

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“  
ЮБИЛЕЙНО ИЗДАНИЕ

50 ГОДИНИ ФИЗИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”  
ANNIVERSARY EDITION

50 YEARS FACULTY OF PHYSICS

---

КАТЕДРА „ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО  
И МИКРОЕЛЕКТРОНИКА“ – МИНАЛО, НАСТОЯЩЕ  
И БЪДЕЩЕ

СТОЯН РУСЕВ, ВЕСЕЛИН СТРАШИЛОВ, ЕВГЕНИЯ ВЪЛЧЕВА,  
ЦВЕТАН ВЕЛИНОВ

*Катедра „Физика на твърдото тяло и микроелектроника“*

ИСТОРИЯ

*„Нещата се правят от хората,  
но се запазват от институциите...“*

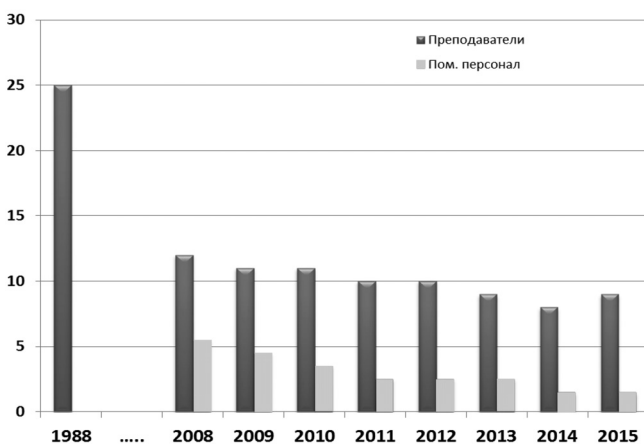
Катедрата „Физика на твърдото тяло“ (ФТТ) е създадена през 1967 г. след преименуване на едно от най-старите учебни и научни звена по физика у нас – катедра „Опитна физика“ на Софийския университет. Пръв неин ръководител е академик Милко Борисов, дотогавашен ръководител на катедра „Опитна физика“ [1]. Първоначално Катедрата отговаря за обучението по обща физика на всички студенти от Физическия факултет през I и II година на следването им, както и специализираните курсове към специализация „ФТТ“ [2]. В

---

*За контакти:* Стоян Русев, Катедра „Физика на твърдото тяло и микроелектроника“, Физически факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“, бул. „Джеймс Баучър“ 5, София 1164, телефон: +359 2 8161 8248; E-mail: scr@phys.uni-sofia.bg

1983 г. е създадена и втора специализация по микроелектроника (МЕ). През 1988 г. Катедрата по ФТТ се разделя на две катедри – катедра „Физика на кондензираната материя“ и катедра „ФТТ и МЕ“ с две специализации „Физика на твърдото тяло“ и „Микроелектроника“ (от 1991 г. „Микроелектроника и информационни технологии“) – фиг. 1 и 2а,б.

Висше училище	Софийски университет																
	Физико-математически факултет											Физически факултет					
	1889	1892	1904	...	1924	1932	1937	1944	1946	1949	1955	1956	1963	1965	1972	1978	1988
Ф м о н а т с т а д н е к л е к т р о н и к а т е д р а	Експериментална физика					Опитна физика						Физика на твърдото тяло			Физика на твърдото тяло и микроелектроника		
	Физика на кондензираната материя																



Катедра „Физика на твърдото тяло и микроелектроника“ през годините



Катедрата в началото на 80-те години на ХХ в. [3]



Катедрата на 31 март 2011 г.

## НАСТОЯЩЕ

Понастоящем в катедра „Физика на твърдото тяло и микроелектроника“ работят 9 преподаватели, от тях 3-ма доктори на науките и 5 доктори, 4-ма са хабилитираните – 1 професор и 3-ма доценти, 5 са асистенти.

## УЧЕБНА ДЕЙНОСТ

Учебната дейност на катедрата обхваща бакалавърска, магистърска и докторантска степен на обучение на студентите. В момента преподавателите от катедрата водят повече от 10 задължителни дисциплини – „Физика на кондензираната материя“, „Физика на вълновите процеси“, „Физично материалознание“, „Съвременни експериментални методи“, „Основи на акустиката“, „Начални компютърни знания“, „Информационни технологии“, „Програмиране и изчислителна физика“ и др. – за различни бакалавърски специалности във Физическия факултет. Предлаганите от катедрата избираеми бакалавърски курсове се радват на добра избираемост сред студентите. Това е основата за последващо привличане на студенти за работа в лабораториите на катедрата и по-нататък – за избор на дипломна работа и успешна защита.

Катедрата предлага две магистърски програми – „Микроелектроника и информационни технологии“ с ръководител проф. дфн Е. Вълчева и от една

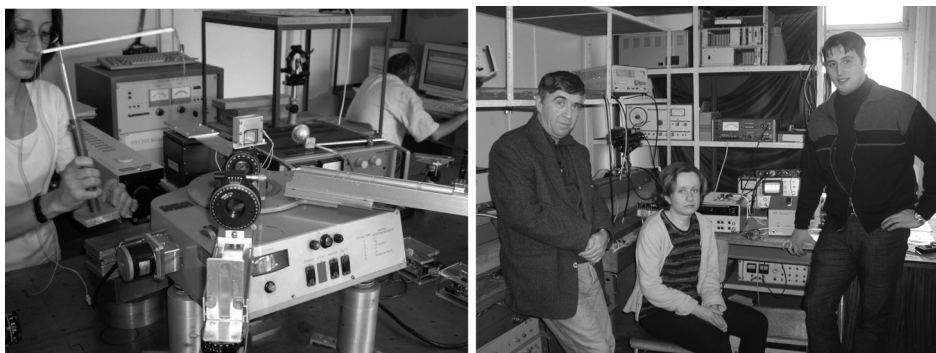
година нова магистърска програма „Твърдотелни нанотехнологии“ с ръководител доц. дфн Ц. Велинов.

Магистърската програма „Микроелектроника и информационни технологии“ обучава студенти от 2005 г., като досега са защитили 28 души (24 редовно обучение и 4 задочно) и в момента се обучават 12 души (6 редовно и 6 задочно обучение). Всички завършили магистърската програма са търсени специалисти и са намерили работа в български и чуждестранни фирми в областта на микроелектрониката и информационните технологии. Някои продължават обучението си като докторанти във Физическия факултет и в институти на БАН, а също и в чужбина.

В катедра „ФТТ и МЕ“ се обучават докторанти по направление 4.1 „Физически науки“, като Катедрата е водеща в акредитираните за Физическия факултет докторантури по „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“, „Структура, механични и термични свойства на кондензираната материя“ и „Физика на вълновите процеси“. За последните 10 години в Катедрата са се обучавали или продължават обучението си повече от 16 докторанти.

#### НАУЧНА ДЕЙНОСТ. ЛАБОРАТОРИИ

Катедра „ФТТ и МЕ“ предоставя на своите студенти съвременни учебно-научни лаборатории по електронни и фононни свойства, фотоакустични и фототермични явления, акустични вълни, рентгеноструктурен анализ, магнетизъм, електроакустични взаимодействия, елипсометрия, технология на материалите.



Учебно-научни лаборатории по фотоакустични и фототермични явления (вляво) и акустични вълни (вдясно) към катедра „ФТТ и МЕ“

Осъвременяване на лабораториите и тяхната поддръжка се осъществява почти изцяло с помощта на многобройните научни договори – национални и международни, в които членовете на Катедрата са ръководители и/или участници.

През 2008 г. бе създаден консорциум, формиран от няколко престижни научни организации: Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (базова организация, представена от 4 факултета), Институт по микробиология „Стефан Ангелов“ – БАН, Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“, Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, както и индивидуални участници от Института по физика на твърдото тяло – БАН, и Медицински университет – София, който кандидатства в конкурса „Развитие на научната инфраструктура – 2008“ на Фонд „Научни изследвания“ към МОМН с проект „Субмикронна обработка и анализ на материали и структури чрез сканираща електронна микроскопия, комбинирана с фокусиран йонен лъч“ [4].

Водеща в консорциума бе Катедрата по физика на твърдото тяло и микроелектроника, в чиято Лаборатория по Технология на материалите бе монтирана съвременна научна апаратура (обща стойност на проекта – 960 хил. лв.), закупена по този договор – сканиращ електронен микроскоп с вградена колона за управляем фокусиран йонен лъч (SEM/FIB) и система за натичане на газове (GIS), работа при висок и нисък вакуум, детектори на вторични, обратно-разсеяни електрони и рентгенов микроанализ (EDX). Апаратурата позволява едновременно обработка на образци с йонния лъч и тяхното характеризиране със сканираща електронна и йонна микроскопия и рентгенов микроанализ.



SEM/FIB апаратура в Лабораторията по технология на материалите към катедра „Физика на твърдото тяло и микроелектроника“. На вставката – FIB върху златен слой (изработен при практически упражнения по FIB за студенти)

В периода 2006–2010 г. Катедрата организира дейност (с участието на колеги от ИФТТ-БАН и ХТМУ) по проект на Фонда за научни изследвания върху „Формиране и изследване на твърдотелни и органични тънки слоеве за сензорни функции“ на обща стойност 270 000 лв, от които около 150 000 лв са инвестирани в основни материални средства за апаратурно оборудване

на лабораториите. Лабораторията по акустични вълни разполага с прецизна апаратура за изследване на честотни характеристики на акустични микроелектронни филтри и резонатори и за изследване на акустични скорости и затихване на материали с еко-метод и акустооптика.

Лабораторията по фотоакустика разполага с уникални за България установки за възбуждане на плазмони и използването им за оптични сензори на химични и биохимични реакции, както и с кварцови везни за изследване на биореакции във водна среда.

В Лабораторията по електронни и фононни свойства се провеждат изследвания на електронни и фононни свойства на тънкослойни твърдотелни материали и структури с фундаментален и приложен характер. Натрупани са познания при изследване на полупроводникови материали от групата на III–V съединенията в продължение на повече от 20 години. Успешно се използват модерни експериментални техники за характеризиране, като фотолуминесценция при ниски температури до 10 K, раманово разсейване, фотопроводимост, ИЧ отражение и др. Овладени са методи за пресмятане на електронната структура. Разработени са оригинални алгоритми и компютърни програми за прилагането на тези методи в различни конкретни случаи. През годините трансформирахме нашите изследвания от обемни материали и прости хетероструктури към комплексни подредени полупроводникови наноструктури, като свръхрешетки, мулти-квантови ями от системите III–V, III-нитриди и техни тройни съединения (GaAs/AlGaAs, GaN/AlGaN), AlAs/GaAs и AlN/GaN свръхрешетки, V-образни GaAs/AlGaAs квантови жички и точки, Si и CdSe нанокристали, включени в матрици от SiO<sub>x</sub>. Тези материални системи са изключително важни за съвременните HEMT (high electron mobility transistor), високо ефективни полупроводникови лазери, излъчвателни диоди и други оптоелектронни компоненти, основани на квантови ефекти. Нашите изследвания са фокусирани основно върху електронната структура и оптичните свойства на системите с квантово ограничение на носителите. Оптичните изследвания се провеждат във взаимовръзка с изследвания на структурата и механизмите на релаксация на напреженията и анизотропия на свойствата в нано-тънки слоеве с електронно микроскопски методи, раманова спектроскопия, елипсометрия и др. Като развитие в бъдеще ще разширим полето на изследванията, като прехвърлим натрупания опит към въглеродни наноматериали като нанотръбички и графен, които се очаква в бъдеще да играят основна роля в наноелектрониката.

Ръководителят на Лабораторията по електронни и фононни свойства, проф. Е. Вълчева, осъществява съвместни изследвания с Нобеловите лауреати за 2014 г. Х. Аmano и И. Акасаки върху III-нитридни мултиквантови ями (5xGaN/AlGaN) и свръхрешетки (10xAlN/GaN) и InN тънки слоеве върху сапфир, които са в основата на изобретяването на сините излъчвателни диоди (LED) и лазери. Обект на изследване са връзката между структурните и

електронните свойства, различни механизми на локализация на носителите, влияещи върху интензивността на рекомбинационната луминесценция и др. [5–7]. В резултат са публикувани 13 съвместни научни статии за периода 2003–2009 г. След 1988 г. в Лабораторията са защитени 9 докторски дисертации, една дисертация за степента „доктор на науките“ и повече от 40 дипломни работи.



Студентско упражнение в Лабораторията по електронни и фононни свойства за изследване на фотолуминесценция на твърдотелни материали при ниски температури до 10 К и апаратурата по време на работа (вдясно)

В Лабораторията по магнетизъм се провеждат както научни изследвания с привличане на бакалаври и магистри, така и учебни упражнения по магнетизъм. Научните изследвания са концентрирани основно върху изучаване на магнитните свойства на интерметални редкоземни съединения от типа R-Fe-M (R – редкоземен метал, M – Ti, V и др.) и техните хидриди. За целта е разработена и създадена оригинална апаратура за изследване на концентрацията на водорода, намагнитеността и магнитната възприемчивост на хидридите, намиращи се непосредствено във водородна атмосфера, и позволяваща провеждане на измервания в целия температурен диапазон на съществуване на магнетизма в посочените съединения. Понастоящем изследванията се извършват в сътрудничество с научни групи от Физическия факултет на Московския университет (ръководител проф. С. А. Никитин) и Института по металургия и материалознание „А. А. Байков“ на Руската Академия на науките (проф. И. С. Терешина).

Лабораториите на Катедрата и апаратурата в тях се използва интензивно в научната работа не само на преподавателите от катедрата, но и от колеги от други научни институции (включително извън България), като тематиката засяга различни области в науката и технологиите – материалознание, твърдо тяло, биология, медицина, геология, археология. Тази база се използва интензивно и в учебния процес, предлагайки на студентите от Катедрата, Физическия факултет и другите природонаучни факултети на Софийския университет достъп до съвременна апаратура и технологии.

## БЪДЕЩЕ

През цялата си история катедра „Физика на твърдото тяло и микроелектроника“ се е стремяла да поддържа висока научна квалификация на преподавателите, внимателно да следи световните тенденции в развитието на физиката и да прави всичко, зависещо от нея, за работа на предния фронт на науката, независимо от финансовите затруднения. Свидетелство за това е фактът, че възпитаници на Катедрата работят или се обучават в редица престижни университети, лаборатории и фирми по света. Въпреки негативните тенденции за физиката в световен мащаб [8–10] науката и, в частност, физиката несъмнено ще продължат да бъдат основен двигател на прогреса. Там ние ще се стремим да продължим да виждаме своето място и занаят.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Спасов, Л., Г. Камишева. Милко Борисов за себе си и другите за него (1921–1998). Извори за физическите науки в България през втората половина на XX в., София, 2008.
- [2] Апостолов, А. *Ann. de l'Univ. de Sofia, Fac. De Phys.*, 2007, **100**.
- [3] Апостолов, А. И физик на този свят. София, 2007.
- [4] Tsutsumanova, G.G., S.C. Russev. *Advances in Bulgarian science*, 2009, 11–16.
- [5] Darakchieva, V., E. Valcheva, P.P. Paskov, M. Schubert, T. Paskova, B. Monemar, H. Amano, I. Akasaki. *Phys. Rev. B – Condensed Matter and Materials Physics*, 2005, **71**.
- [6] Valcheva, E., K. Kirilov, B. Monemar, H. Amano, I. Akasaki. *Phys. St. Sol. (C) Current Topics in Solid State Physics*, 2009, **6**, S751.
- [7] Valcheva, E., T. Paskova, G. Z. Radnoczi, L. Hultman, B. Monemar, H. Amano, I. Akasaki. *Physica B: Condensed Matter*, 2003, **340–342**, 1129.
- [8] Cressey, D. UK faces physics ‘catastrophe’ without funding increase. In: Nature News, 26 March 2014.
- [9] Hodapp, T. The Economics of Education: Closing Undergraduate Physics Programs. In: APS News, December 2011.
- [10] Sedgmore, F. A farewell to physics? In: The Guardian, 11 August 2006.