

We considered the initial stage of the organization of the X-ray aid to the population in the Left-Bank Ukraine, after the establishment of Soviet power. We showed the role of skilled training of specialist for medical radiology in the process becoming of a new industry.

**Keywords:** history of the development of medical radiology, organization of the aid x-ray, training of radiologists, Left-bank Ukraine in the 1920s.

УДК 519.224(091)

**Т. В. КІЛОЧИЦЬКА**, канд. іст. наук, доцент, Чернігівський національний педагогічний університет імені Т. Г. Шевченка

## **ГЕНЕЗИС ДЕЯКИХ ПОНЯТЬ НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ В ПРАЦЯХ ВІТЧИЗНЯНИХ ВЧЕНИХ (ПОЧАТОК ХХ СТ.)**

Коротко розглянуто формування теорії нелінійних коливань школою Л. І. Мандельштама, створення нелінійної механіки українськими вченими М. М. Криловим та М. М. Боголюбовим, і в результаті цього генезис деяких наукових понять. Ці поняття пізніше були покладені в основу нелінійної динаміки - міждисциплінарної науки, в якій вивчаються властивості нелінійних динамічних систем.

**Ключові слова:** теорія нелінійних коливань, наукова школа, диференціальні рівняння, математичний апарат, нелінійна механіка

**Постановка проблеми.** В даній статті на основі аналізу праць вітчизняних вчених початку ХХ ст. висвітлюється генезис деяких понять нелінійної динаміки. В багатьох науках (математика, фізика, біологія, інформатика, інженерія, економіка, фінанси, філософія, психологія, медицина, робототехніка, політика тощо) застосовується апарат нелінійної динаміки. Нелінійна динаміка - міждисциплінарна наука, в якій вивчаються властивості нелінійних динамічних систем. Математичним апаратом нелінійної динаміки є теорія динамічних систем. Основне завдання цієї теорії - це дослідження кривих, що описуються диференціальними рівняннями. Сюди входять розбиття фазового простору на траєкторії і дослідження граничної поведінки цих траєкторій: пошук і класифікація положень рівноваги. Найважливіші поняття теорії динамічних систем - це стійкість (здатність системи як завгодно довго залишатися біля положення рівноваги або на заданому багатovidі) і грубість (збереження властивостей при малих змінах структури динамічної системи). У відкритті та формуванні основних понять нелінійної динаміки, вивченні основних властивостей нелінійних динамічних систем визначне місце займає вітчизняна наука, яка в значній мірі визначає сучасний стан цієї галузі. Результати А. Пуанкаре, О. М. Ляпунова, Л. І. Мандельштама, О. О. Андронова, Л. С. Понтрягіна, М. М. Крилова, М. М. Боголюбова є класичними і всесвітньо відомими.

© Т. В. Кілочицька, 2013

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання аналізу наукової творчості цих вчених викладені в працях багатьох авторів, зокрема С. М. Ритова, Е.С. Бойко, М.В. Бутеніна, А. С. Литвинко, А. М. Самойленка, Ю. О. Митропольського [1-7]. Однак, введення наукових понять О. М. Ляпуновим, Л. І. Мандельштамом, О. О. Андрономим, Л. С. Понтрягіним, М. М. Криловим, М. М. Боголюбовим в контексті формування нелінійної динаміки розглядається вперше.

**Мета статті** полягає в дослідженні передісторії нелінійної динаміки, в першу чергу генезису деяких її понять в працях вітчизняних вчених початку ХХ ст.

**Викладення матеріалу дослідження.** Французький вчений А. Пуанкаре та вітчизняний математик і механік О.М. Ляпунов є основоположниками якісних методів інтегрування диференціальних рівнянь. А. Пуанкаре при дослідженні задачі трьох тіл вперше описав гомоклінічні структури (1890), які пізніше стали одним з основних об'єктів нелінійної динаміки. Він висловив припущення, що розв'язки багатьох задач небесної механіки чутливі до початкових умов і тому рух тіл по орбітах є непередбачуваним.

В задачах А. Пуанкаре і О.М. Ляпунова про фігури рівноваги рідких мас, що обертаються, виникло поняття біфуркації. Під впливом ідей Пуанкаре Дж. Біркгоф ввів поняття динамічної системи (1912, 1927). У 20–30-х рр. ХХ ст. російська теоретична школа Л. І. Мандельштама (виходця з України) вперше використала якісні методи А. Пуанкаре і О. М. Ляпунова для вивчення тільки чисто періодичних режимів нелінійних коливань, побудувавши їх теорію.

Леонід Ісакович Мандельштам (виходець з України) і Микола Дмитрович Папалексі почали займатися проблемою самозбудження коливань в ламповому генераторі в 1918–1920 рр. в Одесі. Л.І. Мандельштам бачив необхідність створити хоча б для простішої моделі строгу теорію для опису становлення коливань з амплітудою, яка не залежить від початкових умов.

На Всесоюзній конференції з коливань в Інституті фізики Московського університету 12.11.1931 р. Л.І. Мандельштам вперше застосував термін нелінійні коливання”. Він дав класифікацію систем і процесів з фізичної точки зору та з точки зору диференціальних рівнянь [8, с. 59]. В цій доповіді Л.І. Мандельштам поряд з дослідженням лінійних коливань підкреслює необхідність створення поряд з лінійною коливальною культурою нової нелінійної коливальної культури, вироблення нелінійної інтуїції.

Л.І. Мандельштам створив наукову школу в Москві в 20-30 рр. ХХ ст., в якій почалося оформлення науки, що описує поведінку нелінійних систем різноманітної природи – теорії нелінійних коливань. Ця теорія в подальшому, з розширенням сфер застосування, переросла в нову галузь – фізику нелінійних явищ.

У 1927 р. він запропонував своїм аспірантам О. О. Андронову та М. О. Леонтовичу дві задачі, пов'язані з методом припасовування. Задача,

поставлена перед М. О. Леонтовичем, полягла в тому, щоб за допомогою методу припасовування дослідити роботу електромагнітного переривача і основну увагу зосередити на ідеалізації – питанні про незастосовність математичної моделі роботи переривача, яка не враховує самоіндукції, на що вперше вказав ще Дж. Релей. О. О. Андронову треба було дослідити питання стійкості періодичного розв'язку, який отримується методом припасовування, для довільних початкових умов, а потім, по можливості, підвести під цей метод строгу математичну базу. Працюючи над цією задачею, О. О. Андронов сформулював базові нелінійні поняття, серед яких важливе місце належить поняттю автоколивань. У 1927 р. О. О. Андронов захистив дисертацію «Граничні цикли Пуанкаре і теорія коливань», де вказав, що граничні цикли Пуанкаре – це автоколивання. В цій дисертації О. О. Андронов переніс основи математичного апарату А. Пуанкаре в теорію коливань. Цей апарат є надзвичайно наочний, за його допомогою можна геометрично зобразити будь-який стан динамічної системи.

На основі фундаментальних понять якісної теорії диференціальних рівнянь Пуанкаре – поняття характеристики, напівхарактеристики, особливої точки О. О. Андронов запровадив нові означення: поняття траєкторії, напівтраєкторії, стану рівноваги для системи. Він вказав на те, що дане А. Пуанкаре поняття окремої характеристики не повністю визначене, бо не з'ясовано поняття кривої, що задається диференціальним рівнянням [9, с. 371]. З метою уточнення цього поняття було введено поняття траєкторії замість поняття характеристики і дано його визначення.

О. О. Андронов у праці «Граничні цикли Пуанкаре і теорія коливань» також ввів у теорію нелінійних коливань метод точкових відображень, який американський вчений Дж. Біркгофф зробив основним інструментом теоретичного дослідження динамічних систем [10]. Дж. Біркгофф довів теорему, яка отримала назву «останньої теореми Пуанкаре» і була опублікована 1927 р., що періодичні рухи можуть слугувати основою для вивчення всіх рухів у задачі трьох тіл [11]. У 1930 р. О. О. Андронов та О. А. Вітт встановили відповідність між коливаннями в системах з багатьма степенями вільності і рекурентними рухами Біркгоффа. Результати застосування апарату точкових відображень до нелінійних задач вийшли в перше видання «Теорії коливань» [12]. В ній було розглянуто прості моделі маятникових годинників і автоколивання лампового генератора з  $Z$ -характеристикою залежності анодного струму від напруги на сітці, розв'язання нелінійних задач зводилось до розгляду точкового відображення прямою. Л. І. Мандельштам зазначив, що праця О. О. Андронова відкриває можливість побудови загальної теорії нелінійних коливань: «Тут ми маємо справді адекватний нашим нелінійним задачам математичний апарат, що не містить «лінійних згадувань», нехай достатньо не розроблений.

Спираючись на цей апарат, можна буде створити нові поняття, специфічні для нелінійних систем, можна буде виробити нові керуючі точки зору, які дозволять мислити нелінійно» [13, с. 6].

В якісній теорії диференціальних рівнянь і методі точкових перетворень Л. І. Мандельштам бачив ту базу, на основі якої подальший розвиток загальної теорії нелінійних коливань «буде слугувати <...> тому, що в складній галузі нелінійних коливань ще в більшій мірі, ніж це має місце зараз, викристалізуються свої специфічні загальні поняття, положення і методи» [13, с. 11–12]. Таким чином, закладено основи загальної теорії нелінійних систем, відбувся розвиток нелінійного мислення. О. О. Андронов писав: «Ідеї вироблення нелінійного мислення, яке опирається на тверду математичну базу, ідея створення наочних фізичних уявлень і понять, які мають в основі адекватні нелінійним фізичним об'єктам математичні уявлення і поняття, є основною ідеєю наукової творчості Л. І. Мандельштама в галузі теорії нелінійних коливань» [14, с. 107].

О. О. Андроном також перенесено в теорію коливань поняття «біфункційного значення параметра», «точки біфункції», «зміни стійкості». Вперше ці поняття з'явилися 1885 р. в мемуарі А. Пуанкаре про фігури рівноваги небесних тіл, де він розглянув залежність стану рівноваги консервативних систем від параметра в зв'язку з теорією рівноваги обертальної рідкої маси. На першій Всесоюзній конференції з коливань, яка відбулася в Москві в листопаді 1931 р., О. О. Андронов стисло, без доведень, виклав результати дослідження зв'язку, який існує між теорією залежності стаціонарних режимів катодного генератора від параметрів і теорією біфуркацій А. Пуанкаре. Далі він поширив цю теорію (теорію біфуркацій) на випадок коливальних систем, близьких до лінійних консервативних систем, а також побудував теорію «м'якого» та «жорсткого» збудження коливань [15].

Крім математичного апарату Пуанкаре, школою Л. І. Мандельштама в теорію коливань перенесено й методи О. М. Ляпунова. В 1892–1902 рр. О. М. Ляпунов розв'язав деякий клас систем нелінійних рівнянь та визначив поведінку інтегральних кривих рівнянь руху поблизу положення рівноваги. О. М. Ляпуновим було введено поняття характеристичних чисел (1892), що надалі привело до формування показників Ляпунова. Застосування теорії стійкості руху О. М. Ляпунова стало можливим після доведення в 1930 р. О. О. Андроном і О. А. Віттом нової теореми для з'ясування питання стійкості періодичних розв'язків [16]. Цього ж року вони вперше застосували цю теорію до вивчення питання захоплення в регенеративному приймачі (дослідження стійкості періодичних розв'язків) [17].

У 1937 р. О. О. Андроном і Л. С. Понтрягін в праці «Грубі системи» сформулювали вимогу стійкості за Ляпуновим [18]. О. О. Андронов писав, що рухи, які є реальними коливаннями, повинні бути стійкими по відношенню до малих змін початкових умов. У 1938 р. введено поняття негрубої динамічної системи, для якої малі зміни параметрів приводять до

зміни структури розбиття її фазової площини на траєкторії [19]. Крім того, такі терміни, як «стійке положення рівноваги», «стійкі періодичні та квазіперіодичні рухи», «стійкість у великому та малому», введено О.О. Андроновим на основі понять Пуанкаре та Ляпунова. На основі запроваджених понять грубої і негрубої систем О. О. Андронов розширив задачу Пуанкаре: не тільки з'ясування можливого характеру і поведінки окремої траєкторії, але і виявлення властивостей розбиття фазового простору динамічної системи на траєкторії. О. О. Андронова цікавив не тільки статистичний розгляд структури розбиття фазового простору динамічної системи, але і розгляд змін цієї структури розбиття при зміні самої системи, тобто при зміні функцій, що стоять в правих частинах рівнянь, які описують рух цієї системи і залежать від параметрів системи.

Паралельно з дослідженнями М. М. Криловим та М. М. Боголюбовим у 30-х рр. ХХ ст. у Києві розроблявся асимптотичний напрямок теорії нелінійних коливань – нелінійна механіка.

У 1930-х рр. М.М. Боголюбов досліджував нормальні структури точних розв'язків рівнянь і застосовував при цьому деякі топологічні методи, зокрема, дослідження А. Пуанкаре щодо характеристик на поверхні тора, доповнені 1932 р. французьким математиком Л. Данжуа відносно відображення тора на себе. М. М. Боголюбов дійшов висновку про те, що майже періодичність є скоріше за все винятком, аніж правилом. При цьому виникла потреба вивчення різних середніх значень динамічних змінних, які розглядаються як функції часу [20; 21].

Результати досліджень з ергодичної теорії були використані в монографії М.М. Крилова і М.М. Боголюбова «Застосування методів нелінійної механіки до теорії стаціонарних коливань» (1934) при створенні методу інтегральних багатовидів у нелінійній механіці. У цій монографії М. М. Боголюбов і М. М. Крилов ввели поняття інтегрального багатовиду [22, С. 323–337]. В класичних працях О. М. Ляпунова з теорії стійкості поняття інтегрального багатовиду неявним чином використовуються при вивченні критичних випадків. В теорії інтегральних багатовидів розглядають не індивідуальні розв'язки, а інтегральні багатовиди – не криві, а гіперповерхні, досліджують деякі функціональні рівняння, які визначають функції, які характеризують багатовиди.

В праці «Інваріантні і транзитивні міри в нелінійній механіці» (1936) М. М. Крилов та М. М. Боголюбов ввели важливе поняття ергодичної множини і довели, що в компактному просторі існує множина, яка може бути розбита на ергодичні множини, які є інваріантними при перетвореннях групи, і на кожному з них можна визначити нормовану, інваріантну і транзитивну міри [23]. Вони довели ряд теорем розбиття інваріантної міри на міри, локалізовані в ергодичних множинах. М. М. Крилов і М. М. Боголюбов

дослідили коливальні процеси з багатьма частотами для резонансного і нерезонансного випадків, узагальнили поняття еквівалентних параметрів [24, с. 395–410; 208–223]. Результатом стало формування окремої математичної дисципліни – ергодичної теорії або метричної теорії динамічних систем.

Отже, в процесі формування теорії нелінійних коливань в школі Л.І. Мандельштама (вихідця з України) та створення нелінійної механіки українськими вченими М.М. Криловим та М.М. Боголюбовим відбулося формування наукових понять, які стали базовими при становленні у 60-70-х рр. XX ст. нової міждисциплінарної науки – нелінійної динаміки.

**Список літератури:** 1. *Рытов С.М.* Развитие теории нелинейных колебаний в СССР / С.М. Рытов // Радиотехника и электроника. – 1957. – Т. 2, № 11. – С. 1435–1447. 2. *Некоторые исследования в области нелинейных колебаний, проведенные в СССР, начиная с 1935 г.* / [Папалекси Н.Д., Андронов А.А., Горелик Г.С., Рытов С.М.] // Успехи физических наук.– 1947. – Т. 33, вып. 3. – С. 335–352. 3. *Бойко Е.С.* Школа академика А.А. Андропова / Бойко Е.С. – М.: Наука, 1983. – 200 с. 4. *Бутенин Н.В.* Работы А.А. Андропова и его школы по теории нелинейных колебаний / Н.В. Бутенин // Динамика систем. – 1977. – Вып. 12. – С. 3–11. 5. *Литвинко А.С.* Историко-научовий аналіз формування та розвитку Київської школи математичної та теоретичної фізики М.М. Боголюбова: дис. ... канд. ф.-м. наук: 01.05.05. / Литвинко Алла Степанівна – К., 1997. – 174 с. 6. *Самойленко А.М.* Н.Н. Боголюбов и нелинейная механика / А.М. Самойленко. // УМН. – 1994. – Вып. 5. – С. 103–146. 7. *Митропольский Ю.А.* Роль Николая Николаевича Боголюбова в развитии теории нелинейных колебаний / Ю.А. Митропольский. // УМЖ. – 1999. – Т.51, № 8. – С. 1014–1035. 8. *Мандельштам Л.И.* Вопросы электрических колебаний систем и радиотехники / Л.И. Мандельштам // Мандельштам Л.И. Полное собрание трудов / Мандельштам Л.И. – М.: Изд. АН СССР, 1948.– Т. 3.– С. 52–86; те саме // УФН. – 1933. – 13, вып. 2. – С. 161–194. 9. *Андронов А.А.* Примечания / А.А. Андронов // Пуанкаре А. О кривых, определяемых дифференциальными уравнениями / Пуанкаре А. – М.: Гостехтеориздат, 1947. – С. 371–390. 10. *Андронов А.А.* Предельные циклы Пуанкаре и теория колебаний / А.А. Андронов // Андронов А.А. Собрание трудов. / Андронов А.А. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. 32–33. 11. Биркгоф Дж. Д. Динамические системы / Биркгоф Дж.Д. – М.: Гостехиздат, 1940. – 320 с. 12. *Андронов А.А.* Теория колебаний / А.А. Андронов, С.Э. Хайкин – М.-Л.: ОНТИ, 1937. – 519 с. 13. *Андронов А.А.* Теория колебаний / А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин. – М.: Физматгиз, 1959. – 915 с. 14. *Академик Л. И. Мандельштам.* [сборник] К 100-летию со дня рождения – М.: Наука, 1979. – 312 с. 15. *Андронов А. А.* Применение теории Пуанкаре о «точках бифуркаций» и «смене устойчивостей» к простейшим автоколебательным системам / А.А. Андронов, А. Г. Любина // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 1935. – Т. 5, вып. 3/4. – С. 296–306. 16. *Андронов А.А.* Об устойчивости по Ляпунову / А.А. Андронов, А.А. Витт // Андронов А.А. Собрание трудов – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. 140–141. 17. *Андронов А.А.* К математической теории захватывания / А. А. Андронов, А. А. Витт // Журн. прикл. физики. – 1930. – Т. 7, вып. 4. – С. 3–17. 18. *Андронов А. А.* Грубые системы / А. А. Андронов, Л.С. Понтрягин // Докл. АН СССР.– 1937. – Т. 14, №5. – С. 247–252. те саме // Андронов А. А. Собрание трудов / Андронов А. А. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. 183–187. 19. *Андронов А. А.* К теории изменения качественной структуры разбиения плоскости на траектории / А. А. Андронов, Е.Н. Леонтович // Докл. АН СССР.– 1938.– Т. 21, №9.– С. 247–252. 20. *Боголюбов Н.Н.* Sur l'approximation des fonctions par les sommes trigonometriques / Н.Н. Боголюбов // ДАН СССР.– А.– 1930.– № 6.– С. 147–152. 21. *Боголюбов Н. Н.* Sur l'approximation trigonometriques des fonctions dans l'intervalle infini / Н.Н. Боголюбов // Изв. АН СССР.– 1931. – №1/2. – С. 23–54. 22. *Крылов Н.М.* Приложение методов нелинейной механики к теории стационарных колебаний / Н.М. Крылов, Н.Н. Боголюбов. – К.: Изд-во ВУАН, 1934. – 108 с. 23. *Kryloff N.* Les mesures invariants et transitives dans la mecanique non lineaire (Инвариантные и транзитивные меры в нелинейной механике) / N. Kryloff, N. Bogolioboff // Mat. сборник. – 1936. – Т. 1 (43), №5. – С. 707–711. 24. *Крылов Н.М.* Введение в нелинейную механику (Приближенные и асимптотические методы нелинейной механики) / Н.М. Крылов, Н.Н. Боголюбов // Зап. Каф. математической физики АН УССР.

– 1937. – Т. 1–2. – 364 с. Те саме (скорочено): // Н. Н. Боголюбов збірник творів. Т. 1. / Н. Н. Боголюбов – С. 338–410.

*Надійшла до редколегії 15.10.2012*

УДК 519.224(091)

**Генезис деяких понять нелінійної динаміки в працях вітчизняних вчених (початок ХХ ст.) / Т. В. Кіличицька** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Історія науки і техніки. – Х. : НТУ «ХП», 2013. – № 10 (984). – С. 57–63. – Бібліогр.: 29 назв.

Кратко рассмотрено формирование теории нелинейных колебаний школой Л. И. Мандельштама, создание нелинейной механики украинскими учеными Н. М. Крыловым и Н. Н. Боголюбовым, и в результате этого исследован генезис некоторых научных понятий. Эти понятия легли в основу нелинейной динамики – междисциплинарной науки, которая изучает свойства нелинейных динамических систем.

**Ключевые слова:** теория нелинейных колебаний, научная школа, дифференциальные уравнения, математический аппарат, нелинейная механика

A short history of the formation of the general theory of non-linear fluctuations in the L. I. Mandelstam school has been revealed; the formation by the Ukrainian scientists M. M. Krylov and M. M. Bogolubov of a new branch of non-linear fluctuations theory – asymptotical theory of non-linear fluctuations or non-linear mechanics in the 30-th of the XX c. has been covered, and as result of it's the formation and development of some concepts of non-linear dynamics was investigated.

**Keywords:** theory of nonlinear vibrations, scientific school, differential equalizations, mathematical vehicle, nonlinear mechanics.

УДК:619:616.577

**А.Г. КОРОЛЬОВ**, канд. вет. наук, Національний науковий центр  
«Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», Харків

## **ІСТОРІЯ ЛАБОРАТОРІЇ ВИВЧЕННЯ ХВОРОБ МОЛОДНЯКА У НАЦІОНАЛЬНОМУ НАУКОВОМУ ЦЕНТРІ «ІНСТИТУТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ І КЛІНІЧНОЇ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ»**

В даній статті показана історія лабораторії вивчення хвороб молодняка Національного наукового центру «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини» - першого науково-дослідного інституту України в області ветеринарної медицини.

**Ключові слова:** лабораторія, хвороба, ветеринарна медицина, дослідження, діагностика.

Проблема шлунково-кишкових захворювань молодняка сільськогосподарських тварин є дуже актуальною. Загибель новонароджених тварин відбувається, головним чином, внаслідок хвороб шлунково-кишкового тракту. На цей час більшість дослідників та практикуючих фахівців ветеринарної медицини вважають, що ці захворювання виникають у результаті патогенного впливу асоціації мікроорганізмів, серед яких провідне місце належить патогенним ешерихіям і сальмонелам.

© А. Г. Корольов, 2013