

## ВНЕСОК ЛЬВІВСЬКИХ ФІЗИКІВ ДО УТВЕРДЖЕННЯ АТОМНОЇ ТЕОРІЇ БУДОВИ РЕЧОВИНИ ДЖОНА ДАЛЬТОНА

Кожушко Б. В.

(Інститут фізики НАН України, Київ)

*В статье исследуется место и роль двоих представителей львовской школы физиков в победе учения об атомном строении вещества. Если о выдающемся польском физик-теоретике профессоре Львовского университета Марьяне Смолуховском достаточно хорошо известно, то приоритетные работы по броуновскому движению и ультрамикроскопии профессора экспериментальной физики Львовской Высшей политехнической школы Лукаша Бодашевского открываются автором в украинском науковедении впервые.*

*The article examines the role of the two representatives of the Lviv cohort of physicists in development and ultimate acknowledgment of the theory of atomism. The works on atomism of renowned Polish theoretical physicist Maryan Smolukhovsky, professor of the Lviv University, are well known to the Ukrainian scientific community, whereas the name of Lukasz Bodashevsky, professor of experimental physics in the Lviv High Polytechnic School, and his works on Brownian movement and ultramicroscopy are revealed to the Ukrainian science world for the first time.*

Понад два століття тому, а саме 6 вересня 1803 р., англійський фізик і хімік Джон Дальтон (John Dalton, 1776-1844) в своєму лабораторному журналі склав першу таблицю атомної ваги деяких хімічних елементів. Відтоді закладений реальний початок сучасної теорії хімічного атомізму і почала здійснюватися заповітна мрія багатьох попередніх поколінь науковців – пізнання істинної будови тіл в навколишньому природному середовищі. Проголосивши теорію атомної будови матерії, вчений здійснив переворот в науці.



Популярність Д. Дальтона зростала від дня до дня, про нього заговорили за межами Англії, його атомна теорія зацікавила вчених континентальної Європи.

Доречно згадати, що атомізм (вчення про атоми) як натурфілософська і фізична теорія виник ще в давньогрецькій філософській школі V-IV ст. до н.е., і саме

тому назва „атом” грецькою мовою означає „неподільний”. Гострі, а часом навіть жорсткі, дискусії щодо існування атомів як найменших неподільних часток хімічних елементів не вщухали в науковому середовищі до середини XIX ст., а припинилися лише на самому початку XX ст. після остаточної перемоги вчення про атомну будову речовин. Так, ще навіть в 1900 р. такі видатні вчені як фізик Э. Мах і фізикохімік В. Оствальд (лауреат Нобелівської премії по хімії 1909 року) заявляли, що не бажать розглядати атоми інакше як гіпотезу. Але завдяки видатному успіхові двох фізиків-теоретиків, один з яких працював тоді на теренах Західної України, буквально через п'ять років ситуація стрімко змінилася на користь незаперечного визнання атомів.

Чим глибше проводилися дослідження, тим чіткіших обрисів набирало на-

укове передбачення про існування поряд з атомами ще одного виду частинок речовини – молекул (комплексів мікрочастинок), які складаються з двох чи декількох атомів. Д. Дальтон також говорить про атоми і молекули, але не надавав значення їхнім якісним відмінностям, вважаючи молекули складними атомами, а різницю між ними бачив лише кількісну. Однозначне розмежування понять атома і молекули було закріплено лише в 1860 р. на Міжнародному з'їзді хіміків в м. Карлсруе. Це відбулося завдяки значним досягненням хімії у проблематиці вчення про речовину, які утвердили уявлення про існування згаданих вище двох видів мікрочастинок.

Наукові результати Дальтона надихнули прихильників атомно-молекулярного вчення на подальші здобутки. Так, на середину XIX ст. зусиллями, в першу чергу, німецьких фізиків Г. Гельмгольца (обґрунтував у 1847 р. закон збереження енергії) та Р. Клаузіуса (відкрив у 1850 р. другий закон термодинаміки), а трохи пізніше австрійського фізика Л. Больцмана (розвинув атомістичну теорію тепла до стрункої, внутрішньо неконфліктної системи) сформувалася революційна наукова концепція теорії теплоти як перенесення кінетичної енергії від одного тіла до іншого в результаті взаємних та неперервних зіткнень частинок, з яких складаються ці тіла.

Нова теорія отримала назву молекулярно-кінетичної теорії (М-К.Т) теплоти і в її основу Больцманом покладені уявлення про те, що всі тіла – тверді, рідкі і газоподібні – складаються із молекул, які перебувають у безперервному русі. В сучасній теоретичній фізиці термін „М-К.Т” вже не використовується, хоча

він ще зустрічається в підручниках по курсу загальної фізики, а саме поняття „М-К.Т” замінено на „фізична кінетика” та „статистична фізика і механіка”.

Створення такої (М-К.Т) теорії теплоти, здавалося, мало б назавжди поховати популярні (але помилкові!) в тогочасному науковому світі концепції: а) існування особливої теплової речовини „теплороду” і „флюїдної теорії” теплоти, суть якої полягала в перетіканні теплоти як рідини від одного тіла до іншого та б) енергетизму – вчення, яке розглядало енергію як виключно єдину першооснову Всесвіту. Але, як з'ясувалося, для цього потрібні були ще значні зусилля вчених-атомістів протягом півстоліття. З цією метою фізикам-теоретикам на початку XX ст. довелося скористатися результатами досліджень, отриманих ще в першій половині XIX ст. шотландським біологом Робертом Броуном (Robert Brown, 1773-1858).

Саме він у 1827 р., спостерігаючи під оптичним мікроскопом за хаотичним імпульсним рухом дрібних часточок квіткового пилку зважених (завислих) у водному розчині, випадково побачив нове незрозуміле для нього явище. Броун встановив, що спостережувані часточки повинні мати розміри близько 1 мікрметра і менше, щоб вони могли здійснювати неупорядковані незалежні рухи, описуючи при цьому складні зигзагоподібні траєкторії. Рух часток ніколи не припинявся, його інтенсивність не залежала від часу, але зростала із збільшенням температури водного розчину, зменшенням його в'язкості та розмірів частинок. Окрім того трохи пізніше Броун довів, що відкрите ним явище характерне не тільки для органічних часточок, а і для

неорганічних також, тобто не залежить від їхньої хімічної природи.

Значно пізніше (1888 р.) французький фізик-експериментатор Льюїс Гуї (Louis Georges Gouy, 1854-1926) після проведення тривалих досліджень переконається, що переміщення частинок неможливо пояснити впорядкованим рухом теплових конвекційних потоків, які ми візуально бачимо, наприклад, для пилинок у повітрі в падаючому сонячному промені. Він довів, що рух частинок неупорядкований, хаотичний, не залежний від зовнішніх умов, а дві частинки на відстані власного діаметра частіше за все починають рухатися в протилежні сторони.

Така поведінка частинок отримала загальновідому сьогодні назву „броунівський рух” (Б.р) й саме цьому явищу, відкритому на початку ХІХ ст., лише в наступному столітті випала честь стати одним із трьох основних доказів реальності існування М-К.Т теплоти. Броунівський рух є найвлучнішим наочним експериментальним підтвердженням суті молекулярно-кінетичної теорії як хаотичного теплового руху атомів і молекул, бо неупорядкований імпульсний рух дрібних часток речовини, зважених в рідині або газі, відбувається завдяки дії теплових ударів молекул оточуючого середовища (рідини, газу). Розглядати Б.р, напевно, потрібно як дар людині від природи, тому що через видиме спостережуване явище з'явилась можливість пізнати невидиму структуру матерії навколишнього світу.

Пояснити фізичну природу явища Броун не зміг, більше того, пройшло немало часу, допоки в 1905-1906 рр. один з найбільш визначних фізиків ХХ ст.,

майбутній лауреат Нобелівської премії 1921 року Альберт Ейнштейн (1879–1955) і професор теоретичної фізики Львівського університету **Мар'ян Смолуховський** (Marian Ritter von Smolan Smoluchowski, 1872-1917) незалежно один від одного своїми працями по теорії Б.р довели істинність атомістичної теорії теплоти. Вчені майже одночасно усвідомили, що таємниче і, на перший погляд, не зрозуміле явище, яке відкрив Броун, може послужити найкращим підтвердженням правоти атомної теорії будови речовини. З цієї причини вони дуже активно взялися розробляти його теоретичне пояснення за допомогою математичного апарату.

Наукова прозорливість як Ейнштейна, так і Смолуховського полягала в тому, що обидва пов'язували молекулярно-кінетичні характеристики речовини не з істинним шляхом, який реально проходить броунівська частинка, а із середнім зміщенням центра мас частинки за певний проміжок часу.

Цікаво, що А. Ейнштейн на той час був мало кому відомим експертом Патентного бюро швейцарського міста Берна. Його стаття, опублікована в травні 1905 р. у німецькому фізичному журналі „Annalen der Physik” [1], називалась „Про рух завислих в нерухомій рідині частинок, що вимагається молекулярно-кінетичною теорією теплоти”. Вже самою назвою статті учений хотів доказати, що з М-К.Т будови матерії як необхідність впливає сам факт існування випадкового руху найдрібніших твердих частинок в рідинах.

Навіть не всім фахівцям відомо, що дослідженнями Б.р М. Смолуховський розпочав займатися ще з 1900 р., задовго

до праць Ейнштейна. Про це пише сам Смолуховський: „*Питання про суть відкритого ботаніком Броуном (1827 р.) явища змулених у рідині мікроскопічних частинок, яке багато дискутувалося, нещодавно було підняте у двох теоретичних працях Ейнштейна, результати яких достатньо відповідають тим, які я одержав декілька років тому, виходячи зовсім з інших міркувань... Я сподіваюсь допомогти поясненню цього цікавого явища, тим більше, що мій метод є більш безпосереднім і простим, а тому може бути переконливішим, ніж метод Ейнштейна*” [2].

Підходи до розв’язання задачі львівського фізика відрізнялися від ейнштейнових: як прихильник статистичної фізики він шукав експериментальне підтвердження ідеї Больцмана. Учений зрозумів, що перевірити на практиці теорію Больцмана можливо лише там, де статистична теорія, як більш загальна, виходить за рамки термодинаміки [3]. Хоча вихідні позиції Смолуховського відрізнялися від ейнштейнівських, зате результати співпали досить точно. Сьогодні вже загально прийнято вважати, що результат отриманий львівським професором простішим способом і тому він є більш переконливим.

У чому ж полягав підхід Смолуховського?

Згідно до розповсюдженої на той час хибної думки німецького ботаніка К. Негелі (1879) та інших, броунівська частинка повинна мати у середньому нульове зміщення (тобто не повинна рухатися), оскільки молекули середовища штовхають її одночасно зі всіх сторін з однаковою ймовірністю. Пояснюється це тим, що у XIX ст. вчені не вміли те-

оретично описувати за допомогою математичного апарату процеси випадкового руху. Заслуга Смолуховського як раз в тому, що для розв’язання задач такого типу він вперше застосував математичний аналіз, що ґрунтувався на революційному припущенні: безнадійно складну динамічну задачу можна замінити відносно простим імовірнісним трактуванням. Іншими словами, наслідок кожного зіткнення часточки речовини із молекулою середовища моделюється по типу підкидання монети „орел-решка”, а динамічні закони механіки лише визначають базові значення імовірностей у кожному елементарному акті взаємодії. Застосувавши цю ідею Смолуховський зумів вивести формулу руху броунівської частинки, яка пов’язує її середньоквадратичне зміщення і поточний час спостереження [4]. Ця формула ввійшла до золотого фонду світової науки і відома як „рівняння Смолуховського – Ейнштейна”.

Вперше застосовані Смолуховським оригінальні методики і отримані результати теорії Б.р стали основою для наступних багатьох наукових відкриттів. В подальшому, використовуючи отримані результати, здійснюючи власну програму встановлення зв’язку між Б.р, дифузиею і флуктуаціями, Смолуховський створив теорію флуктуацій, а на її основі побудував теорію колоїдних розчинів. Слід зазначити, що описана в попередньому абзаці ідея Смолуховського покладена сьогодні в основу сучасної теорії стохастичних процесів як у природничих науках, так і в економіці.

Польський фізик зі світовою славою М. Смолуховський працював у Львові з 1899 р. до 1913 р. Серед основополож-

них праць львівського періоду життя вченого є „До кінетичної теорії броунівського молекулярного руху і суспензії” (1906), „Середній рух газових молекул і його зв’язки з теорією дифузії”. За розробку теорії Б.р Академія мистецтв і наук (м. Відень) нагородила вченого престижною премією ім. Л. Гайтінгера.

На щастя, в Державному архіві області збереглася особова справа професора М. Смолуховського, розпочата у 1899 р., а закінчена в 1913 р., яка містить 54-и аркуші оригінальних документів [5]. Ознайомлення зі справою дало можливість уточнити деякі деталі. Так, велику цінність представляє описаний власною рукою вченого його життєвий шлях (36-38 листи справи), або так зване CV (Curriculum Vitae), із переліком наукових праць. Цей документ датований 24 лютого 1899 р. і встановлює невідомий раніше початок переходу Смолуховського з посади асистента кафедри теоретичної фізики на посаду приват-доцента. У справі зберігся оригінальний рукописний варіант першої статті на тему кінетичної теорії теплоти [6] з власними правками автора, яку вчений направив до друку у 1900 р. Також справа містить багато документів, які стосуються численних наукових закордонних відряджень вченого: запрошення, клопотання, дозволи, звіти і т.п.

Після переїзду зі Львова до Кракова, займаючи адміністративні посади завідуючого кафедрою експериментальної фізики, декана філософського факультету, а потім ректора знаменитого у Східній Європі Ягеллонського університету, Смолуховський інтенсивно працює як науковець, продовжує плідно використовувати здобутки львівського наукового

періоду свого життя. Перебуваючи на посаді ректора, передчасно помер в 1917 р. у 45-ти річному віці. В жодній публікації не згадується місце поховання великого польського фізика, але автор встановив його: це старовинний Раковицький цвинтар (Cmentarz Rakowicki) у Кракові [7].

Теоретичні результати двох відомих фізиків незабаром блискуче підтвердилися експериментальними працями Ж. Перрена і Т. Сведберга. Після цього уже ні у кого не було жодних сумнівів щодо існування атомів та молекул як первісних частинок будь-якої речовини у Всесвіті.

Приємно зазначити, що помітну роль у цьому успіхові світової науки відіграли вчені, які працювали на території сучасної України. У вітчизняній науковій літературі з питань історії науки і техніки є публікації, які висвітлюють достатньо повно видатну роль лише М. Смолуховського, але про другого львівського вченого-дослідника Б.р у науковому світі знають набагато менше, а статті про нього у нас взагалі відсутні.

Ним був **Лукаш Ян Бодашевський** (Bodaszewski Łukasz Jan, 1849-1908?), який працюючи тоді у Вищій політехнічній школі (сучасна назва з 2000 р. Національний університет „Львівська політехніка”) – найстарішому технічному навчальному закладові України та Східної Європи – на посаді асистента професора фізики, вперше у світі спостерігав, описав та пояснив Б.р у газоподібному середовищі (хаотичні переміщення часточок тютюнового диму у повітрі). На пленарному засіданні Наукового природничого товариства польських вчених ім. Коперніка у Львові, яке відбулося 8 лютого 1881 р., Бодашевський зробив

на цю тему знамениту доповідь „O ruhu czasteczek ciał w stanie lotnym”. Свій виступ вчений супроводжував наглядною експериментальною демонстрацією. Б.р і того ж року праця була опублікована в науковому журналі „Космос”, який видавало товариство ім. Коперніка [8].

Слід зазначити, що відкриття львівського фізика було б неможливим, коли б він не використав замість звичайного оптичного мікроскопа виготовлений ним так званий ультрамікроскоп. Ультрамікроскопом називають оптичний прилад, в якому об'єкти досліджень освітлюються дуже сильним світловим пучком збоку, а спостерігаються на темному полі. Тому зважені часточки (наприклад, диму) в повітрі бачимо у вигляді яскравих точок на темному полі зору. Завдяки спеціальному способу освітлення значно зростає коефіцієнт збільшення мікроскопу, і лише це дало змогу Бодашевському раніше від усіх спостерігати за переміщеннями найдрібніших колоїдних часточок диму в повітрі. В 1881 р. він публікує у найстарішому технічному журналі Європи статтю [9], в якій описує ультрамікроскоп власної конструкції. Фактично це можна вважати доказом відкриття нового оптичного приладу. Підтвердженням цього може бути сучасна (2001 р.) фундаментальна наукова монографія, де у розділі „Історичні аспекти аерозольних вимірювань” визнається пріоритет відкриття ультрамікроскопу за Бодашевським [10].

Документальні факти однозначно свідчать: польський вчений, який все життя прожив у Львові, використовував у своїх експериментах ультрамікроскоп власної конструкції ще у 1881 р. На жаль, офіційна історія науки вважає, що

розробили ультрамікроскоп для дослідження колоїдних розчинів і виготовили його на заводах фірми Карла Цейса в м. Йені австрійський хімік Р. Зигмонді разом із німецьким фізиком Г. Зідентропфом. Але відбулося це лише в 1903 р. До того ж, Ріхард Зигмонді отримав в 1925 р. Нобелівську премію з хімії за видатні результати дослідження природи колоїдних розчинів та створення для цього необхідних приладів і методик (ультрамікроскопія). Треба зазначити, що такі неприємні факти в історії науки і техніки не поодинокі. На думку автора, найчастіше вони трапляються з тими ученими та винахідниками, за спинами яких не стояла їхня власна національна держава. Так було і в цьому випадку: від 1872 до 1918 рр. Польща не існувала як самостійна держава, а її етнічна територія була розділена між трьома імперіями. Схожа доля спіткала відомого українського фізика Івана Пулюя у спірному питанні першості відкриття Х-променів: тоді українські землі також були розділені, але поміж двома імперіями.

Через рік Бодашевський опублікував ще одну статтю в журналі “Космос” [11], в якій: провів огляд досягнень у вивченні Б.р вченими попередниками, дуже детально описав методику свого експерименту, переконливо довів, що ним спостерігалось якраз явище Б.р, а не щось інше. Використовуючи окрім тютюнового диму також дим від горіння паперу, солей амонію в момент їх утворення, випарів фосфорної кислоти, парів (водного розчину) соляної кислоти та азотної кислоти Бодашевський довів, що отримані результати не залежать від типу зважених у повітрі часточок. Крім того вчений-дослідник розробив

власну модель спостережуваного явища (так звану „модель кульок”), обрахував діаметри та швидкості переміщення кульок-часточок.

Важливість дослідів Бодашевського високо оцінював Смолуховський, який посилався на його публікації, цитував їх та використовував отримані ним розміри часток у власних статтях і монографії про Б.р.

Ім'я вченого в Україні незаслужено забуто. Достатньо сказати, що про Л. Бодашевського та його здобутки немає жодної згадки у сучасній (2008) об'ємній науковій монографії, присвяченій історії Національного університету „Львівська політехніка” [12]. Більше того, навіть у фундаментальній книзі „Польські вчені XIX і XX століть” („Uczeni polscy XIX-XX stulecia”), п'ять томів якої видані у Варшаві з 1994 по 2002 рр., також відсутнє ім'я вченого. В колишньому СРСР хоча і визнавалася його першість у дослідженнях Б.Р в газах, але тільки одним реченням та й то лише хіміками [13].

Авторові не вдалося знайти жодних згадок про вченого ні в Центральному державному історичному архіві України (м. Львів), ні в Державному архіві Львівської області, куди були передані всі документи Вищої політехнічної школи включно з особовими справами професорсько-викладацького складу. Для уникнення плутанини і непорозуміння доречно відзначити, що ця навчальна інституція протягом часу свого існування не один раз змінювала назву: під час заснування (1844) відома як Технічна Академія у Львові, від 1877 р. як Вища політехнічна школа, яку в 1921 р. перейменовують у Львівську Політехніку, а з 1939 р. це вже Львівський політехнічний інститут.

На жаль, маємо дуже скупу інформацію про життєвий шлях видатного ученого. Так і не вдалося відшукати, коли та де здобув майбутній фізик базову шкільну освіту, не знайшлося жодної його індивідуальної або хоча б колективної фотографії. Друковані та електронні джерела дають дві різні дати смерті ученого – 14.02.1907 р. [14] та 1908 р., але без числа і місяця [15, 16]. Лише в одній науковій праці згадується точний час і місце його народження – 18 жовтня 1849 р., м. Львів [14]. Там же можна дізнатися, що Бодашевський закінчив Технічну Академію у Львові (1872), і працював інженером на будівництві стратегічної для Галичини залізниці сполученням Львів – Стрий. Працює вже у Вищій Політехнічній школі розпочав на посаді асистента професора кафедри загальної фізики з 1877 р. і перебував на ній до 1882 р. В 1881-82 рр. у зв'язку із важкою хворобою ректора інституту Ф. Стжелецького викладав замість нього фізику, фактично виконуючи професорські обов'язки. Після його смерті (1883) отримав звання професора фізики. Слід згадати, що саме на цей же період часу випадають пріоритетні дослідницькі роботи ученого над проблематикою броунівського руху.

Від 1902 р. наукові інтереси ученого змінилися: він стає професором кафедри гідробудування Львівської політехніки, займається теоретичною гідромеханікою та гідравлікою, і в тому ж році розробляє оригінальну теорію хвилеподібного руху води. Формула Бодашевського, яка описує плинність води, назавжди увійшла у фонд світової науки.

Все життя вченого пов'язане зі Львовом, тут він народився тут і похований на полі № 17 музею-заповідника „Ли-

чаківський цвинтар” [15]. У Путівнику для туристів і гостей, які відвідують кладовище, віддається шана Лукашеві Бодашевському лише як авторові теорії хвилеподібного руху води. Про це ж свідчить і напис на надмогильній плиті. Але, на жаль, немає ніякої згадки про відкриття ним явища Б.р для газів.

Спираючись на дослідження проведені Броуном, Бодашевським, Гуї та іншими експериментаторами, використовуючи теоретичні результати Смолюховського та Ейнштейна, в 1908-1909 рр. французький фізик Жан Баттист Перрен (Jean-Baptiste Perrin, 1870–1942) провів блискучу серію дослідів, які підтвердили правильність пояснення феномена Б.р фізиками-теоретиками. Стало остаточно ясно, що спостережувані хаотичні рухи броунівських частинок – це наслідок міжмолекулярних співударів. Крім того рівняння Смолюховського-Ейнштейна дозволило французу піти далі: проаналізувати та оцінити середнє число атомів і/або молекул, які співударяються із зваженою в рідині часточкою за певний проміжок часу і, через цей показник, розрахувати молярні числа різних рідин. Отримані результати дозволили Перрену дещо пізніше (в 1926 р.) стати лауреатом Нобелівської премії по фізиці за відкриття седиментаційної рівноваги емульсій, що стало одним із переконливих доказів існування молекул.

Шведський фізико-хімік Теодор Сведберг (Theodor H.E. Svedberg, 1884-1971), фотографуючи сліди колоїдних частинок в ультрамікроскопі, виконав (1906) на різноманітних колоїдних об'єктах експериментальну перевірку теорії флуктуацій Смолюховського. Отримані результати, описані в доктор-

ській дисертації шведа „Вчення про колоїдні розчини” (1907), мали вирішальне значення для доведення реальності існування молекул і обґрунтування сучасних молекулярно-кінетичних уявлень. Сведберг ретельно визначив коефіцієнти дифузії в колоїдних розчинах золота, сірки та інших. Знаменитий фізикохімік Вільгельм Освальд, який до останнього заперечував існування атомів та молекул, у відгуку на дисертацію шведського вченого змушений був визнати себе переможеним і написати: „Отримую перший доказ кінетичної теорії”. Таким був фінал драматичної столітньої дискусії про атомну теорію Джона Дальтона.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Einstein A. Über die von der molekularinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen / Annalen der Physik.-1905.-Band 17.- S.549–560.
2. Литвинко А. С. Становлення статистичної фізики в Україні (30-60 рр. XX ст.).- Київ: Вид-во „Фенікс”.- 2009.- С.110
3. Форостяна Н. П. Історичні аспекти у вивченні молекулярної фізики в середніх загальноосвітніх навчальних закладах України: Дис...канд.пед.наук:13.00.02 / Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова.- Київ.-2002.- С.114-118
4. Von M. von Smoluchowski. Zur kinetischen Theorie der Brownschen Molekularbewegung und der Suspensionen / Annalen der Physik.- 1906.- Band 21.- S.756–780
5. Державний архів Львівської області (ДАЛО).- Ф 26.- Оп.5.- Спр.1762.- Арк.1-54
6. ДАЛО.- Ф.26.- Опис 5.-Спр.1762.- Арк..45 ( стаття опублікована: Smoluchowski M. O nowszych postępiach na polu teoryj kinetycznych materij // Prace matematyczno-fizyczne.- 1900. -Tom.12.- S. 112-135.
7. [http://pl.wikipedia.org/wiki/Cmentarz\\_Rakowicki](http://pl.wikipedia.org/wiki/Cmentarz_Rakowicki)



8. Bodaszewski, L. J. O ruchu czasteczek ciał w stanie lotnym. [On the motion of the particles of bodies in the volatile state ] / Kosmos (Lwow): czasopismo polskiego Towarzystwa przyrodników imienia Kopernika.- `1881.- # 6.- Str. 49.
9. Bodaszewski, L. J. Rauch und Dampf unter dem Mikroskop / Dinglers Politech. Journal.- 1881.- Bd.5.- S. 325.
10. Aerosol measurement: principles, techniques and applications /edited by Paul A. Baron and Klaus Willeke, (2<sup>nd</sup> edition). - New York: by John Wiley & Sons, Inc.,- 2001.- P.6, S.19.
11. Bodaszewski, L. J. Wyniki niektórych doświadczeń fizycznych / Kosmos (Lwow).- 1882.- #7.- Str. 177-182.
12. Національний університет „Львівська політехніка” / під загред. Ю.Я. Бобало.- Київ.- Видав-чий.центр „Логос Україна”.- 2008.- 57 с.
13. Думанський А. В. Учение о коллоидах (издание третье).- Москва-Ленинград.: Гос. научно-техн.изд-во химич. лит-ры,- 1948.- С.88.
14. Z. Popławski. Wykaz pracowników naukowych Politechniki Lwowskiej w latach 1844-1945.- Wroclaw.- Wyd-ctwo Politech. Wroclaw.- 1993.- S.109
15. Лупій Г. Львівський історико-культурний музей заповідник “Личаківський цвинтар”.- Львів.- Вид-во ”Каменяр”.- 1996.- С.231
16. F. Kucharzewski. Szkoła Politechniczna Lwowska / Przegląd Techniczny.- Warszawa.- 1916.- Tom LIV (#1 i 2).- str.4.

УДК 631.363(9)

## ВНЕСОК КОЛЕКТИВУ НАУКОВЦІВ ТА КОНСТРУКТОРІВ ВНДІТ- ВМАШ У РОЗРОБКУ КОМПЛЕКТІВ МАШИН ДЛЯ ПРИГОТУ- ВАННЯ КОРМОСУМІШОК НА ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМАХ

Пилипенко А.Н., канд. техн. наук

Ачкевич О.М., аспірантка

(Національний університет біотехнології та природокористування України)

*В статье отражена эволюция разработки технических средств для приготовления кормовых смесей животным коллективом ВНИИживмаш, являющимся основным научным, конструкторским, технологическим и координирующим центром страны по созданию машин и машинных комплексов для механизации работ в животноводстве второй половины XX в.*

*The article reflects the evolution of the development of technical means for the preparation of animal feed mixtures VNIzhivmash team, which is the main scientific, design, technology and coordinating center of the country to build machines and machine systems for mechanization of farming the second half of the twentieth century.*

Всесоюзний науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут по машинах для комплексної механізації і автоматизації тваринницьких ферм (ВНДІтвмаш) почав функціонувати з квітня 1971 р. як спадкоємець наукових та технічних розробок утвореного в 1958 р. у Києві Державного спеціалізованого конструкторського бюро (ДСКБ) по ма-

шинах для тваринництва, яке стало першою машинобудівною спеціалізованою конструкторською організацією, покликаною розробляти машини і обладнання для всіх галузей тваринництва і забезпечувати розробками машинобудівні заводи країни, які випускали засоби механізації тваринництва. Першочерговими завданнями Київського ДСКБ були ви-