

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“
ФИЗИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ, ЮБИЛЕЙНО ИЗДАНИЕ
130 ГОДИНИ СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ
и 55 ГОДИНИ ФИЗИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ
„Нови научни постижения и направления във Физически факултет“

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”
FACULTY OF PHYSICS, JUBILEE EDITION
130th ANNIVERSARY OF SOFIA UNIVERSITY
and 55th ANNIVERSARY OF FACULTY OF PHYSICS
“New scientific achievements and directions in the Faculty of Physics”

ПО ПЪТЯ НА НОВИТЕ ТЕХНОЛОГИИ

ЖИВКО КИСЬОВСКИ

Катедра „Радиофизика и електроника“

Живко Кисъовски. ПО ПЪТЯ НА НОВИТЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научноизследователската работа на колектива на Катедра „Радиофизика и електроника“ към Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ е насочена в областта на новите технологии в комуникациите, системите за измерване и контрол, в създаването на нови материали за елементната база на електрониката и разширяване на приложенията на газоразрядната плазма. Участието на колективи от катедрата по програмите ХОРИЗОНТ 2020, в центъра по върхови технологии “Национален център по мехатроника и чисти технологии”, в EUROFUSION, в национални и университетски проекти показва високо ниво на научни изследвания, осигурява модерна апаратура и е основа за обучение на висококвалифицирани млади специалисти.

Zhivko Kissiovski. ON THE ROAD OF THE NEW TECHNOLOGIES

The research of the Department of Radiophysics and Electronics at the Faculty of Physics of Sofia University „St. Kl. Ohridski“ is focused on the new technologies in the communications, measuring and control systems, in the deposition of new materials for the electronics and expansion of gas discharge plasma applications. The participation of teams from the Department of Radiophysics and Electronics in the programs HORIZON 2020, in the Center of Excellence „National Center of Mechatronics and Clean Technologies“, in EUROFUSION, in national and university projects shows a high level of scientific investigations, provides modern equipment and is the basis for training of highly qualified young specialists.

Keywords: communication technologies, measuring and control systems, plasma technologies

PACSnumbers: 01.40; 84.40; 77.22-d; 52.80, 52.77.-j, 52.50

За контакти: Живко Кисъовски, Катедра „Радиофизика и електроника“, Физически факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“, бул. Джеймс Баучер 5, София 1164, тел.:+359 2 8161 640, E-mail:kissov@phys.uni-sofia.bg

1. УВОД

Научните изследвания в Катедра „Радиофизика и електроника“ винаги са били на високо ниво, като преподавателите са се стремели не само да следват световните тенденции в науката, но и да определят тяхното развитие в определени области. Тази традиция е запазена и до днес, когато изследванията в катедрата са посветени изключително на новите технологии в комуникациите, в системите за измерване и контрол, в създаването на нови материали за елементната база на електрониката и разширяване на приложенията на газоразрядната плазма. Това дава възможност да бъдат предлагани съвременни дисциплини за обучение на студентите, осигуряващи отлична реализация след завършване на образованието им в най-новите области на индустрията. Разработените нови дисциплини и нов подход в обучението, насочени към повече практически знания на студентите, позволиха акредитация на програмите, за които отговаря катедрата към направление „Технически науки“. От 2018 година започна обучение на студенти в бакалавърската програма „Комуникации и физична електроника“, които ще завършват като инженер-бакалавър, както и в три магистърски програми – „Безжични мрежи и устройства“, „Комуникации и физична електроника“, „Комуникационна и компютърна техника“ – като инженер-магистър. Студентите, дипломанти към катедрата, се включват активно в научно-изследователската работа на преподавателите и често резултатите от тяхната работа се представят на национални и международни форуми или като публикации в научни списания.

2. НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА РАБОТА И РАЗРАБОТКИ В КАТЕДРА „РАДИОФИЗИКА И ЕЛЕКТРОНИКА“

Научните изследвания в катедра „Радиофизика и електроника“ са в широка област – от новите 4G- и 5G- стандарти, и безжичните сензорни мрежи в комуникациите, през приложенията на микроконтролерни платформи (напр. Ардуино) в системите за измерване и контрол, до създаване на нови материали (графен, принтирани диелектрици, метаматериали) и тяхното охарактеризиране, включително технологичните приложения на плазмата, както и опазване природата на Земята чрез плазмено преобразуване на парниковите газове. В катедрата широко се прилагат компютърните симулации на апарати и системи (микровълнови устройства, антени, сензорни и компютърни мрежи, диелектрични материали) в разработката и изследването на процесите в плазмените източници. Експерименталната работа е съсредоточена основно в няколко лаборатории, като преподавателите вземат участие в много общи проекти.

2.1. МИКРОВЪЛНОВА ЛАБОРАТОРИЯ

В последните 5 години екипът на „Микровълновата лаборатория“ в катедра „Радиофизика и електроника“ във Физическия факултет, под ръководството на доц. Данков, се занимава основно с развитието на две научни направления. Едното от тях е характеризирането на свойствата на съвременните материали в микровълновия обхват.

Началото е положено много отдавна, но след 2002 г., и особено след 2014 г. измерването на диелектричните параметри на материалите навлезе в нов етап – измерване на диелектричната анизотропия: различни диелектрични параметри на материалите в различни посоки. Това се оказва важна характеристика, свързана и много информативна за състава и структурата на различните материали и зависи от технологията на изработването им, ориентацията на градивните елементи, примесите, външните условия при създаването им и др. През 2002–2004 г. ние бяхме първите, които посочиха, че широко разпространените микровълнови подложки имат измерима анизотропия, която трябва да се отчита при проектирането на планарни микровълнови устройства. Едва след 2009 г. този факт бе приет от големите производители и те започнаха да споделят информация за този параметър. По-късно въведохме и концепцията за еквивалентната диелектрична проникваемост на микровълновите подложки, с което се решиха много проблеми при проектирането на планарни микровълнови устройства. От 2016 г. започнахме активно да анализираме анизотропията и на други материали с микровълнови приложения: 3D-принтираните диелектрици, новата генерация подложки за милиметровия обхват на дължина на вълната, новите типове керамика (LTCC), многослойните антенни покрития, пенообразните материали, абсорберите, градиентните диелектрици и магнито-диелектрици, текстилните материали, метаматериалите, съвременните материали с въглеродно съдържание, включително графенови и CNT структури, дори растителни тъкани.

Второто направление е съвсем ново и неочаквано за лабораторията – малките спътници (CubeSat), и особено усъвършенстването на тяхната комуникационна функция. Това направление се появи през 2012 г., но бе развито бързо и много успешно от самото начало. Първите изследвания бяха свързани с идеи за комуникации чрез малки спътници с научните бази в Антарктида, но после се развиха и други идеи. Една от тях е представянето на рояците от малки спътници като интелигентни рояци (swarm inteligeny) и използването им за нови приложения. През 2016–2017 г. екип от преподаватели и студенти разгледаха проблемите на нарастващите космически отпадъци и представиха много идеи за тяхното наблюдение, картографиране, събиране и деорбитиране. Изследванията и в двете направления се развиват успешно и в настоящия момент.

2.2. ЛАБОРАТОРИЯ ПО ФИЗИКА НА ПЛАЗМАТА И ГАЗОВИЯ РАЗРЯД

Голяма част от преподавателите от катедрата (доц. Кисьовски, доц. Колев, доц. Лишев, доц. Паунска, гл. ас. В. Вачков) извършват активни научни изследвания в областта на физика на плазмата и плазмените технологии или участват в научните проекти по тази тематика (доц. Данков, доц. Джерманова).

Колективът с ръководител доц. Кисьовски и участници гл. ас. В. Вачков, докт. С. Маринов, докт. С. Иванов работи по няколко направления. Първото от тях е използването на плазмени източници, работещи при атмосферно налягане, за отлагане на въглеродни наноструктури при това налягане. Колективът участва в международния консорциум на проекта ПЕГАСУС с координатор проф. Е. Татарова (IST, Lisbon, Portugal), чиито изследвания по създаване на уникални графенови и допирани с азот графенови структури бяха финансирани от Европейската комисия по програмата ХОРИЗОНТ 2020. Оборудвана е експериментална постановка за отлагане на вертикални въглеродни наноструктури (графен) чрез плазмено усилено химично отлагане от газова фаза в микровълнова плазма. Разработват се диагностични методи за измерване на параметрите на плазмата при атмосферно и ниско налягане на основата на оптични, химични и сондови методи, при което ще се използва нов спектрометър (Хориба iHR550) с висока разделителна способност, автоматизирана сондова система и анализатор на газове Agilent 490 MicroGC.

Тематиката за създаване на наноструктури със сложен състав за нуждите на микроелектрониката и за индустриални приложения е много актуална и колективът участва в центъра по върхови технологии “Национален център по мехатроника и чисти технологии”, където ще бъде създадена нова лаборатория „Плазмени технологии“ с установка за отлагане на наноструктури при ниско налягане.

Второто направление е насочено към създаване и изследване на електротермичен плазмен двигател за наносателити на базата на микровълнов разряд на повърхнинни вълни. Това е миниатюрен двигател, който ще позволи правилна ориентация на сателита и корекции на орбитата. Използването на такива двигатели ще увеличи времето на работа на сателитите до няколко години и ще повиши тяхната ефективност при решаване на задачи, поставени от икономиката.

Третото направление е в областта на безжичните комуникации, като се работи по две задачи. Едната задача е създаване на адаптирани модели за предвиждане затихването на сигналите в 4G- и 5G-мрежи в България, които позволяват правилно разгръщане на мрежите и тяхното оптимизиране по отношение на излъчена мощност и покритие. Втората задача е свързана със създаването на иновативни малки плазмени антени. Конструирана е реална цилиндрична плазмена антена с малки размери за нуждите на комуникациите

и е изследвана нейната работата. Разглеждат се процесите на излъчване от плазмената антена, като се измерват и симулират нейните характеристики. По тази задача е основната научна дейност на гл. ас. д-р Васил Вачков – изследвания в областта на плазмените антени с повърхнинна вълна при ниско налягане, работещи в микровълновия обхват, както и методи за управление на диаграмата на излъчване, оптимизиране на конструкцията и газоразрядните условия. При този вид антени има възможност за бързо превключване между отделните честоти, както и работа в широк честотен диапазон. Основен интерес в изследванията е възможността антената лесно да се интегрира в мобилни комуникационни устройства или да се използва като антена за базови станции, или SMART антена. Други дейности са свързани с експериментално измерване на антенните параметри, като диаграма на излъчване, насоченост и излъчена мощност, както и измерване на електронната концентрация в плазменния стълб на антената и съгласуване.

Друго направление, застъпено в катедрата, е в областта на плазмените технологии и тяхното приложение за преобразуване на парникови газове в суровини за химическата промишленост. Глобалното затопляне, въведено като термин, за да отрази човешкия принос в изменението на климата, е едно от големите предизвикателства на нашата цивилизация. Повишаването на средните температури на Земята е запазваща се тенденция през последните десетилетия и основната причина за това явление са парниковите газове, освободени от човешки дейности, като преобладава приносът на въглеродния диоксид (CO_2). Значителна част от емисиите се дължи на работата на въглищните електроцентрали, отработените газове от транспортните средства, отглеждането на селскостопански животни и др. Последниците от замърсяването засягат не само екосистемите на Земята, но и климата, икономиката и поражда редица социални проблеми. Ето защо ефективното преобразуване и оползотворяване на парниковите газове е критичен за обществото проблем и научните изследвания в тази област са крайно належащи. Това мотивира и активната работа в това направление на преподаватели и студенти от катедрата „Радиофизика и електроника“ във Физическия факултет на Софийския университет. По тематиката работят ръководителят на екипа доц. д-р Ст. Колев, доц. д-р Цв. Паунска, съвместно с колеги от катедрата „Оптика и спектроскопия“ (гл. ас. д-р Сн. Йорданова) и Техническият университет, София (доц. д-р Хр. Търнев). Работата е в сътрудничество с изследователската група PLASMANТ от Университета в Антверпен, Белгия, с ръководител проф. А. Богартс. Изследванията са фокусирани в областта на физиката на плазмените технологии, и по-конкретно в прилагане на нискотемпературна неравновесна плазма за дисоциация на CO_2 до CO . Полученият въглероден оксид може да бъде преработен във въглеводороди, които да се използват като суровина в химическата промишленост или като горива.

Екипът работи върху теоретични и експериментални изследвания на разряди при атмосферно налягане като разряд с плъзгаща се дъга (Gliding arc discharge) и тлеещ разряд. Предимствата на тези разряди са, че работят при атмосферно налягане, което е предпоставка за ниска цена, проста конструкция и свързаната с нея възможност за лесно мултиплициране. Проведените от екипа изследвания доведоха до съществен напредък по отношение на разбирането на процесите в разрядите, което подпомага и бъдещите дейности по оптимизирането им за повишаване на енергийната ефективност и степента на преобразуване на CO_2 . В рамките на проект на центъра за върхови технологии „Национален център по мехатроника и чисти технологии” в новата лаборатория по плазмени технологии ще работи установка за преобразуване на парникови газове.

Лабораторията по физика на плазмата и газовия разряд имаше дългогодишно финансиране на проекти по програмата EUROFUSION за развитие, диагностика и моделиране на обемни източници на отрицателни йони на основата на индуктивни разряди. В областта на плазмените източници на отрицателни йони за бъдещите установки по управляем термоядрен синтез и моделирането на магнитните филтри за отделяне на йоните работи доц. Ст. Лишев в сътрудничество с групата на проф. Фантз от Института Макс Планк в Гархинг, Германия.

2.3. ЛАБОРАТОРИЯ ПО ИЗМЕРВАТЕЛНА ТЕХНИКА

Областта на научни изследвания на доц. д-р инж. Нина Джерманова е свързана с развитието на методика и системи за измерване на физични величини в комуникациите, в медицината, в микроелектрониката и плазмените технологии. Нейната работа е включена в проектната дейност на колективи от катедра „Радиофизика и електроника“, осъществявайки автоматизацията на различни експерименти и разработка на нови измервателни постановки. На основата на модерни микроконтролерни системи на платформата Arduino и на Digilent Electronics Explorer се осъществява измерване и контрол на температура, ускорение, влажност и е създаден микроконтролерен пулсоксиметричен модул с приложение в медицината. Разработена е микроконтролерна система за измерване на комплексен импеданс в плазмените източници (с участието на гл. ас. Вачков) и тази система е с приложение в медицинската плетизмография.

2.4. ЛАБОРАТОРИЯ ПО КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВА ОБРАБОТКА НА СИГНАЛИТЕ

Доц. Владков и неговият колектив по комуникационни технологии и цифрова обработка на сигналите работи по пет различни задачи. Първата задача е свързана с използването на безжичните комуникационни мрежи в изграждането на интелигентни системи за управление на трафика. Втората задача е свързана с изграждане на безжични сензорни мрежи и хардуерно проектиране на сензорните възли. Използване на съвременни цифрови сигнални процесори за хардуерни и програмни реализации на високоскоростни цифрови модулатори и други комуникационни устройства е третата задача на колектива. Създаване на интегрирани решения за събиране и обработка на данни, използващи визуален интерфейс на виртуални инструменти се базира основно на използването на IDE среда LabVIEW на National Instruments. Петото направление е свързано с разработване на методи и апаратно осигуряване за определяне на радиационната обстановка с безпилотни летателни средства. Тази работа е свързана с техническите средства за дистанционно измерване на гама-фон и разпознаване на радионуклидите по време на автоматизирано гама-картиране.

Основните интереси на гл. ас. д-р Юрий Цукровски са в областта на електрониката и схемотехниката. Отговорник е на учебната лаборатория „Основи на електрониката“. През последните 10 години работи в групата по изстраване и изследване на макро-монокристали от магнезиев сулфит хексахидрат с колеги от катедра „Физика на кондензираната материя“ и Шуменския университет. На основата на получените резултати защити успешно дисертация за ОНС „доктор“ през 2017 г. През учебната 2018/2019 г. започва да чете и лекции по компютърни архитектури за студентите от поток „Компютърни науки“ на Факултета по математика и информатика.

Областта от научни изследвания на гл. ас. д-р М. Илиев е синтезиране и изследване на нови материали на основата на полипропилен-въглеродни композити, смеси полиетилен/полипропилен и др. Той участва в проект INERAREGPOT-2012-2013-1 NMP: „Повишаване на научния и иновационния капацитет на ИФТТ-БАН в областта на много-функционалните наноструктури“ – 2013/2016г. Друго направление от неговите изследвания е създаване на нови материали с контролирана стойност на диелектричната проницаемост чрез изграждането им с 3D-принтери.

Физиците към катедрата (д-р Б. Петков, инж. В. Левчева, физ. И. Арестова) също са ангажирани с научни изследвания в областта на оптичните измервания в плазма, резонансните методи за характеризирание на материалите в микровълновата област и разпространението на електромагнитни вълни в огледални диелектрични вълноводи и нерещипрочни устройства.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научноизследователската работа на преподавателите от катедра „Радиофизика и електроника“ е в най-новите области на комуникациите, електрониката и плазмените технологии. Резултатите от тези изследвания са представени в реферирани и индексирани списания и на международни конференции в над 150 публикации през последните пет години. Оборудването на научните лаборатории с нова апаратура и големият брой публикации показват високото ниво на научни изследвания в катедра „Радиофизика и електроника“. Това ни дава възможност заедно с нашите студенти, дипломанти, докторанти и колеги уверено да продължим по пътя на новите технологии.