

## ПОСТАТЬ О.М. ЛЯПУНОВА В МАТЕМАТИЧНІЙ НАУЦІ ХІХ–ХХ СТ.

*У статті розглянуто наукову діяльність великого математика О.М. Ляпунова. Висвітлено основні періоди наукової діяльності: Харківський період 1885–1902 рр. (найплідніший) та період у Петербурзі 1902–1918 рр. З'ясовано, що саме в Харкові О.М. Ляпунов здійснив перші кроки викладацької діяльності та основні наукові відкриття. Описано найвидатніші теорії: стійкості, фігур рівноваги рідких мас. Наголошено на фундаментальному внеску в теорії: рівнянь математичної фізики, ймовірностей, періодичних рішень систем звичайних диференціальних рівнянь, інтегральних рівнянь.*

**Ключові слова:** Ляпунов, математика, наука, відкриття.

В умовах розбудови національної школи питання реформування освітньої галузі стали об'єктивною потребою українського суспільства, опинилися в центрі уваги дослідників, які працюють над розробкою основних засад освіти, вивченням та узагальненням вітчизняної історико-педагогічної думки. Наукове розв'язання проблем освітньої галузі вимагає уважного ставлення до питань вивчення історико-педагогічного досвіду минулого, аналізу діяльності видатних учених, творчих здобутків відомих представників національної науки.

Серед таких представників науки ім'я видатного майстра математичної науки Ляпунова Олександра Михайловича, який був не тільки видатним ученим-геометром, а й видатним педагогом, який виховав плеяду геніальних математиків і механіків.

Постать О.М. Ляпунова привертала увагу науковців, істориків, педагогів тощо, серед яких А.Л. Цикало, А.С. Шибанов, А.М. Лукомська, В.П. Цесевич, Б.В. Гнеденко, Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ та ін.

**Метою статті** є узагальнення основних напрямів наукової діяльності видатного математика О.М. Ляпунова, огляд основних періодів наукової діяльності, ознайомлення з основними відкриттями в математиці й механіці.

Заслуги О.М. Ляпунова в науці вагомі. Крім таких глобальних розділів, як теорія стійкості, теорія фігур рівноваги рідких мас, де Олександр Михайлович на першому місці у світовій науці, він зробив також фундаментальний внесок у теорію рівнянь математичної фізики, у теорію ймовірностей, у теорію періодичних рішень систем звичайних диференціальних рівнянь, у теорію інтегральних рівнянь [1, с. 57].

Класичний період розвитку математичного аналізу й механіки, який розпочався приблизно у 1700 р., завершився трьома величними витворами – це аналітична механіка Лагранжа, небесна механіка Лапласа й аналітична теорія тепла Фур'є.

Однак перша половина ХІХ ст. принесла неабияке розчарування. З'ясувалося, що випадки, коли вдається отримати розв'язок, потрібний для розрахунків, не дуже часті. Точні розв'язки отримують тільки для деяких

проблем. Ні задача про обертання твердого тіла навколо нерухомого центру, ні задача трьох тіл, ні задача про рух твердого тіла в рідині не піддавалися точному розв'язанню [2, с. 34]. Це, з одного боку, мало підтвердити існування особливих випадків, коли можливе таке чи інше розв'язання, а з іншого – підштовхувало науку до зовсім іншого підходу до математики, фізики й механіки. Це повинно було бути якісне дослідження й побудова загальних методів розв'язання математичних задач.

Відкриттям та розробкою якісних досліджень, у першу чергу, наука завдячує Анрі Пуанкаре в Парижі та Олександрю Михайловичу Ляпунову в Харкові.

У 1881 р. у “Журнале Русского физико-химического общества” були надруковані перші праці ще студента Олександра Михайловича “О равновесии твердых тел в тяжелых жидкостях, содержащихся в сосуде” та “О потенциале гидростатических давлений” [1, с. 28]. У 1882 р. О.М. Ляпунов склав магістерські іспити й обирав тему для магістерської роботи. Із цим питанням він звернувся до свого талановитого вчителя П.Л. Чебишева.

У своїх мемуарах О.М. Ляпунов писав: “В 1882, желая подыскать подходящую тему для магистерской диссертации, я не раз беседовал с Чебышевым по поводу различных математических вопросов, причем Чебышев всегда высказывал мнение, что заниматься легкими, хотя бы и новыми вопросами, которые можно разрешить общеизвестными методами, не стоит и что всякий молодой ученый, если он уже приобрел некоторый навык в решении математических вопросов, должен попробовать свои силы на каком-либо серьезном вопросе, представляющем известные теоретические трудности. При этом он предложил мне следующий вопрос: “Известно, что при некоторой величине угловой скорости эллипсоидальные формы перестают служить формами равновесия вращающейся жидкости. Не переходят ли они при этом в какие-то новые формы равновесия, которые при малом увеличении угловой скорости мало отличались бы от эллипсоидов. “При этом он добавил: “Вот если бы Вы разрешили этот вопрос, на вашу работу сразу же обратили внимание...” [3, с. 48].

Це можна вважати такою точкою відліку, бо вже із цього моменту було покладено початок зростанню О.М. Ляпунова як науковця. Талант Чебишева як учителя зіграв свою роль – він зацікавив, змотивував молодого студента, нібито підпалив снаряд, який у майбутньому вибухнув великими науковими відкриттями. Відомо, що Чебишев також пропонував зайнятися цим питанням молодому математику Золотарьову, а також Софії Ковалевській. Але, як бачимо, саме О.М. Ляпунов, зацікавившись цією темою, пропрацював над нею два роки.

У січні 1885 р. О.М. Ляпунов захистив магістерську дисертацію. Основні тези дисертації були надруковані в журналі “Bulletin astronomique” – це зробило його відомим у математичних колах Європи. Оригінальність і точність дослідження були оцінені кращими математиками світу.

Праці О.М. Ляпуна виходили спочатку тільки російською мовою і стали відомими у Франції, передусім, завдяки рефератам у французьких журна-

лах. При цьому вони, як результат праці талановитого й перспективного вченого, швидко привернули до себе увагу з боку найвідоміших учених.

Так, магістерську дисертацію “Об устойчивости эллипсоидальных форм равновесия вращающейся жидкости” було прореферовано через рік після захисту, і це спричинило листування між Пуанкаре та Ляпуновим у 1885–1886 рр.

Захист дисертації надавав право О.М. Ляпунову на викладацьку діяльність. Навесні 1885 р. він був обраний на посаду приват-доцента Петербурзького університету. Вважалось, що він буде викладати курс теорії потенціалу, але на той час професора В.Г. Ішменецького, який займав посаду керівника кафедри механіки Харківського університету, обрали у члени Академії наук і О.М. Ляпунову запропонували зайняти вакантне місце. Із цього почався харківський період у житті великого вченого. Це, певно, найяскравіший і насиченіший викладанням і наукою період його життя.

До 1892 р. О.М. Ляпунов читав усі курси аналітичної механіки: кінематику, динаміку системи точок, статику, динаміку твердого тіла, теорію тягіння, гідростатику й гідродинаміку. До цих курсів згодом додалися курси інтегрування диференціальних рівнянь динаміки, теорія обуреного руху та теорія ймовірності. О.М. Ляпунов дуже відповідально ставився до складання курсів для студентів, і це не заважало займатися науковою діяльністю. Тільки в 1887–1891 рр. у журналі “Сообщения Харьковского математического общества”, де не тільки друкувалися праці О.М. Ляпунова, а й розмішувалися відомості про його виступи на засіданнях товариства, можна побачити, як цілеспрямовано О.М. Ляпунов наближається до вирішення поставленої перед собою проблеми. Серед його коментарів – стаття проф. Жуковського “О движении вязкой жидкости, заключенной между двумя вращающимися эксцентрическими поверхностями”(1887 р.), статті Мещерського “О дифференциальных связях в случае одной материальной точки” (1887 р.), а також низки своїх праць – “О постоянных винтовых движениях твердого тела и жидкости” (1887 р.), “Об устойчивости движения в одном частном случае задачи о трех телах” (1889 р.), “О характеристическом уравнении, соответствующем данной системе дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами” (1889 р.), “О некоторых системах линейных дифференциальных уравнений” (1890 р.) і про новий доказ теореми Фука (1891 р.). Серед праць О.М. Ляпунова було надруковано дві, про які його учень В.А. Стеклов говорив: “Замечательные работы как по методам, так и по результатам”, маючи на увазі статті “О постоянных винтовых движениях твердого тела в жидкости” (1888 р.) [4, с. 7] та “Об устойчивости движения в одном частном случае задачи о трех телах” (1889 р.) [5, с. 1].

Усі ці роки О.М. Ляпунов серйозно працював над своєю докторською дисертацією “Общая задача об устойчивости движения”.

Ляпунов готував дисертацію дуже ретельно. Неодноразово перевіряв докази, намагався уникати неточностей, грамотно й уважно вичитував текст. Зрештою, у березні 1891 р. дисертація була готова, але тут виникали деякі

труднощі із захистом. Виявляється, що докторська дисертація Ляпунова, яка згодом принесла йому світову пошану, є дуже складною навіть для найвидатніших математиків і механіків, які б могли виступити як опоненти. “Многоуважаемый Александр Михайлович, А.Н. Коркин не беретя быть официальным оппонентом, А.А. Марков еще не высказал положительного несогласия, не зная еще Вашего труда... Лучше бы было, если бы Вы сами потрудились составить реферат о ней (диссертации) и прислали мне. Не скрою от Вас, что мне не легко дается чтение Вашей работы...” – писав у листі Ляпунову його вчитель Д.К. Бобилев.

Отже, дисертація Ляпунова був настільки фундаментальною, яскравою, важкою, охоплювала широкі спектри науки, що навіть відомі на той час математики не змогли її здолати. Все ж таки захист відбувся 30 вересня 1892 р. у Московському університеті, опонентами були механік, професор Жуковський та математик, професор Млодзєєвський. Реферат докторської дисертації Ляпунова був надрукований в один рік із нею. Ця праця також дуже зацікавила французів, про що говорять листи Ж. Адамара й П. Аппеля до Ляпунова у 1896 р.

Видатні наукові заслуги, активна діяльність Ляпунова на теренах Математичного товариства, постійні виступи зі звітами, наукові доповіді висунули його на позиції найвидатніших членів товариства. Вже у 1891 р. Ляпунов був обраний заступником голови товариства, а у 1899 р. – головою Математичного товариства.

Харківський період Ляпунов уважав найщасливішим у своєму житті, математик опублікував близько двох десятків праць, більша частина яких була присвячена основній темі його наукової діяльності тих років – стійкості рівноваги. Серед опублікованих праць можна відзначити також дослідження, які значно розширили можливості практично важливих астрономічних розрахунків. Наприклад, Ляпунов довів, що для середніх значень руху Сонця й Місяця ряди, за допомогою яких відомий американський астроном і математик Джордж Уільям Хілл проінтегував диференційне рівняння руху Місяця, є рядами, що сходяться.

В останні роки перебування у Харкові фізико-математичний факультет Харківського університету доручив Ляпунову читання курсу лекцій з теорії ймовірностей, яка була дуже важливою для розвитку механіки й статистичної фізики. Олександр Михайлович серйозно зайнявся цією галуззю, він намагався дати найзагальніший і точний доказ граничної теореми теорії ймовірностей. У двох мемуарах, опублікованих у 1900–1901 рр., Ляпунов виклав результати, отримані абсолютно новим методом, який назвав “методом характеристичних функцій”. Пізніше виявилось, що цей метод відкриває такі широкі можливості, що по праву може бути на центральному місці теорії ймовірностей. Тобто, незважаючи на те, що ці дослідження були коротким епізодом у науковій творчості Ляпунова, це відіграло вирішальну роль у науці.

Офіційним визнанням заслуг Ляпунова є обрання його членом-кореспондентом Академії наук за розділом математичних наук, яке відбулося у 1900 р. А у 1901 р. Ляпунов був обраний ординарним академіком на кафедрі

прикладної механіки, яка була вакантна після смерті Чебишева впродовж 7 років. За умовами того часу обрання академіком потребувало обов'язкового переїзду до Петербурга. Однак Ляпунов поїхав з Харкова тільки тоді, коли дочитав курс лекцій.

Французькі математики дуже високо оцінювали дослідження Ляпунова. Адамар, Аппель, Дюем часто висловлюють своє захоплення результатами колеги. Офіційне визнання заслуги Ляпунова здобули у 1916 р., коли він був обраний членом-кореспондентом Академії наук, яка входила до складу Інституту Франції. Ось що писав у своїй замітці відомий математик, член Академії наук Поль Пенлеве: “Ляпунов вплинув на розвиток математики значним чином як викладанням своїм, так і своїми особистими численними плідними відкриттями... У механіці однією з проблем, в яку він зробив найбільш вагомий внесок, є основна проблема стійкості рівноваги... серед усіх зарубіжних учених. Ляпунов – один з тих, хто постає найбільш достойним для того, щоб стати кореспондентом Академії наук” [6, с. 378].

Однак у 1904 р. Ляпунова не обрали членом-кореспондентом. Питання про Ляпунова стало вже пізніше, це видно з листа відомого французького математика, віце-президента Академії наук (1908–1909 рр.), президента Академії наук у 1910 р., секретаря математичного відділення Академії у 1917 р., найвидатнішого математика XIX–XX ст. Еміля Пікара: “Творчість Ляпунова, члена Петроградської Академії наук, досить цінна... Багато з його праць були надруковані російською мовою й перекладені французькою дещо пізніше, а за цей час деякі його результати були заново відкриті різними авторами – з цим необхідно рахуватися, якщо ми будемо судити про оригінальність творчості видатного математика...”. Ляпунов дуже глибоко вивчає задачу стійкості руху. Ляпунов розглядає кілька випадків, знаходить у них спільний корінь. Розробляючи все нові й нові методи розв'язання цієї задачі, він відкриває широкий спектр для наукових досліджень. Ляпунов багато займався фігурами рівноваги однорідної рідини, елементи якої взаємно притягуються за законом Ньютона та яка рівномірно обертається навколо осі. Це питання ставив перед Ляпуновим його вчитель Чебишев, і воно не було вирішене, тому що існування таких фігур рівноваги було знайдено тільки в першому наближенні, але не точно. Але згодом Ляпунов заповнює цю прогалину й у 1903 р. йому вдається суворо встановити існування цих форм рівноваги. “Думаю, я сказав достатньо для доведення того, що праці Ляпунова – першокласні. Обравши його іноземним членом-кореспондентом, Академія внесе до своїх списків ім'я видатного геометра...” – писав Еміль Пікар у своїй доповіді до Академії наук [6, с. 381].

Так, 6 березня 1916 р. Ляпунова обрали членом-кореспондентом Академії наук.

Дуже цінно зауважити, що результати, отримані Ляпуновим, були істотно розвинуті й доповнені, а створені ним наукові напрями вирости в окремі галузі математики й мають найважливіші виклади у фізиці, радіофізиці, техніці й сучасних технологіях [7, с. 17].

Праці Ляпунова виходили спочатку тільки російською мовою і стали відомими у Франції, передусім, завдяки рефератам у французьких журналах. При цьому вони, як результат праці талановитого й перспективного вченого, швидко привернули увагу найвідоміших учених.

**Висновки.** Заслуги Ляпунова неоціненні. Це показує й той факт, що Ляпунов був шановним членом Харківського математичного товариства й Полтавського товариства любителів фізико-математичних наук, дійсним членом Московського математичного товариства й неодмінним членом товариства любителів природознавства, антропології та етнографії. У 1911 р. він був обраний почесним членом Харківського університету, у 1913 р. – почесним членом Петербурзького університету, у 1916 р. – почесним членом Казанського університету, 2 травня 1917 р. був обраний почесним членом Новоросійського (Одеського) університету.

Олександр Михайлович Ляпунов був членом Римської академії наук, членом-кореспондентом Паризької академії наук, членом математичної спілки в Палермо.

У подальшому передбачається розгляд педагогічної діяльності відомого математика: методи викладання, складені ним курси, методи роботи зі студентами. Передбачається детальніше розглянути постать О.М. Ляпунова, спираючись на спогади видатних його учнів.

#### **Список використаної літератури**

1. Цесевич В.П. Академик А.М. Ляпунов / В.П. Цесевич, А. Шульберг. – Одесса : Одесское областное изд-во, 1951. – 58 с.
2. Работы Ляпунова по механике в Харьковский период его деятельности // Записки математического отделения физико-математического факультета Харьковского университета и Харьковского математического общества. – 1956. – № 4 (24). – С. 34.
3. Цикало А.Л. Александр Михайлович Ляпунов / А.Л. Цикало. – М. : Наука, 1988. – 248 с.
4. О постоянных винтовых движениях твердого тела в жидкости // Сообщения Харьковского математического общества. – 1888. – № 1 (1). – С. 7–60.
5. Об устойчивости движения в одном частном случае задачи о трех телах // Сообщения Харьковского математического общества. – 1889. – № 2 (1–2). – С. 1–94.
6. Юшкевич А.П. А.М. Ляпунов и Академия Наук Института Франции / А.П. Юшкевич // Историко-математические исследования. – 1965. – Вып. 16. – С. 375–388.
7. Александр Михайлович Ляпунов (1857–1918). Библиографический указатель. Биографический очерк и обзор основных научных результатов. Труды А.М. Ляпунова. Литература о жизни и деятельности ученого / Н.Н. Кизилова. – Х., 2007. – 73 с.

*Стаття надійшла до редакції 21.02.2014.*

#### **Красникова А.А. Фигура А.Н. Ляпунова в математической науке XIX – XX вв.**

*В статье рассмотрена научная деятельность великого математика А.Н. Ляпунова. Показаны основные периоды научной деятельности: харьковский период 1885–1902 гг. (наиболее плодотворный) и период в Петербурге 1902–1918 гг. Выяснено, что именно в Харькове А.Н. Ляпунов сделал первые шаги преподавательской деятельности, а также основные научные открытия. Показаны и кратко описаны выдающиеся теории: устойчивости, фигур равновесия жидких масс; а также фундаментальный вклад в теории уравнений математической физики, вероятностей, периодических решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральных уравнений.*

**Ключевые слова:** наука, математика, Ляпунов, открытия.

---

**Krasnikova O. Personality A.M. Lyapunov in mathematical science XIX – XX centuries**

*The scientific work of the great mathematician A.M. Lyapunov. The following main periods of scientific activity – is Kharkov during the 1885–1902 period (the most productive), the period 1902–1918 in St. Petersburg he found out that it was in Kharkov A.M. Lyapunov took the first steps of teaching, and major scientific discoveries were made in the same period in Kharkiv. Show and briefly describes the most prominent theories invented Lyapunov. This stability theory, the theory of figures of equilibrium liquid mass, he also made fundamental contributions to the theory of equations of mathematical physics, probability theory, the theory of periodic solutions of systems of ordinary differential equations, the theory of integral equations.*

**Key words:** science, mathematics, Lyapunov, discovery.