



АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ ЛЯПУНОВ (к 150-летию со дня рождения)

6 июня 2007 г. исполнилось 150 лет со дня рождения великого русского ученого, математика и механика, академика А. М. Ляпунова. Принимая во внимание огромное значение трудов Ляпунова для современного развития многих направлений естественных наук, редакционная коллегия журнала публикует краткий очерк о его жизни и основных направлениях научной деятельности.

1. Краткий биографический очерк. Александр Михайлович Ляпунов родился 6 июня 1857 г. в семье известного астронома Михаила Васильевича Ляпунова в г. Ярославле.

Дед Александра Михайловича, Василий Александрович Ляпунов, служил при Казанском университете. Старший сын Василия Александровича был дедом академика А. Н. Крылова, а младшая дочь Екатерина была женой Р. М. Сеченова, брата известного русского физиолога И. М. Сеченова. Их дочь, Наталья Рафаиловна Сеченова, была двоюродной сестрой Александра Михайловича и в 1886 г. стала его женой.

В семье Михаила Васильевича и Софьи Александровны Шпиловой родилось семеро детей, из которых остались три сына, Александр (1857–1918), Сергей (1859–1924) и Борис (1864–1942). Четверо других детей умерли в малолетстве.

В 1863 г. отец Александра Михайловича вышел в отставку и поселился в родовом имении своих родителей, но вскоре переехал в родовое имение своей жены Софьи Александровны, которое находилось в селе Болобаново Симбирской губернии.

Начальное воспитание сыновей Ляпуновых происходило под руководством Софьи Александровны, а с семилетнего возраста продолжалось под руководством отца. Михаил Васильевич занимался обучением своих сыновей сам. Для развития техники быстрого счета он применял специальную методику, а для развития интереса к географии поощрял детские игры, содержащие элементы путешествий по различным странам.

После смерти Михаила Васильевича в 1868 г. обучение Александра Михайловича было продолжено в семье его дяди Р. М. Сеченова. В 1870 г. вместе с матерью он переехал в Нижний Новгород, где был принят в третий класс Нижегородской гимназии. Александр Михайлович имел отличную успеваемость по всем предметам и читал много книг по русской и европейской литературе, истории и естествознанию. По окончании гимназии с золотой медалью в 1876 г. поступил на естественное отделение физико-математического факультета Петербургского университета, где читал лекции профессор Д. И. Менделеев, но вскоре перешел на математическое отделение. Профессорами математического отделения в то время были П. Л. Чебышев, А. Н. Коркин и Е. И. Золотарев. В 1880 г. окончил университет и был оставлен, по предложению профессора Д. К. Бобылева, для подготовки к профессорскому званию при кафедре механики.

В 1882 г. Александр Михайлович закончил сдачу магистерских экзаменов и приступил к работе над магистерской диссертацией. П. Л. Чебышев предложил ему для исследования тему, связанную с потерей эллипсоидальных форм равновесия вращающейся жидкости. Нужно было выяснить, не переходят ли они при этом в другие формы равновесия, которые при малом увеличении угловой скорости мало отличались бы от эллипсоидов. Эта задача оказалась весьма трудной, но ее постановка стимулировала другой вопрос, а именно, вопрос об устойчивости эллипсоидальных форм равновесия. Александр Михайлович решил эту задачу и в 1885 г. защитил магистерскую диссертацию на тему „Об устойчивости эллипсоидальных форм равновесия вращающейся жидкости”. Оппонентами по этой диссертации были профессора Д. К. Бобылев и Н. С. Будаев.

По приглашению Харьковского университета в августе 1885 г. А. М. Ляпунов переехал в Харьков и приступил к чтению лекций по механике в университете и Технологическом институте.

В январе 1886 г. он приехал в Петербург и обвенчался с Натальей Рафаиловной Сеченовой. Наталья Рафаиловна была высокообразованной женщиной с тонким вкусом и широкой эрудицией в области славянской филологии, отлично рисовала. В июне-июле 1886 г. Александр Михайлович с семьей совершил поездку за границу в Германию, Швейцарию, Австрию и для жены в Сербию в связи с ее исследованиями в области филологии.

С 1888 г. А. М. Ляпунов начал печатать свои работы, посвященные вопросам устойчивости движения механических систем с конечным числом степеней свободы. В 1892 г. Харьковским математическим обществом была опубликована его работа „Общая задача об устойчивости движения”. Эта работа была защищена Александром Михайловичем как докторская диссертация в 1892 г. в Московском университете. Оппонентами по этой диссертации выступили профессора Н. Е. Жуковский и В. Б. Млодзеевский. Вскоре А. М. Ляпунов был утвержден ординарным профессором. В декабре 1900 г. он был избран членом-корреспондентом Петербургской академии наук, а в октябре 1901 г. — ординарным академиком той же академии.

Весной 1902 г. А. М. Ляпунов вернулся в Петербург, где всецело занялся научной работой. В Петербургском университете он занимал кафедру прикладной математики, которая оставалась вакантной после смерти П. Л. Чебышева с 1884 г.

В этот период научной деятельности Александр Михайлович возвратился к проблеме фигур равновесия вращающейся жидкости. В 1908 г. он принял

участие в работе Четвертого международного математического конгресса в Риме. В ноябре 1907 г. его избрали членом Математического общества Палермо, а в сентябре 1908 г. — членом Академии наук dei Lincei в Риме. С 1909 г. принимал участие в издании полного собрания сочинений Эйлера, полушутливо заметившего, что Академии наук придется долго заниматься изданием его трудов после его смерти.

В июне 1917 г. по настоянию докторов Александр Михайлович увез свою жену из голодающего Петрограда в Одессу, где в то время жил и работал его брат Борис Михайлович. Весной 1918 г. у Натальи Рафаиловны после простуды обострился туберкулез легких, и к концу лета болезнь приняла угрожающий характер.

К этому времени волна революционных преобразований достигла родового имени Ляпуновых, в котором дом был разрушен, а уникальная библиотека сожжена. „Призрак коммунизма”, приблудивший с Запада в Российскую империю, согревался на пожарищах библиотек интеллектуалов, которые были не нужны революционной толпе.

31 октября 1918 г. Наталья Рафаиловна скончалась. В тот же день Александр Михайлович был отвезен в хирургическую клинику профессора Сапезжа с огнестрельным ранением в голову. Три дня спустя, 3 ноября 1918 г., Александр Михайлович скончался. В оставленной им записке он завещал похоронить его в одной могиле с женой, что и было исполнено.

Так трагически закончилась жизнь одного из математических гениев XIX столетия, который при других обстоятельствах принес бы еще много пользы своему Отечеству и мировой науке.

2. Основные направления научной деятельности. Будучи ближайшим учеником П. Л. Чебышева Александр Михайлович олицетворял лучшие традиции Петербургской математической школы, которую создал Чебышев. Поэтому принципиальная важность проблемы, точность постановки задачи и строгость ее решения являются для научных исследований Ляпунова неотъемлемыми характеристиками. Остановимся кратко на основных направлениях его научной деятельности.

2.1. Устойчивость равновесия и движения механических систем с конечным числом степеней свободы. Восходящая к глубокой древности проблема устойчивости равновесия и движения оставалась не решенной к тому времени, когда А. М. Ляпунов предпринял свои изыскания в этом направлении. Строгое определение устойчивости было дано им в 1892 г. и явилось завершением его напряженной работы в 1889–1892 гг. Принятое в настоящее время понятие „устойчивости по Ляпунову” является устойчивостью решений по отношению к возмущениям начальных данных на бесконечном промежутке времени. Точная формулировка понятия устойчивости имела принципиальное значение для последующих поисков критериев устойчивости равновесия и/или движения механических систем.

А. М. Ляпунов рассматривал дифференциальные уравнения возмущенного движения весьма общего вида и открыл два общих метода анализа их решений. Первый основан на интегрировании рассматриваемых уравнений с помощью рядов специального вида. Второй основан на применении некоторой вспомогательной функции, свойства которой вместе со свойствами ее полной производной по времени вдоль решений исследуемой системы позволяют сделать заключение о динамическом поведении системы. Наряду с этими двумя методами А. М. Ляпунов ввел новое понятие характеристического числа функции и применил его для анализа устойчивости решений линейных систем дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами. Он полностью решил вопрос об устойчивости по первому приближению и исследовал проблему устойчивости решений в некоторых критических случаях.

2.2. Фигуры равновесия равномерно вращающейся жидкости. А. М. Ляпунов посвятил исследованиям в этом направлении последние 15 лет своей жизни и получил исключительной важности результаты. До него не было строгой теории рассматриваемой проблемы. Его предшественники, среди которых Ньютон, Маклорен, Якоби, Дарвин и Лаплас, не смогли построить безупречную теорию, включая вопросы сходимости. А. М. Ляпунов сделал это. Так, в работе 1903 г. им установлено существование фигур равновесия, близких к сфере, в случае, когда неоднородная жидкость медленно вращается вокруг оси. В цикле работ 1905–1914 гг. он исследовал более сложную задачу о существовании фигур равновесия, близких к известным эллипсоидальным фигурам в случае однородной жидкости. В последующих работах 1915–1917 гг. перешел к исследованию задачи о фигурах равновесия слабо неоднородной жидкости, близких к эллипсоидам Маклорена или Якоби. При этом было доказано, что любой эллипсоид Маклорена или Якоби, отличный от эллипсоида бифуркации, порождает ряд новых фигур равновесия, близких к нему по форме. К тому же новые фигуры имеют ту же неоднородность в плотности и ту же угловую скорость вращения, что и исходный эллипсоид. Для решения рассматриваемых задач А. М. Ляпунов применил разнообразные средства математического анализа, необходимые для получения результата.

2.3. Устойчивость фигур равновесия вращающейся жидкости. Работы Лиувилля и Римана предшествовали исследованиям А. М. Ляпунова в этом направлении. Первой работой Александра Михайловича по этой проблеме была его магистерская диссертация. Принципиально важной была формулировка определения устойчивости равновесия вращающейся жидкости. Сделав это, Александр Михайлович свел рассматриваемую задачу к чисто математической задаче о минимуме некоторого выражения, представляющего собой потенциальную энергию жидкости. Анализируя полученное выражение, он установил условия устойчивости эллипсоидов Маклорена и Якоби, а также неустойчивость грушевидных фигур. Этим был исправлен ошибочный результат Дарвина, связанный с исследованием устойчивости грушевидных форм.

В случае рассмотрения вязкой жидкости А. М. Ляпунов заметил следующее: „Согласно этому принципу (принципу минимума энергии), если рассматриваемая жидкость есть вязкая жидкость, то фигура равновесия будет устойчивой или неустойчивой смотря по тому, будет ли полная энергия, соответствующая этой фигуре иметь минимум или не будет иметь минимума при неизменности количества движения по отношению к центру тяжести. Хотя этот принцип никогда не был доказан удовлетворительным образом, но имеются все основания считать его вероятным”. Этот принцип для идеальной жидкости он доказал еще в 1884 г.

2.4. Уравнения математической физики. Результаты, полученные А. М. Ляпуновым в этом направлении исследований, имели большое значение как для обоснования методов математической физики (методов Грина, Неймана, Робена), так и для становления его в мировом математическом сообществе. При исследовании свойства потенциалов простого и двойного слоев были впервые установлены основные факты теории потенциала и теории гармонических функций. В 1899 г. он нашел достаточное условие существования и равенства предельных значений нормальной производной двойного слоя. Полученные в этом направлении результаты имели характер сенсации, так как они либо опровергали, либо оправдывали методы математической физики, наброски которых принадлежали известным ученым, среди которых Пуанкаре, Шварц и другие.

2.5. Теория вероятностей. По этому направлению А. М. Ляпунов опубликовал два мемуара в 1900 и 1901 гг. на русском и французском языках соответственно. Эти труды посвящены вопросу о пределе вероятности того, что сумма неограниченно возрастающего количества величин, зависящих от случайных причин, будет заключена в данных пределах. Для доказательства

предельной теоремы для этого случая Александр Михайлович разработал новый метод, получивший название метода характеристических функций. Этот метод является одним из основных в современной теории вероятностей.

2.6. Курсы лекций по теоретической механике. В харьковский период деятельности (1885–1902 гг.) А. М. Ляпунов создал курсы лекций по теоретической механике, которые читал в университете и Технологическом институте. К 125-летию со дня рождения А. М. Ляпунова эти лекции были изданы в издательстве „Наукова думка” в 1982 г. Книга открывается очерками академиком Б. М. Ляпунова и А. Н. Крылова о жизни и деятельности А. М. Ляпунова и его лекциях по теоретической механике. В первом разделе книги приведен курс теоретической механики, который он читал в Технологическом институте. Второй, третий и четвертый разделы содержат университетский курс лекций по аналитической механике, включая „основания деформируемых тел и гидростатику” и „теорию притяжения”.

Эти лекции, по свидетельству академика В. А. Стеклова, написаны самим А. М. Ляпуновым и представляют ценнейший вклад в теоретическую механику.

3. Кредо А. М. Ляпунова. Общеизвестным является то, что во многих разделах математики и механики А. М. Ляпунов установил те уровни точности суждений и строгости доказательств, которые не только украшают математические науки, но и делают их классическими.

Характерной особенностью творчества Александра Михайловича является его интерес к труднейшим задачам механики, которые инициированы развитием науки и решение которых имело принципиальное значение для приложений. Для всего его творчества характерным является тезис:

„Непозволительно пользоваться сомнительными средствами, коль скоро мы решаем определенную задачу, будь то задача механики или физики — все равно, которая поставлена совершенно определенно с точки зрения математики. Она становится тогда задачей чистого анализа и должна трактоваться, как таковая”.

В завершение краткого обзора научной и педагогической деятельности А. М. Ляпунова отметим неугасающее влияние его трудов на дальнейшее развитие математики и механики в XX столетии. Во всех тех случаях, когда для реального процесса или явления природы построена математическая модель в виде дифференциального или другого вида уравнения или системы таких уравнений, применение методов А. М. Ляпунова приводит к возможности динамического анализа рассматриваемого явления, будь то явление в биологии или в аэродинамике.

Безгранично преданный делу науки, кристально честный человек, Александр Михайлович активно выступал за демократические преобразования в России, за свободу печати, против влияния реакционеров на среднюю и высшую школу. В. А. Стеклов писал, что „все качества духовной красоты совмещены в нем были благородно” и „русская земля может действительно гордиться таким сыном”.

Ю. А. Митропольский, А. А. Мартынюк