
М.В. СТРИХА^{1,2}

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
факультет радіофізики, електроніки і комп'ютерних систем
(*Просп. Глушкова, 42, Київ*)

² Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова НАН України
(*Просп. Науки, 41, Київ 03028; e-mail: maksym_strikha@hotmail.com*)

**ВАДИМ ЄВГЕНОВИЧ ЛАШКАРЬОВ –
ВИЗНАЧНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ФІЗИК ХХ століття,
ПЕРШОВІДКРИВАЧ *p-n*-ПЕРЕХОДУ
В НАПІВПРОВІДНИКАХ
(до 120-річчя від дня народження)**

УДК 539

*Описано життєвий і науковий шлях визначного українського вченого ХХ століття, засновника Інституту фізики напівпровідників НАН України В.Є. Лашкарьова, який у 1941 році надрукував першу в світі статтю, де описано *p-n*-перехід у записі міді. Наголос зроблено на особливостях його наукової манери, ролі у вихованні нових поколінь українських фізиків, особистості вченого.*

Ключові слова: В.Є. Лашкарьов, напівпровідники, *p-n*-перехід, контакт, поверхня.

7 жовтня 2023 року виповнилося 120 років від дня народження визначного українського фізика, організатора науки й освіти Вадима Євгеновича Лашкарьова (1903–1974 рр.). Його учень, один із піонерів фізики поверхні В.Г. Литовченко назвав ученого (разом із О.Г. Гольдманом, П.Г. Борзяком і В.І. Ляшенком) “одним із фундаторів фізичної науки в Україні” в роки перед Другою світовою війною [1]. Маємо зробити уточнення: харківська фізика того часу може похвалитися довшим переліком першорядних постатей. Але чотирьом згаданим ученим, разом із їхніми колегами та учнями,

Цитування: Стриха М.В. Вадим Євгенович Лашкарьов – визначний український фізик ХХ століття, першовідкривач *p-n*-переходу в напівпровідниках (до 120-річчя від дня народження). *Укр. фіз. журн.* **68**, № 10, 707 (2023).

Citation: Strikha M.V. Vadym Yevhenovych Lashkaryov, the outstanding Ukrainian physicist of the 20th century, the discoverer of the *p-n* junction in semiconductors (dedicated to the 120th anniversary of his birthday). *Ukr. J. Phys.* **68**, No. 10, 705 (2023). <https://doi.org/10.15407/ujpe68.10.705>.

ISSN 0372-400X. Укр. фіз. журн. 2023. Т. 68, № 10

ми завдячуємо тим, що й Київ так само почав перетворюватися на значущий фізичний центр Європи.

В.Є. Лашкарьову належить серед них особливе місце. Він фактично став людиною, яка сформувала науку про напівпровідники в Україні, визначила її коло пріоритетних досліджень на десятиліття наперед (всі помітні фізики, які працювали в Україні в цій галузі в середині минулого століття, належали до його кола або були його учнями). Він є автором відкриття *p-n*-переходу – результату, що стоїть дуже близько до нобелівського рівня (1941 р.), адже йдеться про фізичний об'єкт, який лежить в основі роботи майже всіх приладів мікро-і наноелектроніки.

Він першим організував спеціалізацію з фізики напівпровідників у Київському університеті (1949 р.), а потому – й кафедру фізики напівпровідників (1952 р.), яку очолював упродовж перших чотирьох років її роботи. Він став ініціатором створення Інституту напівпровідників АН УРСР (1960 р.) і був упродовж десятиліття його першим



Рис. 1. В.Є. Лашкар'ов – академік АН УРСР і першовідкривач p - n -переходу в напівпровідниках (фото 1948 р.)

директором. Він був одним із ініціаторів створення “Українського фізичного журналу” (1956 р.) і 16 років працював його головним редактором. З цього переліку зрозуміло, чому постать В.Є. Лашкар'ова досі привертає увагу фізиків нових і нових поколінь.

Про роль ученого в створенні і становленні Інституту фізики напівпровідників сьогодні можна довідатися з монографії [2]. Його ролі як першовідкривача p - n -переходу присвячено роботи [3–6] (серед них слід особливо відзначити публікацію [4], після появи якої згадка про вченого нарешті потрапила до статті про p - n -перехід в англійській “Вікіпедії”). Цінну розвідку [7] надруковано до ювілею вченого – в ній не лише здійснено загальний огляд внеску В.Є. Лашкар'ова в напівпровідникову науку і техніку, а й подано багато встановлених за архівними джерелами маловідомих фактів із життя вченого та вперше здійснено наукометричний аналіз його спадщини (на яку досі продовжують посилатися).

Особливо цінними є й мемуарні спогади тих, хто близько спілкувався з В.Є. Лашкар'овим: його студента доби архангельського заслання, пізніше – визначного хірурга, письменника і громадського діяча М.М. Амосова [8], його студентів, а

пізніше аспірантів В.Г. Литовченка [9] та В.І. Стріхи [10], для яких саме В.Є. Лашкар'ов визначив основне поле їхніх пізніших наукових зацікавлень: фізику поверхні та фізику контакту метал-напівпровідник, де вони створили вже свої визнані наукові школи. Ці спогади дозволяють поглянути на В.Є. Лашкар'ова не лише як на визначного вченого й організатора науки, а і як на дуже своєрідну й симпатичну живу людину. Це особливо цінно зараз, коли людей, які особисто знали вченого, з кожним роком стає, на жаль, менше й менше...

Наявність цієї літератури звільняє автора від необхідності розлого переповідати біографію В.Є. Лашкар'ова, але натомість дозволяє викласти лише загальні її контури.

Вчений народився 7 жовтня 1903 року в Києві. Його батько належав до дворянського стану, був правником, у передреволюційні роки – товаришем (за тодішньою термінологією – заступником) прокурора, тому молодий Вадим Лашкар'ов змушений був приховувати “вороже соціальне походження”. У 1920 р. він закінчив Першу київську гімназію, а в 1924 р. – Київський інститут народної освіти (так тоді називався університет). У 1924–1927 рр. був аспірантом та викладачем Київської науково-дослідницької кафедри фізики, заснованої О.Г. Гольдманом при КПІ. У 1929 р. кафедру було перетворено на НДІ фізики (нині – Інститут фізики НАН України). Але В.Є. Лашкар'ов знову прийде сюди працювати лише через 10 років, після лєнінградського й архангельського періодів своєї біографії.

Річ у тому, що на молодого перспективного киянина звернув увагу “батько фізики напівпровідників в СРСР”, учень В.К. Рєнтгена, академік АН СРСР, закордонний член Наукового Товариства імені Шевченка у Львові, народжений у Ромнах А.Ф. Йоффе. Тому В.Є. Лашкар'ов перейшов працювати до очолюваного Йоффе Лєнінградського фізико-технічного інституту, з 1930 р. очолював там відділ рєнтгєнівської та електронної оптики, а з 1933 р. – лабораторію дифракції електронів.

Перші статті молодого вченого вийшли друком ще в 1926 р.: німецькою мовою [11] про теорію гравітації (це було серйозним зацікавленням В.Є. Лашкар'ова – від створення загальної теорії відносності проминуло тоді якесь десятиліття), та українською мовою з питань рєнтгєнографії [12] – вона відкривала найперший том щойно створених

О.Г. Гольдманом “Українських фізичних записок”. Статтю, присвячену впливу температури на дифракцію повільних електронів, було надруковано 1934 р. англійською в найвпливовішому науковому журналі в світі “Nature” [13] (цікаво, що в радянських джерелах, присвячених В.Є. Лашкар'єву, цієї статті не згадували – і її заново було “відкрито” тільки авторами [7] при роботі з профілем ученого у Web of Science). Роком раніше російською було надруковано одноосібну монографію “Дифракция электронов” [14].

За результатами проведених ним досліджень на початку 1935 р. В.Є. Лашкар'єву присудили (як довго зазначали в різних джерелах, без захисту дисертації) вчений ступінь доктора фізикоматематичних наук. Тільки автори [7] на підставі дослідження документів встановили: публічний захист дисертації “Дифракції повільних електронів” таки відбувся, але цей факт замовчували, очевидно, через арешт ученого невдовзі потому. Ці ж результати вченого запросили доповісти на засіданні Фарадеївського товариства в Лондоні. Поїздка не відбулася зі зрозумілих причин, але велика стаття В.Є. Лашкар'єва в працях товариства таки вийшла [15].

У лютому 1935 р. вчений був заарештований за “участие в к/р группе мистического толка” (далося взяти його небезпечно в умовах тоталітарного СРСР дивацтво: захоплення окультизмом та відвідини теософського гуртка), а в липні цього ж року засуджений на 5 років заслання до Архангельська (реабілітований В.Є. Лашкар'єв був лише 15 липня 1957 р.). До певної міри вченому пощастило: якби арешт відбувся на два роки пізніше, в мажорному 1937 р., його з великою ймовірністю було б розстріляно. А так це означало лише перерву в стрімкому науковому сходженні: в 1935–1939 рр. В.Є. Лашкар'єв працював завідувачем кафедри фізики Архангельського медичного інституту, де й читав лекції, зокрема, студенту Миколі Амосову, а паралельно намагався займатися проблемами біофізики, наскільки це було можливим у провінційному виші з його обмеженою експериментальною базою.

На хвилі короткої “беріївської” відлиги після найбільших жахів “єжовщини” В.Є. Лашкар'єв повертається 1939 р. до Києва. Директора Інституту фізики О.Г. Гольдмана, єврея за національністю і лютеранина за віросповіданням, було вже на

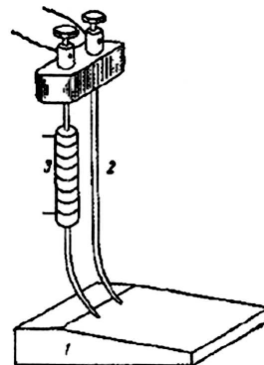


Рис. 2. Експериментальний пристрій для дослідження фотоелемента на основі Cu_2O , протравленого до клиноподібного вигляду: 1 – фотоелемент, 2 – термозонд, 3 – пічка (з роботи [19])

той час заарештовано за “український буржуазний націоналізм” як “посібника Миколи Скрипника” і викреслено зі списку академіків. Роботу Інституту фізики визнано “безвартісною” і піддано шельмуванню комісією на чолі із самим А.Ф. Йоффе, який не мав громадянської мужності відмовитися від нав’язаної йому ролі. Інститут тимчасово очолював комсомольсько-партійний ватажок О.Г. Міслюк, чий свідчення, зокрема, лягли в основу обвинувального висновку щодо О.Г. Гольдмана (докладніше див. [16]). Отже, інститут треба було якось підсилувати — і В.Є. Лашкар'єв отримує посаду завідувача відділу напівпровідників Інституту фізики АН УРСР.

Насправді саме О.Г. Гольдман своїми працями встиг закласти основи для найбільшого відкриття В.Є. Лашкар'єва: p - n -переходу. Як виявили автори [16] на основі вивчення слідчої справи, ще в 1937 р. О.Г. Гольдман доповів на семінарі Інституту фізики встановлені ним принципи роботи контакту метал-напівпровідник, що випередило на рік класичні роботи Вальтера Шоттки [17] і Невілла Мотта [18]. Але опублікувати цей результат учений вже не встиг через арешт. Проте найважливіша робота В.Є. Лашкар'єва [19] постала саме на цьому ґрунті.

Ця робота досі вражає своєю елегантністю, прозорістю й переконливістю. Для дослідження кристала Cu_2O (“найпопулярнішого” тоді напівпровідника) було використано оригінальний термозонд із двома близько розташованими електродами, один із яких нагрівався пічкою (рис. 2).

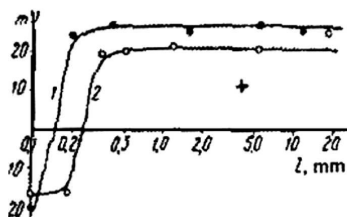


Рис. 3. Величина термо-ЕРС як функція відстані термозонда від краю клину для двох по-різному виготовлених кристалів закису міді 1 і 2 (з роботи [19])

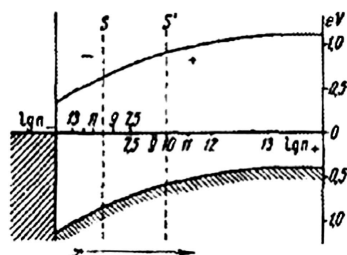


Рис. 4. Зонна структура випростувача на кристалі Cu_2O з p - n -переходом (з роботи [19]). Область p -провідності розташовано праворуч від вертикальної лінії S' , а область n -провідності ліворуч від вертикальної лінії S . Цифри нижче і вище від осі абсцис позначають логарифми концентрацій дірок (n_+) і електронів (n_-)

За допомогою зображеного на рис. 2 пристрою (клиноподібна форма зразка потрібна була для того, щоб дослідити провідність на різній глибині під поверхнею об'ємного кристала) було отримано величину термо-ЕРС як функцію відстані термозонда від краю клину (рис. 3). Ці залежності демонструють зміну знака термо-ЕРС від (-) поблизу краю клину (отже, біля поверхні зразка закису міді), до (+) далі від краю (отже, в глибині зразка).

Далі в статті В.Є. Лашкар'юв вивів формули для концентрації електронів і дірок залежно від розташування рівня Фермі в забороненій зоні (сьогодні вони є підручковими, а тоді це був важливий самостійний результат, щоправда, отриманий незалежно і майже одночасно кількома різними авторами), побудував відповідні графіки і, як наслідок, реконструював зонну картинку першого дослідженого в історії людства p - n -переходу, що є випростувачем струму (рис. 4).

Однак цю абсолютну чітку й доказову роботу не було, на жаль, належно помічено й оцінено. В силу низки причин (серед перших, очевидно, тодішня нерозробленість напівпровідникових техноло-

гій) вона лишилася практично невідомою на Заході. Тут першовідкривачем p - n -переходу традиційно вважали [20] Рассела Шумейкера Ола (Russell Shoemaker Ohl, 1898–1987 рр.). Однак заявку на патент Ола [21], який прийнято вважати доказом його пріоритету, було подано 27 травня 1941 р. (вже потому, як робота В.Є. Лашкар'юва з'явилася друком), а сам патент було видано лишень 25 червня 1946 р. Слід також відзначити, що найперші присвячені p - n -переходам у германії й сульфіді свинцю друковані статті з'явилися на Заході лише 1947 р. (огляд цих статей наведено в класичній роботі В. Шоклі [22]). Тому, хоча Р. Ол і працював самостійно в тому самому напрямку, пріоритет В.Є. Лашкар'юва у відкритті p - n -переходу не може бути поставлено під сумнів.

Після появи друком розвідки [4] роботу [19] почали згадувати і в західних джерелах. Зокрема, в [23] статтю В.Є. Лашкар'юва згадано серед основоположних робіт, які привели до електронної інформаційної революції ХХ століття. Твердження, яке на початку ХХІ століття можна було прочитати хіба що на сторінках "Вісника НАН України" [3], нарешті потрапило й на сторінки провідних міжнародних журналів. Цьому, безумовно, сприяла і поява у вільному доступі англomовного перекладу [19] у ювілейному спецвипуску "УФЖ", що містить 35 найзначущіших робіт українських фізиків, виконаних після створення АН України в 1918 р.

Важливо відзначити: відкриття В.Є. Лашкар'юва було дуже швидко впроваджене в практику. Після початку Німецько-радянської війни евакуйованих до Уфи вчений разом з молодим тоді доктором наук С.І. Пекарем налагодив на місцевому військовому заводі виробництво надійних твердотільних діодів на закисі міді, які знайшли застосування у військовій НВЧ техніці, зокрема в переносних радіостанціях (що дозволило відмовитися від громіздких і ненадійних електронних ламп, які, крім усього, потребували потужного живлення) [7] (рис. 5). За цю діяльність учений був нагороджений орденом "Знак пошани" (1944 р.) і був обраний, попри "вороже" класове походження й заслання на північ, академіком АН УРСР (1945 р.).

Після повернення з Уфи до Києва В.Є. Лашкар'юв у 1944–1952 рр. водночас з роботою в Інституті фізики АН УРСР завідував кафедрою фізики, а в 1952–1956 рр. – новоствореною кафедрою

фізики напівпровідників Київського університету (напівпровідникова спеціалізація була відкрита з його ініціативи 1949 р., а в 1952 р. на кафедрі було 4 викладачі; вже в 1956 р. число їх суттєво зросло, див. рис. 6).

В ці роки дедалі більшу увагу вченого привертає фізика поверхні. Як зазначав один із колег В.Є. Лашкар'юва по радіофізичному факультету КДУ, в майбутньому – академік НАН України М.Г. Находкін, “в ті далекі часи вибір такого напрямку досліджень був революційним, бо більшість дослідників вважали, що властивості напівпровідникових приладів головним чином залежать від їхніх об'ємних характеристик. Лише через багато років звернули особливу увагу на надзвичайно важливу роль фізики поверхні напівпровідників, бо з'ясувалося, що більшість існуючих напівпровідникових приладів використовують властивості гетеропереходів, створення та дослідження яких було відзначено нобелівськими преміями й досі ще не втратило актуальності, адже ці результати застосовують у сучасній наелектроніці” [24].

Серед робіт В.Є. Лашкар'юва цього часу особливо місце посідає оглядова стаття, написана разом із В.І. Ляшенком, що вийшла в престижному ювілейному збірнику, присвяченому 70-річчю академіка А.Ф. Йоффе в 1950 р. [25]. У ній, зокрема, підсумовано результати досліджень, які встановили екранування зовнішнього поля та дипольного поля адсорбованих молекул зарядженими поверхневими центрами. Ця стаття на три роки випередила класичну роботу Дж. Бардіна і В. Браттейна [26], але теж, на жаль, пройшла майже непоміченою на Заході, – адже в ті роки між демократичним світом і тоталітарним СРСР пролягла “залізна завіса”.

У середині 1950-х рр. В.Є. Лашкар'юв розгорнув серію робіт по темі “Дослідження з фізики поверхні напівпровідникових НВЧ детекторів” в очолюваній ним Спецлабораторії надвисоких частот Київського університету. Тут вивчалися фотопровідність та фото-ерс вентильної та невентильної (біполярна дифузія) природи та вплив контактних полів у структурі метал–напівпровідник. Роботою [27] він дав путівку в життя двом талановитим учням, які пізніше залишили помітний слід у розвитку науки про напівпровідники – В.Г. Литовченку та В.І. Стрісі.

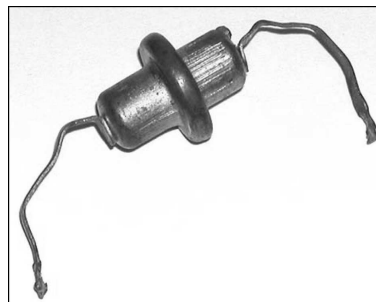


Рис. 5. Купрокс-діод на p - n переході, система мідь (Cu) – закис міді (Cu_2O). Випускався на військовому заводі в Уфі під керівництвом В.Є. Лашкар'юва у 1941–1945 рр. і використовувався в військових польових радіостанціях. (З сайту: http://icfest.kiev.ua/MUSEUM/PHOTOS/Lash-Diod_u.html)

Невдовзі В.Є. Лашкар'юв визначив на багато років наперед спеціалізацію обох своїх згаданих вище аспірантів. Пізніше В.Г. Литовченко згадував, що вони були ще в Спецлабораторії направлені “я – на ділянку досліджень фізичних властивостей напівпровідникового матеріалу (на той час – германію та кремнію), з якого в лабораторії виготовлялись НВЧ Шотткі точкові діоди, а він – на вивчення параметрів цих новостворених приладних НВЧ структур. Ми зразу ж знайшли шлях як об'єднати наші дослідження: я – вивчення поверхневих станів на вихідних структурах, Віталій Іларіонович – роль цих станів та стану поверхні (через вплив поверхневого діелектричного шару) – на параметри НВЧ структур. Так нами, разом з В.Є. Лашкар'ювчим, були підготовлені і опубліковані наші перші і, як виявилось пізніше, для нас доленосні, публікації” [28].

У 1956 р. В.Є. Лашкар'юв передав завідування університетською кафедрою своєму колезі В.І. Ляшенку, бо в нього з'явилися нові обов'язки: з його ініціативи “Українські фізичні записки”, що перестали виходити в час Німецько-радянської війни, було відроджено вже під назвою “Українського фізичного журналу”. Цікаво, що в перші роки цей журнал було виключно україномовним. Так (з поданням розгорнутих англійських резюме обсягом до сторінки) він виходив до 1964 р., коли “на вимогу часу” з'явилася й паралельна російська версія. А українську версію було ліквідовано “за непотрібністю” наприкінці 1976-го, – вже за нового головного редактора А.А. Смірнова. Тоді ж журнал став підупадати, і провідні фізики Києва та Хар-



Рис. 6. Кафедра фізики напівпровідників Київського університету (1956 р.) Зліва направо сидять: Н.Я. Карханіна, В.І. Ляшенко, В.Є. Лашкар'юв, Ю.І. Карханін, Г.А. Холодар, Ю.І. Гриценко; стоять: І.Г. Самбур, Є.М. Березняковський, В. Житков, В.Є. Кожевін, Г.П. Пека, Г.П. Зубрін, В.І. Стріха, Р.М. Бондаренко. Завідувачі кафедри: акад. В.Є. Лашкар'юв (1952–1956 рр.); проф. В.І. Ляшенко (1957–1960 рр.); проф. Ю.І. Карханін (1960–1975 рр.); проф. В.І. Стріха (1975–1996 рр.)

кова почали охочіше слати статті у “всесоюзні видання”. А в 1960-ті репутація “УФЖ” була вельми високою – в чому була велика заслуга головного редактора В.Є. Лашкар'юва та ученого секретаря журналу В.І. Шеки.

У 1960 р. В.Є. Лашкар'юв очолює новостворений Інститут напівпровідників АН УРСР, ініціатором появи якого він же сам і став на тлі тодішнього стрімкого зростання інтересу до напівпровідникової науки в усьому світі [7]. Основу нового інституту склали вихідці з Інституту фізики – сам В.Є. Лашкар'юв, визначний уже на той час теоретик С.І. Пекар, а також Е.Й. Рашба, В.І. Ляшенко, М.Ф. Дейген, Г.А. Федорус, І.Д. Роговий, О.Г. Міселюк, Р.Л. Томашевська, В.Є. Примаченко, В.Ю. Косенко, І.Б. Мізецька, Н.Б. Лук'янчикова, Л.І. Даценко та інші вчені. Цікаво, що, готуючи створення нового інституту, В.Є. Лашкар'юв пропонував роботу в ньому і 76-річному позбавленому титулів та звань О.Г. Гольдману, який повернувся до Києва після багатьох років заслання [16]. Але той відмовився, – можливо, не бажаючи опинитися в одній установі з тими людьми, які відіграли печальну роль в його арешті в 1938-му...

Наукову й науково-організаційну роботу В.Є. Лашкар'юва впродовж того десятиліття, коли

він очолював Інститут напівпровідників, докладно висвітлено в книзі [2]. Спектр його наукових інтересів вражає своїм діапазоном. Пізніше учень В.Є. Лашкар'юва В.І. Стріха так сформулював три основні напрямки, до розвитку яких зробив значний внесок його учитель [10]: це 1) фотоелектричні явища; 2) поверхневі явища; і 3) контактні явища в напівпровідниках.

Як уже наголошувалося, В.Є. Лашкар'юв експериментально відкрив (методом термозонда) існування p - n -переходу в міднозакисних випростувачах. Але цим список його наукових результатів аж ніяк не вичерпується. Він розробив теорію неventedильної фото-е.р.с.; ввів механізм екситонного фотозбудження; розробив теорію конденсаторної фото-е.р.с.; експериментально відкрив ефект управління довжиною дифузійного зміщення електричним полем; почав досліджувати поверхневі явища – зокрема, й зв'язок між роботою виходу та поверхневою провідністю; розпочав роботи з вивчення контактних явищ (повніший перелік досягнень ученого можна знайти в [7]).

Розглядаючи наукову школу В.Є. Лашкар'юва, В.Г. Литовченко запропонував ділити її на колег-співробітників та учнів [6]. До групи колег, згідно з його поділом, належали В.І. Ля-

шенко (очоловав напрям фізики поверхні напівпровідників), Г.А. Федорус (фотоелектричні прилади), О.Г. Міселюк (об'ємні властивості напівпровідників), І.Б. Мізецька (хімія напівпровідників), Ю.І. Карханін (згодом – декан радіофізичного факультету КДУ, де В.Є. Лашкар'єв завідував кафедрою), С.В. Свечніков (оптоелектроніка), М.П. Лисиця (оптика напівпровідників).

Серед безпосередніх учнів В.Є. Лашкар'єва, згідно з В.Г. Литовченком – П.І. Баранський, М.К. Шейнкман, Є.А. Сальков, В.О. Романов, О.В. Снітко, сам В.Г. Литовченко (всі вони сформувалися як вчені вже в Інституті напівпровідників); а також В.І. Стріха, В.А. Бродовий, В.М. Добровольський, що пройшли етап становлення і реалізували себе на кафедрі фізики напівпровідників Київського університету імені Тараса Шевченка. До цього переліку слід додати ще й О.О. Птаценка, що хронологічно став останнім аспірантом, який захистив кандидатську під керівництвом В.Є. Лашкар'єва, а згодом багато років працював професором Одеського університету імені Іллі Мечнікова.

Перелік наукових праць В.Є. Лашкар'єва включає 135 позицій, серед яких – 6 монографій. Сьогодні ця цифра не вражає, але в часи, коли наукометрії ще не винайшли, гасло “Publish or perish!” (“Публікуйся, або загинь!”) ще не діяло, а вчені віддавали перевагу написанню ґрунтовних розгорнутих статей, вона виглядала дуже гідно. Як показав аналіз профілю ученого в базі Web of Science [7], на його статті посилаються ще й сьогодні (на 40 індексованих статей зроблено 361 посилання, індекс Гірша В.Є. Лашкар'єва – 8, що не гірше від показників деяких діючих членів відділення фізики і астрономії НАН). Але, звісно, існування вченого за залізною завісою і публікація в повоєнні часи майже виключно в російськомовних виданнях СРСР призвели до того, що його статті, як-от [19, 25], що за рівнем і значенням нітрохи не поступалися класичним аналогічним роботам [22, 26] Дж. Бардіна, В. Браттейна й В. Шоклі, лавреатів Нобелівської премії з фізики 1956 р. за створення біполярного транзистора на двох $p-n$ -переходах (і суттєво випереджали їх у часі!), не здобули в світі того широкого визнання, на яке заслуговували.

Цьому “сприяло” й те, що В.Є. Лашкар'єв, попри визнання його наукових заслуг, через особливості біографії до останніх днів вважався в СРСР



Рис. 7. Відділ фотопровідності Інституту напівпровідників АН УРСР. Зліва направо: М.К. Шейнкман, Є.А. Сальков, В.Є. Лашкар'єв та В.О. Романов. Початок 60-х років XX ст. [2]

“неблагонадійним”, а отже, був і “невизним” [6]. Йому тільки раз у житті було дозволено поїздку в сателітну Болгарію – і то під спеціальним наглядом. Отже, живого спілкування з західними колегами на конференціях він теж був позбавлений.

Напевно, уважне ставлення “органів” до вченого в 1960-ті було зумовлено й тим, що Інститут напівпровідників у 1960-х зробився помітним осередком “інакодумства”. В інституті до липня 1968 р. працювала І.Г. Заславська – активна учасниця дисидентського руху, дружина Ю.В. Цехмістренка [29]. Саме І.Г. Заславська загітувала цілу низку співробітників Інституту напівпровідників підписати складений навесні того ж року (загалом в дуже обережних формулюваннях, з посиланнями на “норми ленінської законності”) лист до керівництва СРСР із протестом проти повернення політичних репресій (т. зв. “Лист 139-ти” за числом підписів). Серед “підписантів”, услід за славетним кінорежисером С. Параджановим, поруч із іншими діячами літератури, мистецтва й науки, студентами й робітниками значилися й “напівпровідниківці” І.П. Жадько, З.С. Грїбніков, Б.Д. Шанїна, М.М. Григор'єв, В.А. Тягай, В.О. Зуєв, Д.І. Абакаров, В.І. Шека (текст листа й повний список підписантів наведено в [30]).

Як відомо, для багатьох “підписантів” листа цей підпис вартий був кар'єри і роботи. У більшості інститутів АН УРСР вони мали простий вибір: піти “за власним бажанням”, або бути звільненими

за статтею (що означало й “вовчий квиток” на все подальше життя). За законами доби одну з ініціаторок листа І.Г. Заславську, що особисто відвозила його до Москви, вивести з-під удару було неможливо, і її було звільнено з роботи за наполяганням КГБ [29]. Натомість керівництво інституту зуміло врятувати всіх інших: вони пройшли лише формальну процедуру каяття на засіданні парткому. Ще на початку 1980-х, коли до інституту прийшов працювати автор цієї статті, серед старших колег ходили перекази про те, що М.М. Григор’єв примудрився й цю процедуру перетворити на “швейкіану”, гучно проголосити: “Товариші, я вчинив політично малограмотний злочин!” – і це йому теж минулося безкарно.

Але такий “надмірний лібералізм”, очевидно, теж призвів до того, що в 1970-му В.Є. Лашкарьова “пішли” з посади директора інституту. Вчений помер 1 грудня 1974 року – і впокоївся під скромним надгробком на Байковому кладовищі.

Залишається розповісти про те, якою людиною був В.Є. Лашкар’єв. І відгуки колег, і спогади учнів незмінно наголошують на його високій інтелегентності й доброзичливості, відкритості до людей, увазі до їхніх ідей та здобутків. М.М. Амосов оповідає [8], що професор В.Є. Лашкар’єв поставив йому, студенту архангельського медінституту, “п’ятірку” за курс фізики, вислухавши його проєкт штучного серця (як визнав сам автор, цілком нездійснений). В.Г. Литовченко розповідає [9], як вправно В.Є. Лашкар’єв умів заохотити студентів кафедри фізики напівпровідників КДУ до наукової роботи, привчав реферувати наукові журнали, сам добираючи для цього цікаві статті.

Нарешті, однокурсник В.Г. Литовченка В.І. Стріха в тексті, що є конспектом лекції, прочитаної ним про В.Є. Лашкар’єва в 1994 р., через два десятиліття після смерті вчителя [10], ділиться такими спостереженнями: “*Лашкар’єв – людина. Був дуже цікавий у спілкуванні. Любив життя в усіх проявах. Цікавився різними сторонами життя. Займався окультними науками (за це й потрапив на заслання в Архангельськ). Був уважний до ідей (епізод з вечірнім відвідуванням мене-дипломника). Вмів поставити на місце (змусив назвати перші 30 елементів таблиці Менделєєва). Дуже з великою повагою ставився до чужих успіхів (відмовився записатися керівником моєї кандидатської дисертації)*”.

Ці короткі нотатки потребують сьогодні пояснень. Справді, стиль життя В.Є. Лашкар’єва-керівника дуже відрізнявся від прийнятого в тодішньому СРСР. Досі ходять оповіді про те, що він запросто міг пригостити вперше побаченого аспіранта, що приїхав для доповіді в інститут, коньяком із видобутої з директорського письмового столу пляшки. Він справді захоплювався спиритизмом (але й Ісаак Ньютон серйозно захоплювався алхімією, коментував “Апокаліпсис” – і не перестав бути від того великим фізиком).

Він справді був неймовірно уважним до всіх ідей своїх учнів. Але й водночас міг нагадати про відстань між учнем і вчителем – навіть проіспитувавши експромтом на знання періодичної таблиці елементів. Він був скрупульозно порядним у питаннях, як тепер сказали б, “академічної доброчесності” (вирішивши, що В.І. Стріха зробив кандидатську цілком самостійно, відмовився значитися її формальним керівником, хоч на скромному бенкеті з нагоди захисту був присутній). Усі ці риси разом роблять постать В.Є. Лашкар’єва надзвичайно симпатичною – навіть для тих, хто уже не міг спілкуватися з ним особисто.

Пам’ять про вченого гідно увічнено. НАН України заснувала 2000 р. Премію імені В.Є. Лашкар’єва за видатні роботи в галузі фізики напівпровідників і напівпровідникового приладобудування. 2002 р. створеному В.Є. Лашкар’євим Інституту фізики напівпровідників було присвоєно його ім’я. На жаль, у світовому масштабі його доробок досі недооцінено. Хоч відрадним є те, що зусиллями його учнів та учнів його учнів роль В.Є. Лашкар’єва у відкритті *p-n*-переходу – базового елемента мікро- та наноелектроніки – вже не ставиться під сумнів.

Але найтривкішим пам’ятником ученому, безумовно, стане дальша успішна робота створеного ним Інституту фізики напівпровідників, підготовка якісних “напівпровідникових” фахівців, що відповідають усім потребам дня, у КНУ імені Тараса Шевченка, й відродження напівпровідникової галузі України, для якої інститут та університет у кращі часи завжди були постачальниками кадрів, ідей та рішень.

На завершення автор складає подяку тим, хто став для нього головним джерелом інформації про героя цієї статті: мамі, досі діючому біохіміку Надії Максимівні Гулій, чії батьки ще з років ева-

куації товаришували з родиною Лашкар'ювих, та покійному батькові, учневі В.Є. Лашкар'юва Віталію Іларіоновичу Стрісі, який зумовив мій життєвий вибір на користь фізики напівпровідників. Мушу зізнатися: їхній шлюб у 1958 р. без “благословення” академіка Лашкар'юва міг і не відбутися. Адже мій дідусь, на той час віце-президент АН УРСР біохімік Максим Федотович Гулий, довідавшись, що його вихована в суворих правилах дочка почала зустрічатися з молодим аспірантом-фізиком, переговорив із його науковим керівником і заспокоївся, отримавши від того цілком позитивну рекомендацію. Отже, в певному сенсі я теж завдячую В.Є. Лашкар'юву своєю появою на світ.

Я складаю тут данину пам'яті моїм старшим колегам і вчителям, батьковому однокурснику і великому другу Володимирі Григоровичу Литовченку і Георгію Вадимовичу Лашкар'юву, який з дитячих років був товаришем моєї мами, і з яким я впродовж багатьох літ незмінно зустрічався на всіх конференціях з фізики напівпровідників. Я так само вдячний головному редактору “УФЖ”, Президенту НАНУ А.Г. Загородньому, який запропонував мені написати цю статтю, та моїм довголітнім колегам по Інституту фізики напівпровідників ім.В.Є. Лашкар'юва Ф.Т. Ваську та П.С. Смертенку, які прочитали рукопис цієї статті й зробили цінні зауваження.

1. В.Г. Литовченко, М.В. Стріха. Василь Ляшенко – видатний український фізик, засновник наукової школи фізики поверхні. *Світогляд* №2, 28 (2016).
2. Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкар'юва НАН України 1960–2020. Ред. О.Є. Беляєв, В.П. Кладько, П.С. Смертенко, В.С. Солнцев, Т.А. Кінько, Ю.П. Кияк (Академперіодика, 2020).
3. Б.М. Малиновський. Відоме та невідоме в історії інформаційних технологій. *Вісник НАН України* **1**, 40 (2001).
4. V.G. Lytovchenko, M.V. Strikha. 100 years of semiconductor science. The Ukrainian contribution. *Europhysics News* **45** (1), 5 (2014).
5. М.В. Стріха. Сторіччя науки про напівпровідники: витоки і український внесок. *УФЖ* **59** (8), 830 (2014).
6. В.Г. Литовченко. Академік НАН України Вадим Євгенович Лашкар'юв – видатний фізик ХХ століття, першовідкривач p - n -переходу. *УФЖ* **61** (2), 187 (2016).
7. В.С. Солнцев, П.С. Смертенко. Науковий внесок Вадима Євгеновича Лашкар'юва у розвиток фізики і техніки напівпровідників (до 120-річчя від дня народження). *Наука і наукознавство* **3** (121), 166 (2023).
8. Н.М. Амосов. *Голоса времен* (Оранта-Пресс, 1998).
9. В.Г. Литовченко. Мої наукові контакти з В.Є. Лашкар'ювим. *УФЖ* **59** (8), 825 (2014).
10. В.І. Стріха. Вадим Євгенович Лашкар'юв – патріарх фізики напівпровідників. В кн.: *Віталій Іларіонович Стріха (1931–1999)*. АН вищої школи України. Серія “Визначні вчені”. Упорядник та редактор М.В. Стріха. Вид. друге, доповнене (Дух і Літера, 2021).
11. W. Laschkarew. Zur theorie der gravitation. *Zeitschrift für Physik*. **35**, 473 (1926).
12. В.П. Лінник, В.Є. Лашкар'юв. Методи фокусування рентгенівських променів. *Укр. фіз. зап.* **1**, 5 (1926).
13. W. Laschkarew, G. Kuzmin. Effect of temperature on diffraction of slow electrons and its application. *Nature*, **134**, 62 (1934).
14. В.Е. Лашкар'єв. *Дифракция электронов* Под общ. ред. акад. А.Ф. Иоффе, проф. С.Ф. Васильева, Д.З. Будницкого. Проблемы новейшей физики (ГТТИ, 1933).
15. W.E. Laschkarew. Inner potentials of crystals and the electron diffraction. *Trans. Faraday Soc.* **31**, 1081 (1935).
16. Б. Кияк, О. Проскура. Доля академіка Олександра Гольдмана. *З архівів ВЧК-ГПУ-НКВД-КГБ* №1–2, 253 (1997).
17. W. Schottky. Halbleitertheorie der Sperrschicht. *Naturwissenschaften*, **26**, 843 (1938).
18. N.F. Mott. Note on the Contact between a Metal and an Insulator or Semiconductor. *Proc. Camb. Philos. Soc.* **34**, 568 (1938).
19. В.Е. Лашкар'єв. Исследования запорного слоя методом термозонда. *Изв. АН СССР. Сер. физ.* **5** (4–5), 442 (1941); [English translation: V.E. Lashkaryov. Investigation of a barrier layer by a thermoprobe method. *Ukr. J. Phys.* **53**, Special issue, 53 (2008)].
20. J. Bardeen, W.H. Brattain. The transistor, a semiconductor triode. *Proc. IEEE* **86**, 29 (1998).
21. R.S. Ohl. Light-Sensitive Electric Device, U.S. Patent 2402662.
22. W. Shockley. The theory of p - n -junctions in semiconductors and p - n -junction transistors. *Bell. labs. Technical J.* **28** (3), 435 (1949).
23. B. Guo, T. Liu, C.Yu. Multifunctional quantum thermal device utilizing three qubits. *Physical Review E* **99**, 032112-1 (2019).
24. М.Г. Находкін. Мій друг Віталій Стріха. В кн.: *Віталій Іларіонович Стріха (1931–1999)*. АН вищої школи України. Серія “Визначні вчені”. Упорядник та редактор М.В. Стріха. Вид. друге, доповнене (Дух і Літера, 2021).
25. В.Е. Лашкар'єв, В.И. Ляшенко. *Электронные состояния на поверхности полупроводника. Сборник, посвященный 70-летию А.Ф. Иоффе* (Изд. АН СССР, 1950).
26. W.H. Brattain, J. Bardeen. Surface Properties of Germanium. *Bell. Syst. Techn. J.* **32**, 1 (1953).

27. В.Є. Лашкар'юв, Н.М. Омеляновська, В.Г. Литовченко, Р.М. Бондаренко, В.І. Стріха. *Залежність часу життя сторонніх носіїв струму від концентрації домішки сурми в германії* (КДУ імені Т.Г. Шевченка. Науковий щорічник за 1956 рік, 1957).
28. В.Г. Литовченко. Спогад про Віталія Іларіоновича Стріху. В кн.: Віталій Іларіонович Стріха (1931–1999). АН вищої школи України. Серія “Визначні вчені”. Упорядник та редактор М.В. Стріха. Вид. друге, доповнене (Дух і Літера, 2021).
29. Н.О. Вірченко, І.Г. Заславська. В кн.: *Енциклопедія сучасної України*. Під ред. кол.: І.М. Дзюба та ін.; НАН України, НТШ (Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001–2023).
30. Алла Горська. *Душа українського шістдесятництва*. Упорядник Людмила Огнева. За редакцією Олексія Зарецького (Смолоскип, 2015).

Одержано 06.11.23

M. V. Strikha

VADYM YEVHENOVYCH LASHKARYOV,
THE OUTSTANDING UKRAINIAN PHYSICIST
OF THE 20th CENTURY, THE DISCOVERER
OF THE *p-n* JUNCTION IN SEMICONDUCTORS
(dedicated to the 120th anniversary of his birthday)

The life and the scientific career of V. Ye. Lashkaryov – an outstanding Ukrainian scientist of the 20th century and the founder of the Institute of Semiconductor Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine – are described. In 1941, he published the first article in the world literature devoted to the *p-n* junction in Cu_2O . The consideration is mainly focused on the specific features of his research manner, his role in the education and training of a new generation of Ukrainian physicists, and on his personality as a scientist.

Keywords: V. Ye. Lashkaryov, semiconductors, *p-n* junction, contact, surface.