

Антон НАУМОВЕЦЬ,
віце-президент НАН України, академік НАН України

ВІН НЕ МІГ ЖИТИ ПОЗА НАУКОЮ

НАУМ ДАВИДОВИЧ МОРГУЛІС — УЧЕНИЙ І ВЧИТЕЛЬ

Пам'ятаймо своїх попередників

Коли я бачу дітей, що захоплено грають на комп'ютері, або на кожному кроці зустрічаю перехожих, що розмовляють по мобільному телефону, я часто запитую себе: чи багато з них знають прізвища хоча б деяких учених та інженерів, які доклали гігантських зусиль, щоб невеличкі персональні комп'ютери виконували мільйони і мільйони операцій на секунду, а кишенькові телефони давали змогу миттєво зв'язуватися з абонентами через десятки тисяч кілометрів? На жаль, можна впевнено стверджувати, що лише мізерна частка рядових користувачів (це слово прийшло до нас разом з комп'ютерною технікою) зможе назвати хоча б когось, хто зробив можливим ці та інші рукотворні дива техніки.

І в той же час мільярди людей миттєво назвуть прізвища так званих поп-зірок, репертуар яких має жалюгідний художній рівень, або футболістів та політиків. Мабуть, у цьому знаходить прояв поширена людська невдячність у ставленні до творців науково-технічного прогресу, а отже й поступу цивілізації — від різноманітної техніки до медицини, сільського господарства, освіти та повсякденного побуту.

Розвиток цивілізації має свою внутрішню логіку, свої етапи, через які практично неможливо перескочити. У будь-якому разі наукові відкриття і винаходи не падають на нас, немов манна небесна, а концентрують у собі і досвід попередніх поколінь, і напружену самовіддану працю талановитих сучасників.

Одним з них був член-кореспондент АН УРСР Наум Давидович Моргуліс (1904–1976 р.р.), визначний учений у галузі фізичної електроніки, вчитель і вихователь сотень молодих учених і інженерів. Протягом багатьох років він був співробітником Академії наук і одночасно професором Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка (КДУ).

Початок: вакуумна електроніка

Наум Давидович Моргуліс (Н.Д.) народився 14 травня 1904 року в містечку Летичів на Хмельниччині. Післяжовтневі роки відкрили широку дорогу до освіти й науки його поколінню, і Н.Д. з ентузіазмом взявся за навчання, вступивши до Київського інституту народної освіти (так тоді називався Київський університет).

Кожна епоха виділяє певну галузь науки, яка на той час є вирішальною для технічного прогресу і найсильніше приваблює молодь. У ХХ сторіччі такою була фізика, і зокрема радіоелектроніка. Можливість чути, а пізніше й бачити за допомогою невидимих радіохвиль і якоїсь скриньки з хитромудрими дротинками і лампами здавалася дивовижною, зачаровувала своєю таємничістю і всемогутністю.

Н.Д. захопився фізикою електровакуумних приладів, і перші свої роботи опублікував, коли йому виповнилося 24 роки, в журналі з характерною для того часу назвою «Телефонія и телеграфія без проводів». Треба наголосити, що електровакуумні прилади — різні радіолампи, а також фотоелементи, завдяки яким «заговорило» німе кіно, електронно-променеві трубки, що відтворювали зображення в телевізорах, осцилографах, радіолокаторах, відіграли колосальну роль у різних галузях науки, техніки, культури — взагалі в розвитку сучасної цивілізації. Від кінця 1920-х років, коли Н.Д. розпочав свої дослідження, до початку ери твердотільної (напівпровідникової) електроніки, залишалось ще 20–30 років. Адже перший зразок транзистора був створений в 1948 р., а перша інтегральна схема, в якій на площі близько 1 см² містилося лише два транзистори — в 1959 р. При цьому можна відповідально стверджувати, що без електроніки на базі електровакуумних приладів прищестя напівпровідникової електроніки взагалі не відбулося б. Справді, для того, щоб ретельно дослідити дуже складні фізичні процеси в напівпровідниках, необхідні були чутливі підсилювачі, фотоелементи і фотопомножувачі, осцилографи, генератори різноманітних електричних сигналів. Практично вся тодішня радіоелектроніка працювала на електровакуумних приладах. Виняток становили хіба що випрямлячі змінного струму на селенових шайбах. Більше того, вчені і інженери для генерації і перетворення електричних сигналів розробили на електронних лампах безліч дуже ефективних і дотепних електронних схем, принципи дії яких згодом були легко перенесені в напівпровідникову електроніку. Її стрімкий розвиток розпочався в 1950-ті роки і триває досі, забезпечуючи вражаючий прогрес у радіотехніці, телебаченні, комп'ютерній техніці, телекомунікаціях, різноманітних засобах автоматизації.

У підсумку за вакуумною технікою тепер залишилися, в основному, прилади високої потужності для радіостанцій, радіолокаторів, прискорювальної техніки, а також плазмові дисплеї. Але щоб настало нинішнє «свято на вулиці» напівпровідникової електроніки, необхідним був етап інтенсивного розвитку електроніки вакуумної. В цей етап визначний внесок зробив Н.Д.Моргуліс.

Передвоєнні і воєнні роки

Роботи Н.Д. у передвоєнні роки були спрямовані на дослідження електронної та іонної емісії. Кожен електровакуумний прилад повинен мати джерело електронів — катод, що емітує (викидає) електрони під дією тих чи інших зовнішніх чинників — теплової енергії, світла, електричного поля або бомбардування швидкими зарядженими частинками (так званими «первинними») елек-

тронами чи іонами). В роки домінування вакуумної електроніки створення економічних і надійних катодів, здатних бездоганно служити довгий час, було завданням державної ваги.

В 1929 р. на базі кафедри фізики в АН УРСР був створений Інститут фізики (ІФ). В ньому Н.Д. почав глибоко вивчати фізичні механізми електронної емісії з катодів різних типів, а також процеси в газорозрядній плазмі. Паралельно ці роботи були розгорнуті в Київському державному університеті, де Н.Д. працював викладачем. В 1936 р. він створив відділ фізичної електроніки в Інституті фізики і одночасно кафедру такого ж профілю в КДУ. Н.Д. поєднував роботу в ІФ і КДУ до 1961 р. з перервою



на воєнні роки, коли він разом з колективом ІФ перебував в евакуації в Уфі (1941–44 рр.). Ось приклад конкретної найтіснішої інтеграції академічної і університетської науки та навчального процесу! Про необхідність такого єднання (значною мірою послабленого за останні роки) тепер багато говориться, немов про якусь новину, але, на жаль, недостатньо робиться практично. Тоді ж академічно-вузівська співпраця була тісною і природною. Широко практикувалися сумісництво, спільні скоординовані дослідження, регулярні спільні семінари, виконання багатьма студентами дипломних робіт в академічних лабораторіях.

Навколо Н.Д. гуртувалися молоді співробітники, та й сам він тоді був ще зовсім молодим. Дослідження емісійних явищ швидко переконали, що ефективність емісії критичним чином залежить від стану поверхні емітерів, від наявності на ній навіть мізерної кількості чужорідної адсорбованої речовини — менше одного щільного моноатомного шару. Так дослідники емісії природно стали дослідниками фізики і хімії поверхневих (особливо адсорбційних) явищ. У передвоєнні роки Н.Д. активно застосовував нові на той час квантово-механічні уявлення для пояснення механізмів електронної і іонної емісії, впливу адсорбованих шарів на емісійні властивості твердих тіл. Він побудував перший в світі іонний мікроскоп-проектор. У ньому збільшене зображення поверхні формувалося на люмінесцентному екрані іонами, що утворилися на самій досліджуваній поверхні. Слід підкреслити, що товщина адсорбованих шарів, що здатні в сотні і тисячі разів збільшувати струм електронної емісії, не перевищує діаметра адсорбованих атомів, тобто становить десяті частки нанометра. Отже, такий шар завтовшки в один атом (через що його й називають моношаром) є од-

ним з нанооб'єктів. Вони активно досліджувалися і застосовувалися електронщиками приблизно за півсторіччя до того, як терміни *нанотехнології*, *наноелектроніка*, *наноматеріали* почали широко вживатися, а відповідні *нано дослідження* виконуватися у величезних масштабах.

Наукові роботи Н.Д. дістали визнання ще в передвоєнні роки: він рано став доктором фізико-математичних наук і професором, а в 1939 р., коли йому виповнилося лише 35 років, був обраний членом-кореспондентом АН УРСР. Далі була Велика Вітчизняна війна, евакуація до Уфи і роботи на оборону, а потім, у 1944 р., повернення до Києва.

Повоєнні роки

В умовах подолання повоєнної розрухи, відбудови народного господарства і загострення військового протистояння з Заходом радянській електронній промисловості були потрібні нові вискоефективні і довговічні катоди різних типів. Науковий колектив, який збирав навколо себе і навчав Н.Д., активно і плідно займався цією тематикою. Паралельно, працюючи над створенням нових газонаповнених електровакуумних приладів, Н.Д. зі своїми співробітниками глибоко досліджував фізичні процеси в газорозрядній плазмі. В цьому напрямі Н.Д. разом зі своїм аспірантом П.М. Марчуком зробив одне зі своїх найзначніших відкриттів. Йдеться про докорінне удосконалення термоемісійного методу перетворення теплової енергії в електричну. Це один з так званих прямих методів перетворення енергії — у відповідних пристроях відсутні такі традиційні компоненти, як парові котли, турбіни і механічні електрогенератори. Є тільки нагрівач того або іншого типу і власне сам термоемісійний перетворювач (ТЕП). Він являє собою герметичну камеру, в якій є нерухомі катод і анод, проміжок між якими заповнений цезієвою плазмою. Електрони, що емітуються з розігрітого катоду з високою середньою кінетичною енергією, яка відповідає температурі нагрівача, потрапляють на холодний анод і тим самим створюють електрорушійну силу (е.р.с.). Полюсами ТЕП-генератора, з яких знімається напруга в зовнішнє електричне коло, є катод і анод. У принципі, сама ідея ТЕП була запропонована ще в 1920-ті роки, але тоді пропонувався вакуумний ТЕП без цезієвого наповнення. Коефіцієнт його корисної дії є надзвичайно низьким, і ТЕПи такого типу, мабуть, ніколи не знайшли б практичного застосування. Заповнення вакуумного проміжку ТЕПа парами цезію докорінно змінює ситуацію, адже цезій одночасно виконує три корисні функції. По-перше, адсорбований шар цезію на катоді полегшує вихід електронів з нього (фізики кажуть — зменшує роботу виходу електронів) і відповідно значно збільшує силу струму в перетворювачі. По-друге, позитивний заряд іонів цезію компенсує негативний заряд електронної хмарини в проміжку між катодом і анодом і також полегшує перехід електронів з катоду до аноду. Нарешті, завдяки присутності щільнішого адсорбованого шару цезію на холодному аноді, емітовані катодом електрони додатково прискорюються, і таким чином збільшується е.р.с. ТЕПа. У підсумку цезієве наповнення підвищує

к.к.д. ТЕПа в десятки разів. Американські дослідники прийшли до цієї ідеї приблизно на 10 років пізніше, ніж Н.Д.Моргуліс і його аспірант П.М.Марчук. Нині ТЕП у поєднанні з ядерним нагрівачем вважається одним із основних кандидатів на енергозабезпечення космічних кораблів, розрахованих на пілотовані міжпланетні подорожі — зокрема, для експедиції людей на Марс.

1950–60 роки: дослідження поверхневих явищ

У 1950–60 роки, одночасно з дослідженнями катодів і ТЕПів, наукова школа Н.Д. в Інституті фізики і КДУ значно підсилила дослідження з фізики поверхні. Саме в ті роки розпочався якісно новий етап у розвитку цієї галузі фізики. Завдяки розробці технологій надвисокого вакууму (виходу на рівень тисків залишкових газів $\sim 10^{-10}$ – 10^{-12} міліметра ртутного стовпчика), застосуванню монокристалічних підкладок, удосконаленню відомих і винайденню принципово нових методів кількісної діагностики поверхонь з'явилися небачені раніше можливості дослідження поверхонь у чистих і надійно контрольованих умовах. Київські дослідники не тільки швидко освоїли експериментальні методи, розроблені в інших лабораторіях світу, а й запропонували ряд оригінальних методів. Це, наприклад, метод так званої «чорної камери», що вперше дав змогу аналізувати в неспотвореному вигляді хімічний склад продуктів десорбції; метод структурного аналізу адсорбованих плівок при низьких температурах; десорбційний іонний проектор; метод визначення ступеня полярності хімічного зв'язку адсорбованих частинок через спостереження їх дрейфу в неоднорідному електричному полі; сканувальний контактнопотенціальний мікроскоп; метод дослідження поверхневих явищ електронами провідності та ін. Комплексне застосування цих методів дало відповідь на ряд давніх дискусійних питань і, як завжди буває в науці, одночасно поставило нові. Перед науковцями відкрився новими гранями двовимірний світ поверхневих явищ зі своїми дивовижними кристалічними структурами, особливими взаємодіями між частинками, фазовими переходами, хімічними перетвореннями, колективними процесами. Дослідження закономірностей усіх цих явищ і процесів не тільки становить великий інтерес для вчених різних спеціальностей, а й надзвичайно важливе для практики, для розробки і вдосконалення багатьох технологій, в основі яких лежить використання поверхневих явищ. Роботи Н.Д. і його учнів здобули високий авторитет як в СРСР, так і за кордоном. Слід підкреслити, що, завдяки великому досвіду в дослідженні емісійних процесів, у яких поверхневі явища відіграють величезну роль, київська школа фізичної електроніки була добре підготовлена до розвитку фізики поверхні на новому рівні і зробила в цей напрям вагомий внесок. Понад те, оскільки поверхневі явища займають провідне місце у визначенні властивостей і поведінки різних нанооб'єктів і наносистем, то київська школа фізичної електроніки природним чином підключилася до сучасних широкомасштабних досліджень і розробок у наногалузі. Фактично ж, як уже було сказано, спеціалісти з емісійної електроніки завжди мали справу з моноатомними шарами, товщина яких навіть менша від 1 нанометра.

А в 1965 р. співробітники Інституту фізики член-кореспондент НАНУ П.Г.Борзяк, О.Г.Сарбей і Р.Д.Федорович відкрили явище електронної емісії з острівцевих металічних плівок при пропусканні крізь них електричного струму. Як трохи пізніше було показано чл.-кор. НАНУ П.М.Томчуком, це явище виникає завдяки нерівноважному розігріванню електронного газу в острівцях нанометрового розміру. Доречно нагадати, що сам термін «нанотехнології» був запропонований тільки в 1974 році.

В останні 15 років свого життя Н.Д.Моргуліс зосередився на викладацькій роботі в КДУ і на дослідженнях низькотемпературної плазми, пов'язаних з проблемою термоемісійного перетворення енергії. Він помер 1 вересня 1976 року, в перший день після виходу на пенсію. Після цього вже минуло понад 30 років — достатній час, щоб з урахуванням подальшої історії розвитку науки належним чином оцінити і його наукові результати, про які вже йшлося вище, і його роботу з підготовки наукових та інженерних кадрів.

Далі в цій статті я постараюся розповісти про деякі риси особистості Н.Д., про методи його наукової роботи і роботи зі студентами, а також молодими і вже зрілими науковцями. На мою думку, вони можуть бути повчальними «на всі часи».

Ставлення до роботи, працелюбність

Н.Д. був безмежно відданим науці, дуже вимогливим до себе, що давало йому моральне право бути вимогливим і до своїх співробітників. Він не терпів неробства, непрофесійності і лінощів, вимагав ефективного використання кожної хвилини. Коли хтось працював, «як мокре горить», Н.Д. міг різко зауважити: «Від ваших темпів мене нудить!» Пам'ятаю, як я колись відкачував свою чергову експериментальну лампу. Щоб досягти необхідного надвисокого вакууму, відкачування потрібно було неперервно проводити 5–7 діб (а інколи й довше), почергово прогріваючи до максимально допустимих температур усі металеві деталі і скляний балон лампи. Працювали в 2–3 зміни. Якось сиджу я, ще молодий спеціаліст, біля вакуумної установки, час від часу поглядаючи на стрілки приладів. Заходить до лабораторії Н.Д. і запитує, що я роблю. Я відповідаю: «Науме Давидовичу, я відкачую лампу». Н.Д. моя відповідь не задовольнила: «Я бачу, що лампу відкачує насос, а я питаю, що ви самі робите?». Далі послідувала вимога використовувати відносно «спокійні» періоди відкачування для того, щоб читати фахові журнали або обробляти результати експериментів (тоді ще за допомогою логарифмічної лінійки).

Цікавою була методика приймання екзаменів, якої дотримувався Н.Д. Перш за все він вимагав пред'явити конспекти його лекцій. Ще на початку читання свого курсу Н.Д. попереджав студентів про те, що конспектом слід заповнювати тільки праву сторінку в розгорнутому зошиті. Ліва ж сторінка має залишатися вільною для самостійної роботи студента — детального виведення формул, виписок із додатково прочитаних статей чи монографій за тематикою лекцій. Під час відповіді студента Н.Д. перегортав конспект, з якого відразу було видно, наскільки ретельно студент попрацював над лекціями, і ставив додаткові запитання, щоб з'ясувати глибину засвоєння матеріалу.

Схожою була й методика приймання Н.Д. кандидатського екзамену за спеціальністю. За програмою цього екзамену треба було проробити величезну кількість спеціальної літератури. Пам'ятаю, що список літератури, який Н.Д. вручив мені, включав у себе приблизно 60 назв — в основному, монографій і оглядових статей. Їх тематика охоплювала не лише той відносно вузький напрям, в якому я безпосередньо працював, а й усю фізичну електроніку. Сам Н.Д. в ній чудово орієнтувався, адже працював у цій галузі від ранніх етапів її розвитку і сам зробив великий внесок у цей розвиток. А від майбутніх кандидатів наук він вимагав набуття широкого світогляду і ґрунтовних знань, глибину яких він миттєво оцінював влучними і часто несподіваними запитаннями. На кандидатському екзамені також треба було пред'явити конспекти проробленого матеріалу. Вимогливість Н.Д. була дуже високою, а критика недоробок — нещадною. Пригадую, що й моя перша спроба скласти кандидатський іспит виявилася невдалою: всю нашу групу в складі трьох аспірантів Н.Д., якщо застосувати традиційну студентську термінологію, «погнав». Висновок його був іронічно-нищівний: «Дякую за «концерт!»». Словом «концерт» він оцінив рівень наших відповідей. Наша подальша підготовка була значно ґрунтовнішою, так що наступна спроба скласти іспит закінчилася щасливо. Взагалі, кандидатський екзамен зі спеціальності був для мене найскладнішим у житті, але я й досі вдячний Н.Д. за його вимогливість. Адже після цього екзамену я став почувати себе досить упевнено в різних галузях фізичної електроніки. Фактично Н.Д. дотримувався суворівського принципу «важко в навчанні — легко в бою». На жаль, останнім часом рівень вимог на кандидатських іспитах суттєво знизився, зміст програм став значно вужчим, що в підсумку знижує і загальний професійний рівень, і ерудованість кандидатів наук. Це — небезпечний наслідок падіння престижу професії науковців, який спричинятиме відповідну ланцюгову реакцію.

Бути на передньому краї!

Прекрасно орієнтуючись у всій фізичній електроніці, Н.Д. міг дуже точно і, як правило, раніше своїх колег визначати напрями подальшого розвитку цієї галузі науки. Він формулював відповідні завдання своїм співробітникам та аспірантам і доручав їм розробляти оригінальні чи освоювати щойно запропоновані в інших лабораторіях методики. Це давало можливість його науковій школі постійно триматися на передньому краї тих проблем, які в ній досліджувалися. Наприклад, у співпраці з П.Г. Борзяком та іншими своїми колегами Н.Д. багато зробив для з'ясування природи вторинно-електронної і фотоелектронної емісії. В результаті цих досліджень на початку 1950-х років П.Г.Борзяк запропонував ідею фотоелектронної спектроскопії, яка тепер є одним з основних методів досліджень електронної структури поверхонь. Учень Наума Давидовича М.Г.Находкін на новому експериментальному рівні продовжив глибокі дослідження процесів взаємодії електронів середніх енергій з твердими тілами. Вагомим результатом цих досліджень стала роз-

робка М.Г.Находкіним і П.В.Мельником іонізаційної спектроскопії — цінного методу аналізу елементного складу поверхонь.

Н.Д. виступив ініціатором швидкого освоєння і впровадження в лабораторну практику технологій надвисокого вакууму. Це здійснили його співробітники в Інституті фізики і КДУ — В.М.Гаврилюк, Ю.Г.Птушинський, Г.Я.Пікус, М.Г.Находкін, Д.О.Городецький та інші. Були розроблені гетерні та іонні насоси різних типів, а також засоби вимірювання надвисокого вакууму. Ці роботи стали піонерськими в СРСР і відкрили дорогу до вивчення поверхневих явищ у гарантовано чистих умовах.

Наступним кроком стала розробка надвисоковакуумної мас-спектрометрії, яку реалізували Г.Я.Пікус, Ю.Г.Птушинський, Б.О.Чуйков. З її застосуванням були вперше з'ясовані механізми фізико-хімічних процесів, що відбуваються в оксидних катодах (Г.Я.Пікус, В.Ф. Шнюков). Ці катода, з часу відкриття яких вже минуло понад 100 років, мають чудові емісійні властивості і досі використовуються в електровакуумних приладах. Ю.Г.Птушинський і Б.О.Чуйков поєднали в «чорній» камері (див. вище) методи молекулярного пучка, надвисоковакуумну часо-пролітну мас-спектрометрію і термодесорбційну спектроскопію в діапазоні від температури рідкого гелію до температур порядку $(2-3) \cdot 10^3$ К. Це поєднання методів дає можливість одержувати унікальні дані про кінетику і механізми адсорбції і десорбції, хімічні реакції на поверхнях, роль хімічної природи і структури підкладки в адсорбції тощо. Взагалі, київська школа фізичної електроніки однією з перших у світі розпочала кількісні дослідження адсорбційних процесів на монокристалічних поверхнях (В.М.Гаврилюк, В.К.Медведев, Я.П.Зінгерман, Д.О.Городецький, Ю.Г.Птушинський, Б.О.Чуйков, А.Г.Наумовець, О.Г.Федорус, Ю.С.Ведула), що дало можливість дослідити роль структурного фактора в адсорбції. Зокрема, на доручення Н.Д. його аспірант Д.О.Городецький освоїв метод дифракції повільних електронів (ДПЕ) і почав застосовувати його для дослідження атомної структури адсорбованих плівок. Перед цим у світі була майже 30-річна перерва у використанні цього методу. Таким чином, у Києві значно раніше, ніж в інших містах СРСР розпочалися цілеспрямовані роботи з кристалографії адсорбованих шарів. Особливого розмаху ці дослідження набули після впровадження в метод ДПЕ техніки низьких температур (А.Г.Наумовець, О.Г.Федорус, В.К.Медведев, І.М.Яковкін). Це вперше дало можливість переконливо довести існування далекосяжних взаємодій між адсорбованими атомами. Практично впродовж всієї своєї наукової діяльності Н.Д. глибоко цікавився фізичними процесами в низькотемпературній плазмі. Разом зі своїми учнями в КДУ С.М.Левитським, Ю.І.Чутовим, І.П.Шашуріним та іншими він отримав важливі результати і в цій галузі. Про його роботи з термоемісійного перетворення енергії вже було сказано вище. Учень Наума Давидовича М.Д.Габонович створив в Інституті фізики відділ газової електроніки, широко відомий своїми роботами з фізики іонних джерел і іонних пучків. Л.Л.Пасічник заснував відділ фізики плазми в Інституті ядерних досліджень. Цей відділ

одержав важливі результати щодо взаємодії електронних пучків з плазмою (Л.І.Романюк, Г.С.Кириченко та інші).

Ці приклади робіт, які плідно розвинулися на основі пропозицій і доручень Н.Д. (а їх перелік можна було б легко продовжити), свідчать про те, що він чудово розумів вирішальне значення передових експериментальних методів і технологій для успіху досліджень.

Треба сказати, що в той час (1950–70 р.р.) в академічних інститутах і вищих навчальних закладах були створені добре оснащені майстерні і дослідні виробництва, які на замовлення науковців могли виготовляти досить складні прилади, хоча приладобудівна промисловість СРСР традиційно «кульгала». На жаль, в незалежній Україні і приладобудівна промисловість, і майстерні в інститутах практично зруйновані, а коштів на закупівлю сучасного наукового обладнання за кордоном виділяється недостатньо. Це вкрай ускладнює, а то й зовсім унеможлиблює, виконання в наших лабораторіях досліджень світового рівня.

Семінари Н.Д. Моргуліса

Щотижневі семінари в колективах, очолюваних Н.Д., були обов'язковими. На них заслуховувалися (після рецензування ким-небудь із колег) роботи, що пропонувалися до друку, дисертації, а також реферати цікавих публікацій у журналах. Хоча інтернету тоді не було, бібліотеки були досить добре укомплектовані — передплачували всі вітчизняні, а також основні закордонні фізичні журнали. Літературу, відсутню в інститутській бібліотеці, неважко було замовити через ВІНТІ або міжбібліотечний абонемент. Н.Д. уважно стежив за публікаціями і найцікавіші з них доручав реферувати на семінарі. Посилання будь-кого на незнання іноземної мови — англійської, німецької чи французької — Н.Д. до уваги не брав і доручення не відміняв. Я пізнав це на власному досвіді. Закінчивши КДУ, де я вивчав німецьку, я прийшов до Інституту фізики, не знаючи жодного слова англійською. Вимогливість Н.Д. змусила мене терміново взятися за вивчення англійської. Першу англійську статтю я перекладав з величезними труднощами, звертаючись до словника за кожним словом.

На семінарах заслуховувалися також доповіді, які мали оголошуватися на різних конференціях. Ці репетиції були надзвичайно корисними, і виступи представників школи Н.Д. на конференціях, як правило, відрізнялися своєю чіткістю й обґрунтованістю, викликали значний резонанс серед колег у всій країні.

Виховання молодих науковців

Через руки Н.Д. проходили сотні студентів КДУ, отже, у нього був багатий вибір молоді змін. Він здійснював його за результатами екзаменів, а також виконання курсових і дипломних робіт. Вище вже йшлося про його вимогливість, чуття нового, про велику користь його семінарів. Н.Д. привчав своїх співробітників до скромності, самокритичності в оцінці своїх робіт. Пам'ятаю,

як на початку 1960-х років до нашого відділу завітав академік АН УРСР Антон Пантелеймонович Комар, видатний вчений у галузі фізичної електроніки, металофізики і ядерної фізики з Ленінградського фізико-технічного інституту АН СРСР. Н.Д. привів його до моєї кімнати, щоб я показав йому свої знімки вольфрамового вістря, одержані в гелієвому польовому іонному мікроскопі з атомним розділенням. А.П.Комар сказав на мою адресу декілька компліментів. Після його від'їзду Н.Д. дещо остудив мою ейфорію від почутого і дружньо порекомендував мені бути скромнішим і вчитися відрізняти ввічливість гостя від реальної, об'єктивної оцінки.

Повчальним був і підхід Н.Д. до написання статей. Він ніколи не дозволяв собі, як це, на жаль, нерідко буває з іншими керівниками, приписувати своє прізвище до числа співавторів роботи, якщо свою участь у її виконанні він сам вважав недостатньою. Наприклад, мене він досить рано відпустив у «вільне плавання», доручаючи самостійно писати статті. На початку вони виходили у мене дуже багатослівними, нечіткими. Я просив Н.Д. прочитати їх, і він повертав їх зі своїми зауваженнями — загальними, без дрібниць, але дуже істотними. Я доводив статті до потрібних кондицій методом «послідовних наближень», і десь на третьому-четвертому варіанті діставав «добро» від Н.Д. Так поступово я навчався писати свої статті.

І ще один спогад про семінари Н.Д. Він вимагав коректної поведінки промовців перед аудиторією. Коли хтось, наслідуючи манери надто зухвалих і розв'язних лекторів, починав доповідати, тримаючи руку в кишені, Н.Д. категорично наказував: «Вийміть руку з кишені!». Перед конференціями Н.Д. вимагав від своїх колег запам'ятовувати імена і по батькові найвідоміших учасників конференції, щоб чемно звертатися до них під час дискусій і вільного спілкування.

* * *

Наум Давидович Моргуліс усе своє життя присвятив служінню науці. Своєю невтомною діяльністю в нашій Академії наук і Київському університеті він започаткував розвиток фізичної електроніки, яка свого часу була науковою основою прогресу електривакуумної техніки, і створив потужну наукову школу. Досвід, накопичений у дослідженні емісійних явищ, забезпечив активну і плідну участь представників цієї школи в розвитку фізики поверхні, а згодом і нанофізики, а також у розробці технологій, в основі яких лежить використання поверхневих явищ і різноманітних розмірних ефектів.

З числа випускників кафедри Н.Д., а також його безпосередніх співробітників вийшло 3 академіки НАН України (М.Г.Находкін, Ю.П.Корчевий, А.Г.Наумовець) і 4 члени-кореспонденти НАНУ (П.Г.Борзьяк, Ю.Г.Птушинський, О.К.Назаренко, А.А.Щерба), багато професорів, докторів і кандидатів наук, лауреатів державних премій, заслужених діячів науки і техніки України, висококваліфікованих інженерів. М.Г. Находкін створив у КДУ кафедру кріогенної і мікроелектроніки, багато років був деканом радіофізичного факультету і в даний час продовжує поєднувати плідну викладацьку і на-

укову роботу. Ю.П.Корчевий, який у КДУ під керівництвом Н.Д.Моргуліса досліджував плазмові процеси в ТЕПах, став засновником Інституту вугільних енерготехнологій НАН України і успішно розвиває нові економічні технології спалювання вугілля з застосуванням досягнень фізики плазми. П.Г.Борзяк, після переходу Н.Д. до КДУ в 1961 р., очолював відділ фізичної електроніки в Інституті фізики до 1981 р. У 1965 р. він разом зі своїми співробітниками О.Г.Сарбеєм і Р.Д.Федоровичем став автором офіційно зареєстрованого відкриття електронної емісії з острівцевих металічних плівок. Під керівництвом П.Г.Борзяка плідно розвивалися також роботи з фотоелектронної і автофотоелектронної емісії. Ю.Г. Птушинський створив в Інституті фізики відділ адсорбційних явищ і успішно продовжує зі своїм колективом дослідження в галузі фізики поверхні. О.К.Назаренко, який працює в Інституті електрозварювання ім. Є.О.Патона, став одним із визнаних у світі вчених у галузі електронно-променевої технології. А.А.Щерба в Інституті електродинаміки досліджує електрофізичні процеси в діелектриках у сильних електричних полях і розробляє потужні енергетичні кабелі на напруги в сотні кіловольт, що вже виробляються промисловістю. В Інституті фізики, в заснованому Н.Д. відділі фізичної електроніки, який з 1981 р. має честь очолювати автор цих рядків, у даний час широко представлені роботи в галузі фізики поверхні, нанофізики, наноелектроніки, молекулярної електроніки і трибології. Троє з учнів Н.Д.Моргуліса — М.Г.Находкін, Д.О.Городецький і С.М.Левитський — стали Почесними професорами Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Деканом радіофізичного факультету цього університету є тепер професор І.О.Анісімов, а кафедру фізичної електроніки очолює В.В.Ільченко — вони є «науковими онуками» Н.Д.Моргуліса. Київська школа з фізичної електроніки дала свої «відгалуження» у Львів і Полтаву. В тамтешніх університетах плідно працюють колишні випускники аспірантури Інституту фізики, навколо яких сформувалися колективи дослідників з фізики поверхні і тонких плівок.

Н.Д.Моргуліс був одним з учених, які своєю діяльністю здобували високий авторитет для науки України. На визнання його заслуг Національна академія наук України заснувала в 2007 році премію імені Н.Д.Моргуліса, що надалі буде регулярно присуджуватися за найкращі роботи в галузі фізичної електроніки і фізики поверхні.

