, состоявший преимущественно из математиков — коллег по Академии наук и университету, а также видных иностранных ученых. Особенно дружеские отношения связывали его с академиком В. Я. Буняковским, оказавшим огромное влияние на судьбу Чебышева. У Буняковского Пафнутий Львович встречался с математиком А. В. Остроградским, которого очень уважал, хотя нередко вступал с ним в спор. Остроградский был связан с П. Л. Чебышевым и по некоторым служебным делам, а братьев Николая и Владимира хорошо знал по Артиллерийскому училищу. Он считал, что математические способности Николая Львовича острее, чем у старшего из Чебышевых.

Пафнутий Львович рассказывал, что Остроградский докладывал в Академии наук о двух вопросах по интегрированию, разрешенных юнкером училища Николаем Чебышевым. С академиком О. И. Сомовым, известным своей выдающейся эрудицией, П. Л. Чебышев делился своими математическими открытиями и планами.

В близких отношениях Пафнутий Львович находился с гениальным русским химиком Д. И. Менделеевым, нередко бывал у него, где встречался с видными учеными того времени. В письме Владимира Онуфриевича Ковалевского (известного естествоиспытателя, мужа С. В. Ковалевской), относящемся к 1874 году, есть такие строки: «В среду мы были приглашены на большой вечер к Менделееву и познакомились со всеми как математиками так и не математиками: было очень весело, много ссорились и кричали, и Софа спорила до

часу ночи с Чебышевым, Гадолиным, а я с Бутлеровым»*.

Известны дружеские отношения П. Л. Чебышева с русским ученым-этнографом, автором многих работ по истории и археологии Древнего Востока, организатором ряда географических экспедиций Николаем Владимировичем Ханыковым, членом-корреспондентом Академии наук. Ему, постоянно проживавшему во Франции, Пафнутий Львович доверял наблюдение за печатанием своих статей в заграничных журналах. В свою очередь Ханыков получал через Чебышева новинки отечественной литературы.

Пафнутий Львович отнюдь не чуждался дружеских встреч с другими академиками. А. В. Никитенко (академик с 1855 г.) в своем дневнике упоминает о вечере у министра просвещения (Норова А. С.), особо отмечая, что гости состояли не только из игроков в преферанс. На вечере присутствовали, в частности, Фишер, Буняковский, Чебышев. В записи от 11 января 1871 года Никитенко пишет: «Девять академиков, должно быть по числу муз, сегодня обедали у Донона (известный ресторан). Тут был и я, один среди естественников, и вступил в прение с П. Л. Чебышевым и К. С. Веселовским в защиту идеала»**. Из приведенной записи видно, что и Чебышев был участником характерных для интеллигенции того периода споров «об идеалах», о путях общественного развития России, о непоследовательности политики правительства в проведении либеральных реформ.

Из иностранных ученых теплые отношения Пафнутий Львович поддерживал с знаменитым французским математиком Шарлем Эрмитом. Последний, в свою очередь, дорожил знакомством с знаменитым русским математиком, которого считал одним из величайших математиков всех времен. Систематическую связь Чебышев имел с Бьенэме, Дарбу, Кронекером, Миттаг-Леффлером и другими выдающимися математиками Западной Европы. Переписка его с иностранными учеными, носит, как правило, чисто деловой характер, при личных же встречах беседы не ограничивались только

* Штрайх С. Я. Сестры Корвин-Круковские. М., 1934, с. 238.

** Никитенко А. В. Дневник. М., 1936, т. 3, с. 193.

научными проблемами, а могли относиться и к вопросам, весьма далеким от Евклида.

Весной 1893 года Пафнутий Львович заявил о своем намерении поехать летом в Париж. Осенью того же года поездка состоялась. По возвращении домой Чебышев, очень довольный оказанным ему в Париже приемом, много рассказывал о своих впечатлениях. Вместе с друзьями он посетил Conservatoire des Arts et Métiers, где давал подробные объяснения по своим конструкциям.

Вообще, можно заметить, что во взаимоотношениях с близкими и знакомыми Пафнутий Львович предпочитал личные встречи, взаимные беседы и недолголюбил переписку. Английский математик-инженер Сильвестр в одном из своих посланий Чебышеву писал: «Я знаю, что не отвечать на письма — Ваше правило»*.

Общаясь в академии, университете и Ученом комитете Министерства народного просвещения с передовыми умами России, П. Л. Чебышев хорошо разбирался в самых разнообразных вопросах своего времени, изучал философию, хорошо знал русскую и французскую литературу. Он скептически относился к порядкам в академии, в разговорах нередко отмечал их теневые стороны. Примыкая по своим взглядам к умеренно передовой интеллигенции, он осуждал также и наиболее архаические черты русской жизни.

Пафнутий Львович в совершенстве владел французским языком и не раз говорил, что свои научные мемуары он обдумывает по-французски, а затем находит русскую формулировку. Поэтому при разговорах на научные темы он часто переходил на французский язык. Русской речью, как разговорной, так и письменной, Пафнутий Львович владел в совершенстве. Его выступления и статьи отличаются глубиной мысли, образностью, четкостью построения. Он обладал особым талантом логики мышления. Старые юристы рассказывали, что лекции Чебышева по теории вероятностей систематически посещали многие студенты юридического факультета, чтобы поучиться логичности построения выводов и красочности оформления выступления.

* Чебышев П. Л. Полн. собр. соч. в 5-ти т. М.—Л., 1944—1951, т. 5, с. 449.

Пользуясь глубоким уважением в научном мире, получив высокие чины и имея приличные средства, Пафнутий Львович отличался исключительной скромностью. Ни одного юбилея своей научной деятельности он не праздновал, энергично отклонял всякие попытки почитателей и учеников отметить эти даты каким-нибудь из общепринятых способов. О личной скромности Пафнутия Львовича свидетельствует и то обстоятельство, что, имея более десятка орденов, полученных за научно-педагогическую деятельность, он никогда не ссылался на свои награды.

Кончина Пафнутия Львовича наступила неожиданно. Он умер в 9 часов 30 минут утра 26 ноября (8 декабря) 1894 года от паралича сердца. Незадолго до смерти Чебышев, отличавшийся всегда завидным здоровьем, заболел гриппом. Болезнь привела к некоторому ослаблению памяти и расстройству пищеварения. Угасла присутствующая Чебышеву живость, но ученый не пожелал лечь в постель и прервать обычные занятия.

Еще 25 ноября в час дня он принимал начинающего математика, впоследствии известного профессора Киевского университета, почетного члена Академии наук СССР Дмитрия Александровича Граве, которому Пафнутий Львович предложил определенным способом обобщить свою теорему о спрямлении дуги плоской кривой на случай кривых двойкой кривизны. О состоявшейся тогда беседе имеется опубликованная Граве «Заметка, написанная в память последнего в жизни П. Л. Чебышева математического разговора». Вечер того же дня Чебышев провел в беседе с братом Владимиром Львовичем и академиком А. А. Марковым.

Утром следующего дня Чебышев встал как обычно, попросил к 9 часам подать самовар, сам заварил чай и приготовился к утреннему чаепитию. Через несколько минут прислуга, вошедшая в комнату, нашла ученого склонившимся за письменным столом без сознания, со слабыми признаками угасающей уже жизни.

Богатство идей, содержащихся в работах П. Л. Чебышева, поистине неисчерпаемо. Достойными преемниками и продолжателями этих идей являются советские ученые. Их труды и исследования раскрывают с должной полнотой значение работ великого математика и изобретателя для русской и мировой науки.

ЛИТЕРАТУРА

- Чебышев П. Л. Полное собрание сочинений в 5-ти т. М.— Л., АН СССР, 1944—1951.
- Большая Советская Энциклопедия. Изд. 2-е, т. 47.
- История отечественной математики. Киев, Наукова думка, 1967.
- 150 лет со дня рождения Чебышева.— Вестник АН СССР, 1971, № 8, с. 118—125.
- Артоболевский И. И., Левитский Н. И. П. Л. Чебышев — создатель теории синтеза механизмов.— Наука и жизнь, 1972, № 1, с. 78—80.
- Гнеденко Б. В. Очерки по истории математики в России. М.— Л., Гостехиздат, 1946.
- Делоне Б. Н. Великий русский математик Пафнутий Львович Чебышев.— Математика в школе, 1971, № 3, с. 81—86.
- Крылов А. Н. Пафнутий Львович Чебышев. Биографический очерк. М.— Л., АН СССР, 1944.
- Ляпунов А. М. Пафнутий Львович Чебышев. Харьков, 1895.
- Молодший В. М. П. Л. Чебышев.— Математика в школе, 1946, № 3.
- Прудников В. Е. Русские педагоги-математики XVIII—XIX веков. М., Учпедгиз, 1956, с. 463—492.
- Прудников В. Е. П. Л. Чебышев. М., Просвещение, 1964.
- Прудников В. Е. Пафнутий Львович Чебышев. М., Наука, 1976.
- Стеклов В. А. Теория и практика в исследованиях Чебышева. Пг., 1921.
- Юшкевич А. П. История математики в России. М., Наука, 1968.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
СЕМЬЯ ЧЕБЫШЕВЫХ	5
НА ПУТИ В БОЛЬШУЮ НАУКУ	13
ГОРДОСТЬ НАУКИ	25
ПОБЕДИТЕЛЬ ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ	36
СЛУЧАЙНОЕ ПОДЧИНЯЕТСЯ ЗАКОНАМ	45
ПОЛИНОМЫ ЧЕБЫШЕВА	54
ЧЕБЫШЕВ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАНИЗ- МОВ	62
П. Л. ЧЕБЫШЕВ — ПРОФЕССОР УНИВЕРСИ- ТЕТА, АКАДЕМИК	74
П. Л. ЧЕБЫШЕВ И РАЗВИТИЕ АРТИЛЛЕРИЙ- СКОЙ НАУКИ В РОССИИ	87
ПРОСВЕТИТЕЛЬСКАЯ И ОБЩЕСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ П. Л. ЧЕБЫШЕВА	93
П. Л. ЧЕБЫШЕВ — ЧЕЛОВЕК И УЧЕНЫЙ	104
ЛИТЕРАТУРА	111

Гуров Степан Павлович
Хромиенков Николай Александрович
Чебышева Клавдия Владимировна

П. Л. ЧЕБЫШЕВ

Редактор Ж. П. Данилова
Художник С. Ф. Лукин
Художественный редактор Е. Н. Карасик
Технический редактор Л. Е. Пухова
Корректор Т. Ф. Алексина

ИБ № 3932

Сдано в набор 11.03.79. Подписано к печати 11.08.79.
Формат 84×108^{1/32}. Бум. типогр. № 1. Гарнит. школьн.
Печать высокая. Усл.-печ. л. 5,88. Уч.-изд. л. 5,58. Тираж
100 000 экз. Заказ 5156. Цена 15 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство
«Просвещение» Государственного комитета РСФСР по
делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Типография издательства «Горьковская правда»,
г. Горький, ул. Фигнер, 32,

15 коп.