

**ПРО ФІЗИЧНУ ЕЛЕКТРОНІКУ
І ПРО ГАРНЕ ДОВГОЛІТТЯ**
Вступне слово на конференції Фізичної комісії НТШ
“Фізична електроніка в Україні: історія, здобутки,
перспективи”,
що відбулася 16 березня 2010 р.
у рамках XXI Наукової сесії НТШ

Ярослав ДОВГИЙ

Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Кирила і Мефодія 8, Львів 79005
e-mail: dovgy@physics.wups.lviv.ua

Шановні колеги! Розпочинаючи нашу конференцію, найперше належало б з'ясувати, що це за така галузь фізики – фізична електроніка. Та й з якого приводу конференція на таку тему проводиться саме у нас і саме цього року?

Знана універсальна енциклопедія “Britannica”, котра вважається вельми авторитетною, гасла “Physical Electronics” не містить. Немає такого гасла й у фізичних енциклопедіях, таких як “Физический энциклопедический словарь” у 5-ти томах за ред. Б.Веденського (М., 1960-66), “Физическая энциклопедия” у 5-ти томах за ред. О.Прохорова (М., 1988-98), “Физика твердого тела. Энциклопедический словарь” у 2-х томах за ред. В.Бар'яхтара (К., 1996-98).

Як відомо, є різні електроніки, наприклад:

вакуумна	наноелектроніка
газова (газорозрядна)	напівпровідникова
емісійна	оптоелектроніка
катодна	плівкова
квантова	сильнострумова
криогенна	твердотільна
(криоелектроніка)	
лампова	транзисторна
мікроелектроніка	тунельна
молекулярна	фотоелектроніка...
надпровідникова	

Перелік цей можна продовжувати. Знаємо, наскільки звичними є ці дефініції, адже нині так іменують спеціальні курси для фізиків і радіофізиків в університетах, так інколи іменують спеціальні кафедри чи відділи в НДІ. Перелічені терміни ви знайдете як гасла в енциклопедіях. А ось терміна “фізична електроніка” там немає...

Може фізична електроніка – це сукупність усіх названих електронік? Якщо, наприклад, ви переглянете зміст книги [1], то, виявляється, саме так воно і є. Отже, фізична електроніка як галузь науки все-таки існує, хоч вона не цілком “узаконена”. “Неузаконена” – у сенсі рамок, які вона охоплює. У Львові на базі Львівського університету ім. І.Франка та інституту “Львівська політехніка” у роки 1969-90 виходив міжвідомчий науково-технічний збірник “Фізична електроніка”. (За вказаний період побачили світ понад 40 випусків). У Токійському Інституті технологій (Японія) існує факультет фізичної електроніки. У США вже протягом 70 років у різних наукових центрах проводяться щорічні конференції з фізичної електроніки – т.зв. PEC (Physical Electronics Conference). У 2009 р. така конференція відбулася в Rutgers University, а перед тим (2008) – в University of California-Riverside. До речі, дослідницька група з фізичної електроніки у Northern California Nanofabrication Centre розробляє теоретичні та експериментальні дослідницькі проекти, що стосуються синтезу електронних матеріалів і виробництва нових пристроїв на основі як неорганічних, так і органічних мікро/нано-структур. При Мінесотському університеті (США) понад 40 років тому (1969) засновано спеціальну компанію з фізичної електроніки, яка спеціалізується на виготовленні різноманітної електронної техніки, включаючи нанотехнології, мікро/нано-електроніку, біоматеріали і фармацевтику тощо.

Як бачимо, галузь ця якась всеохопна, і ми мусимо все-таки визначити її межі. Як це зробити? Може, ретроспективно відстежити її зародження та розвиток? Здається, саме історичний підхід тут стане нам у пригоді.

Фізична електроніка зародилася скоріше, ніж було відкрито електрон

Отже, коли виникла електроніка? Відповідь – елементарна, скажите ви: електроніка як галузь фізики виникла після того, як був відкритий електрон (Дж.Дж.Томсон, 1897; Нобелівська премія 1906).

– А хіба до відкриття електрона електронні явища не проявлялися?

– У природі – так, але у лабораторних умовах – ні.

– Відповідь неточна. Ці явища і у лабораторних умовах досліджувалися ще задовго до 1897 р.¹

– Як це було?

Усі знають, що славетний німецький композитор Людвіг ван Бетховен народився у місті Бонні, де є відповідний музей. А ось про те, що в Боннському університеті зародилася така галузь науки, яку ми називаємо “електроніка”, знають не всі. У цьому університеті, як це зазвичай буває у всіх класичних університетах, при фізичному факультеті була експериментальна майстерня, де працював скромний фajn-майстер (у нас таких називають – “майстер-золоті руки”) Генріх Гейслер. Це був справжній винахідник, який любив свою справу. Року 1855-го він сконструював ртутний вакуумний насос, а згодом (1958)

¹Коли подібне запитання поставили Флемінгу, що відкрив пеніцилін (Нобелівська премія 1945), він зауважив: “Я не винайшов пеніциліц, бо ця речовина створена природою. Я лише звернув на неї увагу і дав їй назву”.

він як класний складув виготовив скляну трубку з вивідним вакуумним краником і, що найголовніше, з двома впаяними металевими електродами. Кожен легко може уявити собі цю технологію і збагнути, якими несумісними у ній є скло і метал, адже у них суттєво різняться коефіцієнти термічного розширення, а скло – крихке...

Подавши відповідну напругу і поступово вакуумуючи трубку (“трубка Гейслера”), Гейслер вимовив: “Еврика, трубка засвітилася, наче лампа!” Нині для нас це є звичним явищем – свічення рекламних вітрин. А тоді, понад 150 років тому, це було відкриттям. Щоправда, газети про це не писали, скромний Гейслер не їздив у турне до Кембриджського чи Оксфордського університетів, щоб продемонструвати це явище. (До речі, Рентген такі турне здійснював).

Якщо трубку наповнювати різними газами, матимемо свічення різних кольорів. І тут, наче на замовлення, **Роберт Бунзен та Густав Кірхгоф 1859 р. відкрили спектральний аналіз.** (Буває і в науці щасливий збіг обставин!). Почалися захоплюючі дослідження спектрів свічення трубок Гейслера за умови їх наповнення різними газами. За структурою спектрів стало можливим ідентифікувати ці гази.

Але найважливішою проблемою було з’ясувати природу газорозрядного свічення. Це довга історія (див. нижче)...

Я лише перелічу (у хронологічному порядку) найважливіші віхи на цьому шляху.

Вивчаючи електричні розряди у газах, дію магнітного поля на ті розряди, а також спектри газів, німецький фізик **Юліус Плюкер в 1859 р. відкрив катодні промені.** Приладдя для експериментів цей фізик отримував від Гейслера, з яким плідно співпрацював у його майстерні.

Детальні дослідження газового розряду протягом багатьох років проводив інший німецький фізик **Вільгельм Гітторф.** Як підсумок, він у 1869 р. **описав властивості катодних променів,** а щодо структури спектрів газового розряду, то він першим поділив ці спектри на спектри 1-го (континуальні) і 2-го (дискретні) порядків.

Англійський фізик **Вільям Крукс** у статті, опублікованій 1879 р., **довів, що електричний струм у газах є потоком заряджених частинок, що емітують з від’ємного електрода, тобто з катода.** (До речі, саме Крукс першим назвав розрядну плазму **четвертим станом речовини**). Він довів, що катодні промені **переносять енергію та імпульс.**

Дуже близько до правильного витлумачення газорозрядних явищ підійшов наш славетний фізик **Іван Пулюй** (дійсний член НТШ, 1899). У 1881-82 роках він **удосконалив конструкцію розрядних трубок** (“трубки або рурки Пулюя”), детально дослідив відхилення катодних променів у магнітному полі та **близько підійшов до відкриття Х-променів** [2].

Іван Пулюй був першим з українських фізиків, що увійшов в історію досліджень з фізичної електроніки [3].

Філіп Ленард у Гайдельберзькому університеті розпочав дослідження **проходження катодних променів крізь тонкі метали (Al, Au) плівки і у 1892 р. виготовив катодну трубку з тонким віконцем** (“віконце Ленарда”), що дозволяло **отримувати на виході майже монокінетичні пучки.** (Нобелівська премія, 1905).

Як бачимо, у різних лабораторіях інтенсивно і цілеспрямовано досліджувалися фізичні явища, що стосуються катодної або газової електроніки. Згадані назви в тогочасних наукових статтях ще не використовувалися, проте, повторюю, явища катодної електроніки в наукових лабораторіях пильно вивчалися **ще до відкриття** “головної дієвої персони” – **електрона**².

Після 1897 р., коли вже був відкритий електрон, розпочався новий етап катодної електроніки – **лампова електроніка**. **Першу електронно-променеву трубку сконструював** у Страсбургському університеті німецький фізик **Карл Браун** (“трубка Брауна”) (Нобелівська премія, 1909, разом з Г.Марконі)

У 1906 р. американський фізик та інженер **Лі де Форест винайшов ламповий тріод**. Настала ера лампової електроніки, радіотехніки, звукового кіно і т.п. Набувають комерційного розгону радіотехнічні фірми.

В Україні радіофізичні дослідження у 1911-21 роках у Харківському університеті проводив **Дмитро Рожанський** (дійсний член НТШ, 1928). Напрямки досліджень створеної ним наукової школи стосувалися **фізики електронних розрядів, радіолокації, осцилографії, розрахунків полів випромінювання антен, проблем розповсюдження коротких та ультракоротких радіохвиль з урахуванням властивостей йоносфери** тощо [5]. Його учні у 30-х роках минулого століття продовжили ці дослідження також і в Українському фізико-технічному інституті у Харкові [6].

Відділ фізичної електроніки був заснований і у Києві (1936), в Інституті фізики АН УРСР. Його керівниками були Н.Моргуліс (1936-62), П.Борзяк (1962-81), А.Наумовець (з 1981 р.). Головними напрямками наукових досліджень цього відділу були:

газова електроніка;

емісійна електроніка (фотоелектронна емісія, вторинна електронна емісія, автоелектронна емісія);

фізика поверхні, адсорбційні явища;

молекулярна електроніка;

твердотільна електроніка, зокрема, наноелектроніка (останніми роками) [7].

Третім центром досліджень з фізичної електроніки в Україні був Львів, а саме фізичний факультет Львівського університету імені Івана Франка.

Ще одним українським центром таких досліджень є Ужгород.

Детальніше про участь українських наукових центрів в оригінальних дослідженнях з фізичної електроніки йтиметься у запланованих доповідях нашої конференції.

²Коли видатного українського мовознавця Юрія Шевельова запитали про дату виникнення української мови, він відповів:

– Датування в цьому випадку – річ важка. Колись О. Потебня сказав, що можна сказати точно, в який день і в які хвилини яблуко впало з яблуні, народилася дитина, але не можна сказати, коли народилася мова. **Історія мови починається раніше, ніж починається сама мова** [4].

Усі прагнуть гарного довголіття

У Львівському університеті дослідження з фізичної електроніки започаткував шановний Богдан Михайлович Палюх (член Фізичної комісії НТШ, 1995). Саме з нагоди його ювілею ми й запланували цю конференцію. А ювілей цей – особливий: Богдану Михайловичу **нещодавно (28 лютого) виповнилося 90 років.**

Незважаючи на відсутність сьогодні (з поважних причин) нашого ювіляра, дозвольте звернутися до нього і привітати від Наукового товариства ім. Шевченка.

Гарне довголіття (під словом “гарне” я розумію довголіття без хвороб і злиднів) – це ласка Божа, бо саме **життя є найвищою цінністю.**

Усі прагнуть гарного довголіття. Тому й випитують довгожителів про їх спосіб життя, щоб подражати, щоб мавпувати. Бо ми як діти: вчимося, подражаючи та наслідуючи. Чому найбільше довгожителів в Кавказькому регіоні? Чому японці живуть довше, ніж європейці? Чому жінки статистично живуть довше, ніж чоловіки? Як це зумів академік Борис Патон зберегти фізичну форму, щоб на 93-ому році ще керувати НАН України, або акад. Віталій Гінзбург (Нобелівський лауреат) на 93-ому році був головним редактором журналу “Успехи физических наук”? Чому німецький професор Роберт Поль (Геттінгенський університет), знаний і шанований нами як фундатор наукової школи з фізики кристалів і, що для нас найголовніше, як науковий наставник наших славних фізиків Олександра Смакули та Остапа Стасіва, прожив 90 років? Макс Планк прожив 89 років, а Ньютон і Франклін – 84 роки. Українські фізики Остап Парасюк дожив майже до 90-річного ювілею, а Михайло Лисиця наступного року відзначатиме 90-річчя...

Чому львівські композитори Станіслав Людкевич і Микола Колесса переступили 100-річні ювілеї, а отець д-р Дмитро Блажейовський незабаром (у серпні) у гарній фізичній формі зустрине свій сотий день уродин?...

Загалом фізиків-довгожителів все таки статистично менше, ніж композиторів чи художників. На жаль, померли, не доживши до 60-річчя, Енріко Фермі, наш професор Василь Міліянчук, багато інших.

Майже містичною є цифра 47. У 47 років відійшов у вічність наш геній Тарас Шевченко і у 47 років позбавили життя поета Василя Стуса...

Або чому в епоху до Всесвітнього потопу, згідно з Біблією, люди жили значно довше (сотні років)?

То ж чи є якісь закономірності щодо тривалості людського життя? Їх можна шукати, вибудовуючи статистичні залежності тривалості життя для осіб різних спеціальностей, різних країн, різних кліматичних умов, різних історичних епох. Але все це буде **чистою емпірикою**, і нам, фізикам, все це легко зрозуміти. Та все ж, чи можлива наукова теорія або якась математична формула на цей предмет? Річ у тім, що проблеми тривалості життя цікавлять усіх і завжди не лише на описово-побутовому рівні. Є спеціальні наукові інститути на кшталт **Інституту геронтології** у нас в Києві та подібних інститутів у інших країнах. Ведуться справжні наукові дослідження. Щоправда, основ-

ний напрям цих досліджень стосується проблем харчування, і це зрозуміло, адже від якості харчування суттєво залежить тривалість життя. Практично розробляються рецепти і технології різних біологічно активних добавок тощо. І все ж, на мою думку, за рамки чистої емпірики або, у кращому разі, чистої феноменології у цій проблемі ми вийти не зможемо.

Нині вельми модним є **зацікавлення структурою і властивостями води**. Звідки взялося це зацікавлення? З проблем геронтології: яку воду можна споживати, а яку – ні. Як структурувати і “запрограмувати” воду, щоб вона була цілющою, живою водою? У чому загадка Йорданської води? Цим цікавляться і у Києві, і у нас у Львові...

То невже при такому широкому зацікавленні і при залученні до цього наукових сил досі не виявлено жодних закономірностей щодо тривалості людського життя? **Я дозволю собі коротко відповісти на це запитання.**

Є три чинники, що впливають і визначають тривалість життя:

Генетика. Якщо ваші батьки чи діди жили довго, то більша ймовірність і вашого довголіття. Нині, коли вже розшифровано геном людини, можна дошукуватися механізму цього впливу – яка ділянка структури ДНК відповідає за цей механізм і як можна її коригувати методами генної інженерії.

Фізична і творча активність за умови розумної поведінки без надмірностей і зловживань.

Позитивні емоції. Вони частіше бувають у людей доброзичливих, людей з почуттям гумору та людей комунікабельних, яким є наш шановний ювіляр. Але ці емоції бувають недовготривалими, швидкозмінними. Найголовніше, коли є довготривалі чинники, сказати б, **довготривалі джерела позитивних емоцій.** Я назвав би три такі джерела:

сім'я, діти, онуки – радість від них;

християнський спосіб життя, молитви;

результати творчої праці, особливо коли ви зробили щось першим, щось започаткували, створили – наче посіяли плодоносне зерно у гарний ґрунт. Ви бачите перші паростки, цвітіння, відцвітання, плоди, а далі повторення у нових поколіннях і т.д.

Започаткований Б.М.Палюхом науковий напрям у Львівському університеті після десятиліть наполегливої дослідницької праці дав свої плоди. Тут набули найвищої кваліфікації такі вчені як Роман Кушнір, Зеновій Стасюк, Лев Іванків, Олег Панченко, Теодор Смерека, Лев Савчин, Юрій Сухорський, Василь Чигінь і багато інших.

То ж позитивних Вам емоцій, Богдане Михайловичу!

З роси та з води!

ЛІТЕРАТУРА

- [1] *Шимони К.* Физическая электроника. Перекл. з нім. М.: Энергия, 1977. 608с.
- [2] *Гайда Р., Пляцко Р.* Іван Пулюй (1845-1918). Життєписно-бібліографічний нарис. Сер. “Визначні діячі НТШ”, №7. Львів: НТШ, 1998. 284с.

- [3] *Довгий Я.* Від Пулюєвих катодних ламп до лазерів з електронним збудженням. Фіз. зб. НТШ. 1998, **3**. 27–47.
- [4] *Шевельов Ю.* З історії незакінченої війни. К.: Вид. дім “Києво-Могилянська академія”, 2009. 471 с.
- [5] *Храмов Ю.А.* Физики: биографический справочник. 2-е изд. М.: Наука, 1983. 400 с.
- [6] Історія Національної академії наук України (1931-1937): Документи і матеріали. К.: НБУВ, 2003. 831 с.
- [7] Інститут фізики НАН України. 80 років. За ред. Л.П.Яценка. Львів: Євросвіт, 2009. 550 с.