

УДК 373.31:51(091)

**ЛЯПУНОВ ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ: ЖИТТЯ І НАУКОВА
ДІЯЛЬНІСТЬ**

Костенко Денис

Науковий керівник: доктор іст. наук, професор Ріжняк Ренат Ярославович

Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені

Володимира Винниченка, м. Кропивницький, Україна

Олександр Михайлович Ляпунов – відомий вчений у галузі математики. Створив сучасну строгу теорію стійкості рівноваги і руху механічних систем, що визначаються скінченим числом параметрів. Великий цикл досліджень математика присвячений теорії фігур рівноваги, що рівномірно обертаються в рідині, частинки якої взаємно притягуються по закону всесвітнього тяжіння. Праці Олександра Михайловича займають центральне положення в усій теорії фігур рівноваги. Важливим для подальшого розвитку науки став цикл робіт по деяким питанням математичної фізики.

Ключові слова: вчений, теорія стійкості рівноваги, рух механічних систем, фігури рівноваги.

**LYAPUNOV OLEKSANDR MIKHAILOVICH: LIFE AND
SCIENTIFIC ACTIVITY**

Kostenko Denys

Scientific supervisor: doctor of historical sciences, professor Rizhniak R.Ya.

The Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University,

Kropyvnytsky, Ukraine

Alexander Mikhailovich Lyapunov is a well-known scientist in the field of mathematics. He created a modern strict theory of stability of equilibrium and motion of mechanical systems, determined by a finite number of parameters. A large cycle of research in mathematics is devoted to the theory of equilibrium figures that are uniformly rotated in a liquid whose particles are mutually attracted by the law of universal gravitation. The works of Alexander Mikhailovich occupy a central position in the whole theory of equilibrium figures. The cycle of works on some issues of mathematical physics became important for the further development of science.

Key words: scientist, theory of stability of equilibrium, movement of mechanical systems, equilibrium figures.

Постановка проблеми. Проблемою дослідження є розкриття наукового шляху вітчизняного математика Олександра Михайловича Ляпунова.

Аналіз дослідження і публікацій. Наша робота заснована на аналізі доступних джерел: навчальні ресурси мережі Internet та наукова література з математики, а також на методології історичного дослідження [8].

Мета статті полягає в розкритті питань про дослідження О.М. Ляпунова, пов'язаних зі строгою теорією стійкості рівноваги і руху механічних систем, що визначаються скінченим числом параметрів; з теорією фігур рівноваги, що рівномірно обертаються в рідині, частинки якої взаємно притягуються по закону всесвітнього тяжіння.

Олександр Михайлович Ляпунов народився 25 травня 1857 року в Ярославлі в сім'ї відомого астронома, директора Демидовського ліцею Михайла Васильовича Ляпунова. Батько в 1839 році закінчив Казанський університет і працював в ньому з 1840 по 1855 рік (з 1850 завідував обсерваторією Казанського університету), в 1856 році став директором Демидовського ліцею. Мати Софія Олександрівна Шипилова. Дід Ляпунова, Василь Олександрович Ляпунов, з 1826 року займав господарські посади при Казанському університеті. Старший його син, Віктор, був дідом академіка О.І. Крилова (через матір Софію Вікторівну), а молодша дочка, Катерина, була одружена з Р.М. Сеченевим, рідним братом фізіолога І.М. Сеченова. Від цього шлюбу народилась дочка, Наталія Рафаїлівна – двоюрідна сестра Ляпунова, яка стала в 1886 році його дружиною.

Початкове виховання Олександр Ляпунов та його брати Сергій і Борис отримали під керівництвом матері – Софії Олександрівни. Однак систематичним навчанням синів з семилітнього віку займався батько, людина з широким колом інтересів (історія, філософія, географія та ін.).

Про навчання Ляпунова О.М. в гімназії відомостей збереглося небагато. Математику і фізику викладав йому Грузинцев А.П. – талановитий педагог і вчений. Іншим вчителем, що викладав математику був Д.К. Гік. Восени 1876 року О.М.Ляпунов закінчив гімназію із золотою медаллю.

Математичний талант Олександра Михайловича розцвів під керівництвом професорів Петербургського університету, куди він вступив на природниче

відділення фізико-математичного факультету в 1876 році. Відчуваючи, однак, схильність до математичних наук, він вже через місяць перейшов на математичне відділення. В той час в університеті працювали такі світила науки, як Пафнутій Львович Чебишев, Дмитро Іванович Менделєєв, Микола Якович Сонін, Олександр Миколайович Коркін. Вони здійснили творчий вплив на молодого Ляпунова.

З перших днів навчання в університеті О.М. Ляпунов наполегливо займався хімією і захоплено слухав лекції Д.І. Менделєєва. і навіть після переходу на математичне відділення він продовжував вивчення хімії. А лекції і консультації Чебишева багато в чому визначили характер всієї наступної наукової та викладацької діяльності Ляпунова.

Чудові природні здібності і наполеглива праця дозволили Ляпунову отримати чудову підготовку для майбутньої наукової роботи. Великий вплив на нього в цей час мав професор Дмитро Костянтинович Бобилев, завдяки якому Ляпунов був залишений при університеті для підготовки до професорського звання по кафедрі механіки. Свої перші самостійні наукові кроки Олександр Михайлович здійснив під керівництвом саме Бобилева. В 1880 році Ляпунов отримав золоту медаль за розроблену запропоновану факультетом тему по гідростатиці. Ця робота стала основою двох перших надрукованих праць Ляпунова: «Про рівновагу важких тіл у важких рідинах, що містяться в посудині визначеної форми» та «Про потенціал гідростатичних тисків» в 1881 році в журналі фізико-хімічної спілки.

На фізико-математичному факультеті університету увійшло в традицію давати теми наукових робіт для самостійного виконання. Будучи студентом четвертого курсу, одну з таких тем вибрав для себе і Ляпунов. За цю наукову роботу, він був нагороджений золотою медаллю.

В 1881 році були опубліковані дві перші роботи молодого математика: «Про рівновагу твердих тіл у важких рідинах, які містяться в посудині певної форми» та «Про потенціал гідростатичного тиску».

Олександр Михайлович, як і більшість визначних людей, відрізнявся великою працездатністю. Питаннями математики він міг займатися цілодобово, забуваючи про сон та їжу. Для нього було нормальним працювати увесь день, а також ніч до 5-6 годин ранку. Один чи два рази в рік з'являвся в театрі чи на концерті. Спілкувався лише з найближчими родичами і небагатьма вченими математиками. На осіб, що мало його знали, Ляпунов справляв враження замкнутої людини. Однак цей, зовні сухий та суровий чоловік, володів гарячим темпераментом і чутливою душею.

Коли він чимось захоплювався, а це з ним траплялось часто, він ставав неймовірно замкненим і незібраним. В цих випадках його незібраність доходила до анекдотичного. Він міг, наприклад, розмовляючи зі співбесідником, думати над якоюсь проблемою з області математики. Зрозуміло, що розмова не йшла, на питання Ляпунов відповідав невпопад, відволікаючись від основної теми розмови, а потім і взагалі переставав помічати співрозмовника.

Одразу після здачі магістерських екзаменів у 1882 році О.М.Ляпунов взявся за пошуки теми для магістерської дисертації. На цю тему він розмовляв з Чебишевим.

Задача Чебишева полягала в наступному: було відомо, що рідка однорідна маса, яка рівномірно обертається навколо деякої осі (частинки цієї маси притягуються одна до одної по закону Ньютона), може зберігати форму еліпсоїда, до тих пір, поки кутова швидкість обертання не перевищить певної границі; якщо ж кутова швидкість перевищить цю границю, тоді еліпсоїдальні фігури рівноваги стають неможливими. Якщо ω – деяке значення кутової швидкості, якій відповідає еліпсоїд рівноваги E , і задано достатньо малий приріст кутової швидкості ε , тоді оставлене питання полягає в наступному: чи існують для кутової швидкості $\omega + \varepsilon$ інші фігури рівноваги, відмінні від еліпсоїдальних, і такі, що неперервно змінюються при такій же змінній ε , і при $\varepsilon = 0$ співпадають з еліпсоїдом E ?

Як наслідок, коли Ляпунов просувався в розв'язку цієї задачі і ділився здобутками з вчителем, а також радився на рахунок все нових і нових труднощів, які виникали, то сам Чебишев дивувався труднощам поставленої ним проблеми.

Напружена робота над задачею Чебишева продовжувалась два роки. При цьому Ляпунову вдалося успішно використовувати метод послідовних наближень і детально проаналізувати перше наближення. Однак, оскільки це наближення виявилось недостатнім, молодий Ляпунов не зміг дати тоді повний розв'язок цієї задачі Чебишева. Після кількох невдалих спроб він відклав роботу над цією проблемою. Але це питання нашттовхнуло його на іншу проблему, а саме: питання про еліпсоїдальні форми рівноваги, які і склали предмет його магістерської дисертації. Поставлена і розв'язана Ляпуновим задача привертала увагу першокласних вчених ще до нього – зокрема слід згадати такі прізвища, як Ліувіль, Ріман, Томсон, Тейт та ін.. Але дослідження і в цій області не володіли необхідною строгістю.

Захист магістерської дисертації давав право О.М. Ляпунову на викладацьку діяльність. Весною 1885 року його затвердили в званні приват-доцента Петербургського університету. Але Ляпунов отримав запрошення зайняти вакантну посаду на кафедрі механіки Харківського університету.

В 1885 році Ляпунов переїхав до Харкова і почав працювати в тому ж званні приват-доцента (читав лекції по всім кусам кафедри). Олександр Михайлович не вважав підготовку курсів справою творчою і, кажучи про перші роки своєї роботи в Харківському університеті, характеризував їх як перерву у вченій діяльності. «А між тим курси, складені ним по всім відділенням кафедри механіки, містять такі цінні й інколи нові матеріали, яких неможна було знайти ні в жодному з існуючих тоді посібників...» – писав Володимир Андрійович Стеклов.

До 1890 року Ляпунов один здійснював все викладання механіки в Харківському університеті. За перші два роки перебування в Харкові, крім

роботи над складанням курсів, він надрукував у «Віснику Харківської математичної спілки» дві статті по теорії потенціалу.

До 1888 року почали з'являтися в друці статті Ляпунова, присвячені стійкості рухів механічних систем із скінченим числом степенів свободи. Його робота «Загальна задача стійкості рухів» склала докторську дисертацію Ляпунова, захист якої відбувався у вересні 1892 року в Московському університеті.

До Харківського періоду життя відноситься ще один напрям роботи Ляпунова – теорія ймовірності.

Свою коротку поїздку в Петербург, під час якої 17 січня 1886 року відбулось весілля О.М. Ляпунова з Наталею Рафаїлівною Сеченевою, Олександр Михайлович приурочив до часу зимових вакацій, не дозволяючи собі навіть на короткий час призупинити викладацьку діяльність.

Але період тривалого зниження наукової активності Ляпунова досить скоро залишився позаду. Якщо проглянути сторінки «Повідомлення Харківського математичної спілки» за 1887-1891 роки, де опубліковувались роботи Ляпунова, можна побачити, як цілеспрямовано він наближався до всестороннього розв'язку поставленої ним перед собою проблеми.

На думку механіків та математиків – сучасників О.М. Ляпунова – вже його магістерська дисертація за своїм науковим рівнем і значимістю отриманих результатів значно переважала чисельні першокласні докторські дисертації. Існувала реальна можливість представити в якості докторської дисертації узагальнення магістерської та дослідження, проведені в Харківському університеті. Однак Ляпунов з властивою йому вимогливістю до себе і до своїх робіт не побажав узагальнювати ці дослідження в докторську дисертацію.

Всі ці роки Олександр Михайлович вперто працював над своєю докторською дисертацією «Загальна задача про стійкість руху». В цій фундаментальній роботі Ляпунов всесторонньо розглянув проблему стійкості руху систем зі скінченим числом степенів свободи. Захист дисертації відбувався 30 вересня 1892 року в Московському університеті. Опонентами

виступили професор Микола Єгорович Жуковський і визначний математик Болеслав Корнелійович Млодзєєвський. Захист пройшов блискуче, і згодом, у січні 1893 року тридцятирічний вчений отримав звання ординарного професора Харківського університету. В цьому університеті він продовжував викладацьку діяльність до весни 1902 року.

На протязі 17 років (1885-1902) О.М. Ляпунов працював в Харківському університеті. В.А. Стеклов, учень Ляпунова, розповідав про перші виступи свого вчителя в Харківському університеті: «...Коли ми, студенти, дізнались, що до нас приїжджає з Петербурга новий професор механіки, то одразу вирішили, що це повинна бути якась жалюгідна опосередкованість з дяляновських креатур (ставлеників міністра Делянова)... В аудиторію разом з шанованим всіма студентами старим деканом професором Леваковським увійшов красень чоловік, майже ровесник деяким з наших товаришів, і, по тому як декан пішов, почав дрижачим від хвилювання голосом читати замість курсу динаміки систем курс динаміка точки, який ми вже прослухали у професора Деларю...Курс механіки мені був вже відомим. Але з самого початку лекції я почув те, чого раніше не чув і не зустрічав в жодному з відомих мені підручників. І вся недружелюбність курсу одразу розлетілась прахом; силою свого таланту, на який в більшості випадків попадається молодь, Олександр Михайлович, сам того не знаючи, покорив в один час упереджено налаштовану аудиторію. З того ж дня Олександр Михайлович зайняв особливе місце в очах студентів, до нього почали відноситись з виключною повагою та пошаною. Більшість, якій не були байдужими інтереси науки, почали напружувати всі сили, щоб хоч трохи наблизитись до тієї висоти, на яку тягнув Олександр Михайлович всіх слухачів».

Офіційним визнанням заслуг О.М. Ляпунова став вибір його членом-кореспондентом Академії наук з розділу математичних наук, що відбувся в 1990 році. Менш як через рік сорокачотирьохлітній Ляпунов був обраний ординарним академіком по кафедрі прикладної математики.

Крім наукової та навчальної роботи, Олександр Михайлович Ляпунов приймав активну участь і в загально університетських справах, і в Харківській математичній спілці. З 1899 по 1902 рік він був головою спілки і редактором її «Вісника». Всі роботи харківського періоду він доповідав на засіданнях Спілки. Тут також докладались роботи і його учнів – В.А. Стеклова та М.М. Салтикова.

В зв'язку з вибором в академіки в 1901 році по кафедрі прикладної математики, що стала вакантною після смерті Чебишева, він переїжджає до Петербургу, зовсім припиняє свою викладацьку діяльність і цілком та повністю присвячує себе науковій роботі. Положення академіка дозволяло О.М.Ляпунову зосередити всі свої сили на наукових заняттях. Він повертається до задачі про фігури рівноваги, запропонованої йому Чебишевим ще 20 років тому. В 1905 році на сторінках «Записок Академії наук» з'являється його праця «Про одну задачу Чебишова». В наступні роки (1906-1914 рр.) виходить в світ на французькій мові велика праця О.М. Ляпунова в чотирьох частинах «Про фігури рівноваги, які обертаються в рідині, та мало відрізняються від еліпсоїдальних».

В першій частині своєї фундаментальної праці Ляпунов вивів основні рівняння і вказав метод, що дозволяє абсолютно строгим чином довести існування нових фігур рівноваги, і визначити ці фігури з довільним ступенем точності. Друга частина цієї роботи присвячена розрахункам шляхом послідовних наближень нових фігур рівноваги, близьких до еліпсоїдів Маклорена. Для нових фігур виконуються також дослідження кутової швидкості обертання і моменту кількості руху. В третій частині праці Ляпунова ці ж питання розв'язуються для нових фігур рівноваги, близьких до еліпсоїдів Якобі. Нарешті, четверта частина присвячена новому методу відшукування фігур рівноваги і встановленню зв'язку результатів, отриманих за його допомогою, з формулами, що використовуються в першій частині цієї праці.

В 1908 році Ляпунов приймав участь в четвертому Міжнародному математичному конгресі в Римі. З 1909 року приймав участь у виданні повного

збірника робіт Ейлера, був одним з редакторів двох математичних томів (18 і 19), які вийшли в світ вже після смерті Ляпунова.

Почесний член Петербургського, Харківського і Казанського університетів, іноземний член Академії наук в Римі, член-кореспондент Паризької академії, почесний член Харківської математичної спілки і член ряду інших наукових спілок.

Найбільш напруженою і драматичною частиною життя виявилась та, яку він провів в Одесі, куди він з дружиною виїхав в червні 1917 року за настановою лікарів, з надією на сприятливий вплив південного клімату на серйозно погіршений стан здоров'я Наталії Рафаїловни (в неї був туберкульоз легенів) на початку осені 1918 року О.М.Ляпунов приступив до читання лекцій в Новоросійському університеті. Це був курс «Про форму небесних тіл». Курс лекцій О.М.Ляпунова обірвався після сьомої лекції. Останню свою лекцію він прочитав в останній понеділок свого життя, 28 жовтня 1918 року.

Після смерті Ляпунова був знайдений великий рукопис завершеної роботи, в якій було наведено доведення існування фігур рівноваги, близьких до еліпсоїдальних, у випадку неоднорідної рідини. Цей рукопис був виданий до двохсотріччя Академії Наук («Sur certaines series de figures d'equilibre d'un liquide heterogene en rotation», 1925–1927).

Висновки. Ляпунов створив сучасну строгу теорію стійкості рівноваги і руху механічних систем, що визначаються скінченим числом параметрів. Великий цикл його досліджень присвячений теорії фігур рівноваги, що рівномірно обертаються в рідині, частинки якої взаємно притягуються по закону всесвітнього тяжіння. Ці праці займають центральне положення в усій теорії фігур рівноваги. Важливим для подальшого розвитку науки став цикл робіт Ляпунова з деяких питань математичної фізики. Так, праця «Про деякі питання, пов'язані із задачею Діріхле» (1898 р.), містить дослідження властивостей потенціалу від зарядів диполів, неперервно розподілених по деякій поверхні. Узагальнюючи дослідження Чебишева і Маркова, Ляпунов

довів так звану центральну граничну теорему теорії ймовірності при значно більш загальних умовах, ніж його попередники.

В наш час теорія рівноваги Ляпунова покладена в основу автоматичного управління виробничими процесами і так званих телеуправляючих систем. Крім того, Ляпунову належить чудовий результат по теорії ймовірності (наука про випадкові процеси), математичній фізиці.

Стаття може бути корисна студентам фізико-математичного факультету, слухачам курсу диференціальних рівнянь та математичної фізики, майбутнім викладачам та вчителям математики, особам, що цікавляться історією математики та наукової думки, дослідникам творчості Ляпунова О.М. Матеріал можна використовувати в якості історичного екскурсу на лекціях з диференціальних рівнянь, та на уроках математики.

Використана література:

1. Александр Михайлович Ляпунов. // Университет в лицах. http://www.spbu.ru/History/275/Chronicle/spbu/Persons/L_yapunov.html
2. Александр Михайлович Ляпунов// Светила математики. <http://www-mechmath.univer.kharkov.ua/theormech/lapunov.html>
3. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. Москва, Наука, 1967, 472 с.
4. Избранные труды: работы по теории устойчивости А.М. Ляпунова. Математический институт им. В.А. Стеклова РАН. Москва, Наука, 2007, 574 с.
5. Тихонов А.Н., Ильин В.А., Свешников А.Г. Курс высшей математики и математической физики. Москва, Наука, 1980, 232 с.
6. Цыкало А. Л. Александр Михайлович Ляпунов(1857–1918). Москва, Наука, 1988, 162 с.
7. Чеботарёв Г.А., Лукомская А.М., Смирнов В.И. Александр Михайлович Ляпунов. Москва, Наука, 1953, 268 с.
8. Ріжняк Р.Я. Розвиток інформатики та інформаційних технологій у вищих навчальних закладах України у другій половині ХХ – на початку ХХІ століття. Кіровоград, Видавництво «Код», 2014, 436 с.

Відомості про автора

Костенко Денис – студент II курсу магістратури групи МЕІ6М фізико-математичного факультету Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені

*Володимира Винниченка, тел. +380 50 57 66 577, e-mail: denikostenko12@ukr.net,
м. Кропивницький.*