

В. А. Сминтина

СТАНОВЛЕННЯ СЕНСОРИКИ В ОДЕСЬКОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Витоки напрямку сенсорика спостерігаються у роботах професора Е. А. Кирилова. Результати досліджень оптичних і фотоелектричних властивостей напівпровідників A_2B_6 отримані під керівництвом професора В. В. Сердюка. На сучасному етапі дослідження в області сенсорики під керівництвом завідувача кафедри експериментальної фізики Одеського національного університету імені І. І. Мечникова професора В. А. Сминтини включають вивчення широкого класу матеріалів для сенсорної електроніки, розробку та створення газових і оптичних макро-, мікро- і наносенсорів та практичне їх застосування.

Ключові слова: сенсорика, сенсори, Одеський університет, кафедра експериментальної фізики.

9 січня 1926 р. за участю фізика професора Елпідіфора Анемподітовича Кирилова (рис. 1) в Одеському університеті було вирішено створити науково-дослідний інститут фізики, перший НДІ фізики в системі вищої школи на теренах України. Вже в серпні 1930 р. на I Всесоюзному з'їзді фізиків в Одесі завідувач кафедри експериментальної фізики Е. А. Кирилов доповів про «Негативний внутрішній фотоэффект в бромистому сріблі». Ця доповідь фактично повідомила про започаткування нового наукового напрямку – вивчення властивостей напівпровідників. Відтоді розпочався новий етап розвитку досліджень, який привів до сенсорики в сучасному розумінні.

У 60-х роках ХХ століття починається систематизація результатів оптичних і фотоелектричних явищ у напівпровідниках, в 70-х під керівництвом завідувача кафедри експериментальної фізики професора Віктора Васильовича Сердюка (рис. 2) створюється науково-дослідна лабораторія «Напівпровідникової електроніки», і з часом науково-дослідна лабораторія «Фотоелектричних властивостей неоднорідних напівпровідників».

У 1976 р. кафедра стає базою проведення Четвертої всесоюзної наради «Фізика, хімія и технические применения полупроводников A_2B_6 »,

а в 1982 році – Другої республіканської конференції з фотоелектричних явищ у напівпровідниках.

Наприкінці 80-х років ХХ-го століття починає формуватись новий напрямок досліджень на кафедрі, зосереджений на вивченні поверхневих властивостей напівпровідників. Кафедра бере участь в організації та проведенні всесоюзних та республіканських конференцій «Новые физические принципы в аналитическом приборостроении» (Київ, 1980), «Физико-химические методы и инженерно-технические решения в газоаналитическом приборостроении» (Одеса, 1984), «Современные физические методы контроля атмосферного воздуха» (Київ, 1986), Всесоюзної наукової школи «Физика поверхности полупроводников» (Одеса, 1986). Видання наукової збірки «Фотоелектроніка» започатковано у 1987 р.

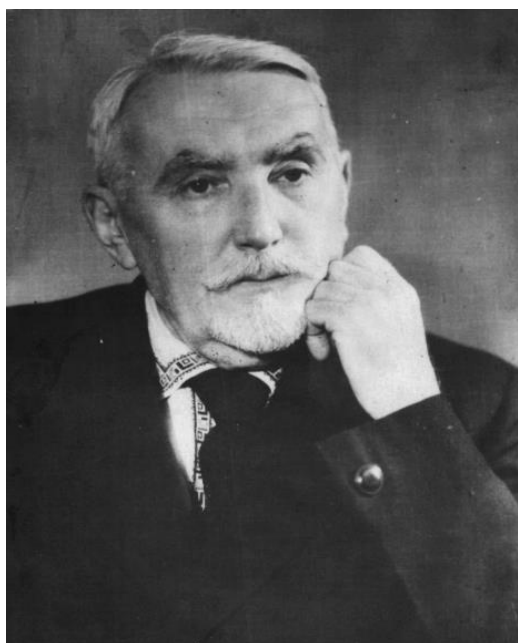


Рис. 1. Професор, доктор фіз-мат. наук Е. А. Кирилов, завідувач кафедри експериментальної фізики з 1921 р. до 1960 р., директор науково-дослідного інституту фізики університету у 1926-1964 рр., лауреат Державної премії СРСР, Заслужений діяч науки УРСР, кавалер ордена Леніна.



Рис. 2. Професор, доктор фіз.-мат. наук В. В. Сердюк, завідувач кафедри експериментальної фізики з 1968 р. до 1994 р., ректор Одеського державного університету імені І. І. Мечникова у 1975-1987 рр., Заслужений працівник вищої школи УРСР, кавалер ордена «За трудові заслуги», Почесний доктор Сегедського університету.



Рис. 3. Професор, доктор фіз.-мат. наук В. А. Сминтина, завідувач кафедри експериментальної фізики з 1994 р., ректор Одеського національного університету імені І. І. Мечникова у 1995-2010 рр., лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, Заслужений діяч науки і техніки України, кавалер ордена «За заслуги» III ступеня, та орденів і медалей 7 країн світу, нагороджений Почесними грамотами Верховної Ради та Кабінету Міністрів України, почесний сенатор, професор та доктор шести університетів і академій п'яти країн світу (див. <http://smyntynava.onu.edu.ua>).

У 1990 р. створюється науково-дослідна лабораторія «Сенсорної електроніки та технологій» під керівництвом доктора фіз.-мат.наук Валентина Андрійовича Сминтини (Рис. 3). У подальшому він створив науково-дослідну лабораторію «Електронних, іонних та молекулярних процесів у напівпровідниках» (1989), навчально-науковий центр медичної та біологічної фізики (1999), міжвідомчий навчально-науковий фізико-технічний центр МОН та НАН України (2005), з 1994 р. очолює кафедру експериментальної фізики, де, як і в фізико-технічному центрі, результативно розвинув нові напрямки досліджень, започаткував наукову школу в галузі сенсоріки, завдяки чому був обраний до європейських організацій EUROSENSORS та NEXUSPAN, а також до Наукових рад «Сенсорних систем» та «Фізики напівпровідників та напівпровідникових приладів» Національної академії наук України.

Основні результати діяльності наукової школи в галузі сенсоріки отримані при дослідженнях електронно-молекулярних, фотоелектричних, оптичних та електрофізичних явищ на поверхні та в об'ємі напівпровідникових полікристалічних плівок, монокристалів A_2B_6 , складних напівпровідникових сполук, кристалічних та шаруватих діелектричних структур. Був виявлений новий тип електричної неоднорідності (хемосорбційно-електричний домен) та розроблена й обґрунтована його модель, доказана електронно-молекулярна природа комплексу електрофізичних, фотоелектричних та акустичних явищ, механізмів перебудови власних та домішкових дефектів в полі- та монокристалічних структурах сполук A_2B_6 та в інших матеріалах, сенсорних структурах та елементах (фотоелектричні, оптичні, газові, акустичні, фізичні, хімічні та ін. сенсори). Розроблена емпірична теорія адсорбційної чутливості твердих тіл, вперше введено універсальне визначення цього важливого параметра, яке дає можливість співставляти за цією характеристикою різні сенсори. Встановлені основні аспекти механізмів селективності, деградації та швидкодії сенсорів. Дослідниками наукової школи захищені 7 докторських, більше 10 кандидатських дисертацій, тричі їх роботи були удостоєні Державних премій з науки і техніки України (2007, 2009, 2011), опубліковано більше 500 статей в провідних наукових журналах світу¹.

До сучасних досліджень залучено широкий клас окисно-металевих сполук, за рахунок також і елементарних напівпровідників розширено перелік досліджуваних напівпровідникових структур. Їх геометричні параметри знаходяться у нанодіапазоні. При цьому аналізуються хімічні, фізичні, біологічні сенсори, створені у вигляді наноламінітів, нанодротів, наноциліндрів, нанокристалів, нанопоруватих та мезопоруватих структур. Дослідження виконуються розробленими безконтактними

методами, а аналіз їх результатів здійснюється за допомогою сучасних комп'ютерних програм.

Міжнародне співробітництво дослідниками наукової школи у галузі сенсорики розпочато на початку 1990-х років, перш за все, завдяки співпраці з Інститутом хімії матеріалів (Італія), Лабораторії сенсорної електроніки (Фінляндія) та деяких інших наукових установ Німеччини, Польщі та Франції. Співпраця здійснювалась у вигляді стажувань, спільних дослідницьких програм та публікацій. На сучасному етапі міжнародне співробітництво значно розширилось за рахунок нашого входження в проекти, що виконуються в рамках програм Єврокомісії та Європарламенту, наприклад, FP-6, FP-7, ERASMUS, COPERNICUS та ін. Помітно розширилась і географія партнерів за рахунок університетів Швеції, Латвії, Литви, Іспанії, Словаччини, Великої Британії. Позитивною специфікою сучасного використання міжнародних наукових програм є те, що діяльність як членів кафедри, студентів, аспірантів, докторантів, так і партнерів з європейських університетів фінансується з європейських джерел. Це створило можливості виконувати бакалаврські, магістерські роботи та дослідження аспірантів і докторантів на базі університетів партнерів в Європі, а представники партнерських організацій працюють в наших лабораторіях. Відбувається інтенсивний обмін доповідями на наукових семінарах, широке представлення матеріалів на міжнародних конференціях за межами України, інтенсивна публікація спільних наукових результатів в журналах світового рівня.

Кафедра експериментальної фізики разом з фізико-технічним центром видають наукові журнали "Photoelectronics" (Index Copernicus 5.19), "Сенсорна електроніка та мікросистемні технології", що визнані міжнародною науковою спільнотою та ВАК України фаховими та входять до міжнародних наукометричних баз даних.

Тільки за останні 10 років було проведено Першу та Третю Українські наукові конференції з фізики напівпровідників (2002, 2007), Всеукраїнський з'їзд "Фізика в Україні" (2005), шість Міжнародних науково-технічних конференцій "Сенсорна електроніка і мікросистемні технології" (2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014) та багато інших наукових форумів різного рівня.

Викладачі, дослідники, аспіранти і докторанти, студенти взяли участь:

- у міжнародних виставках в Україні, Росії, Німеччині, Китаї, Індії, Туреччині, де їх експонати були відзначені дипломами та медалями;

- у міжнародних конференціях EUROSENSOR, FiLOS, IEEE SENSORS, SENSORS, SEMST, NANO, Material Science and condensed matter physics та багатьох інших в Україні, Німеччині, США, Бельгії, Італії, Франції, Латвії та інших країнах.

В останнє десятиріччя видані 8 підручників з грифом МОН України² та 11 наукових монографій, 3 з яких англійською мовою за кордоном³:

Фундаментальні та прикладні роботи в області фізики напівпровідників, фізики сенсорів та сенсорної електроніки і технології продовжують успішно розвиватись в Одеському національному університеті імені І. І. Мечникова.

¹"J. Appl. Phys. Lett.", "IEEE Sensors", "J. Phys. Chem.", "Semiconductors", "Thin Solids Films", "Procedia Engineering", "J. Nanotechnol.", "J. Nanomater." "Фізика и техника полупроводников", "Поверхность. Фізика. Хімія. Механіка", "ЖТФ", "Письма в ЖТФ", "Physica Status Solidi (A), (C)", "Journal of Crystal Growth", "Sensors & Actuators: B", "Український фізический журнал", "Il Nuovo Cimento", "Vuoto", "Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics" та ін.

²Сминтина В. А. Оптика (підручник). – Одеса: Астропринт. – 2008. – 306 с.; Чебаненко А. П. Курс загальної фізики. Електрика і магнетизм (підручник за загальною редакцією Сминтини В. А.). – Одеса: Астропринт. – 2011. – 223 с.; Сминтина В. А., Ваксман Ю. Ф. Курс загальної фізики. Оптика (підручник за загальною редакцією Сминтини В. А.). – Одеса: Астропринт. – 2012. – 276 с.; Яцунський І. Р. Курс загальної фізики. Атомна фізика (підручник за загальною редакцією Сминтини В. А.). – Одеса: Астропринт. – 2012. – 240 с.; Ніцук Ю. А. Курс загальної фізики. Ядерна фізика (підручник за загальною редакцією Сминтини В. А.). – Одеса: Астропринт. – 2012. – 194 с.; Сминтина В. А. Фізико-хімічні явища на поверхні твердих тіл (підручник). – Одеса: Астропринт. – 2009. – 200 с.; Козицький С. В., Поліщук Д. Д. Курс загальної фізики. Механіка. (підручник за загальною редакцією Сминтини В. А.) – Одеса: Астропринт. – 2011. – 472 с.; Козицький С. В., Золотко А. Н. Курс загальної фізики. Молекулярна фізика. (підручник за загальною редакцією Сминтини В. А.). – Одеса : Астропринт, 2011. – 352 с.;

³Smyntyna V. – Electron and Molecular Phenomena on the Surface of Semiconductors. – Physics Research and Technology. Nova publishers New York. – 2013. – 208 p.; Smyntyna V. – Semiconductors Materials for Gas Sensors. – Material Science and Technologies. Nova publishers New York. – 2013. – 195 P.; Bekshaev A., Vasnetsov M. – Vortex Flow of Light: "Spin" and "Orbital" Flows in a Circularly Polarized Paraxial Beam // Twisted Photons. Applications of Light with Orbital Angular Momentum / Edited by Juan P. Torres and Lluís Torner. Weinhe: Wiley – VCH. – 2011. – P. 13-24.