

История и достижения кафедры физической и биомедицинской электроники и комплексных информационных технологий

(В. А. Катрич)

Кафедра физической и биомедицинской электроники и комплексных информационных технологий — самая «молодая» кафедра радиофизического факультета. Под таким названием кафедра существует в университете с 2007 года, и роздана она на базе кафедры полупроводниковой и вакуумной электроники радиофизического факультета. Создание кафедры связано с открытием в 2004 году новой, для радиофизического факультета, специальности — «Физическая и биомедицинская электроника».

Кафедра осуществляет подготовку бакалавров по направлению прикладная физика по специальности радиофизика и электроника, и по направлению нано- и микроэлектроника по специальности физическая и биомедицинская электроника. По данным специальностям, на дневной форме обучения, кафедра готовит специалистов и магистров

Научные исследования на кафедре в настоящее время проводятся по основным направлениям:

- изучение физических явлений и процессов в полупроводниках и их соединениях под воздействием сильных электрических полей, а также инфракрасного, ультрафиолетового и гамма-излучений;

- исследование разогрева электронного газа в полупроводниках и полупроводниковых структурах с целью создания высокоэффективных генераторов, усилителей и индикаторов сантиметрового и миллиметрового диапазонов и исследование их характеристик;

- исследование многопараметрического взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, в том числе с биологическими средами;

- определение физических и физико-химических свойств биологических и не биологических сред и создание на их основе новых эле-

ментов и приборов биомедицинской электроники; разработка основных элементов электронной биомедицинской аппаратуры — датчиков, аппликаторов и сенсоров различного назначения и частотного диапазона, разработка и обслуживание новых устройств и приборов для диагностики и лечения заболеваний человека, а также использование современных методов анализа и обработки биомедицинской информации, компьютерной техники, современных медицинских, физических, биологических и химических информационных технологий, разработка программно-аппаратных средств диагностики и терапии.

— создание физико-математических моделей взаимодействия нестационарных электромагнитных полей с биологическими объектами и исследование особенностей распространения электромагнитных волн СВЧ и КВЧ диапазонов.

Научные работы, на кафедре проводятся на стыке радиофизики, биофизики и медицины в рамках утвержденных Министерством образования и науки, молодежи и спорта Украины для университета приоритетных научных направлений. Создание кафедры и проводимые исследования стали возможны благодаря сосредоточенному на радиофизическом факультете кадровому потенциалу, накопленному опыту и высокому, признанному отечественной и мировой общественностью, уровню результатов научных исследований. Современный потенциал кафедры создавался усилием сотрудников различного уровня, инженерами и преподавателями, доцентами и профессорами кафедры на протяжении всей истории кафедры. А исторически кафедра развивалась не просто. Образовывалась она путем укрупнения и объединения специализации «Физика полупроводников», кафедры электроники.

Становление кафедры в университете происходило с развитием факультета. Со дня образования факультета и основания кафедры электроники до начала 60-х годов основным направлением научной работы коллектива кафедры являлась разработка теории интенсивных электронных пучков и экспериментальное исследование электронных пушек, формирующих интенсивные электронные пучки цилиндрической и трубчатой формы (зав. каф. проф. Н. С. Зинченко, А. П. Моторненко). Впоследствии эти работы были успешно продолжены в ИРЭ НАН Украины.

Кроме этих исследований, проводились исследования совместно с сотрудниками физико-технического факультета Харьковского государственного университета им. А. М. Горького (И. И. Залюбовский) по влиянию облучения ионизирующими частицами полупроводниковых материалов,

по созданию полупроводниковых счетчиков ионизирующих излучений и полупроводниковых спектрометров заряженных частиц.

В это же время, на кафедре электроники начинаются экспериментальные исследования в области газового разряда и физики плазмы, которые продолжились на кафедре полупроводниковой и вакуумной электроники. Начало этому направлению положили работы доцента В. Н. Костина (заведовавшего кафедрой электроники) по изучению воздействия магнитного поля на работу счётчиков фотонов ионизирующего излучения.

Газоразрядная и плазменная тематика развивалась и охватывала исследования тлеющего разряда (В. М. Ткаченко), высокочастотного разряда (В. Н. Костин, В. В. Белоус, В. М. Ткаченко), и импульсного разряда (В. Н. Костин, Н. И. Винокуров). К середине 70-х — началу 80-х годов основное внимание научного коллектива сосредоточилось на исследовании физических процессов в разряде с полым катодом и возможности его практического применения.

Систематичность исследований и разнообразие используемых экспериментальных методов (зондовые и спектральные измерения, зондирование СВЧ полями и др.) позволили получить ряд ценных физических результатов существенно расширивших представления о механизме разряда с полым катодом (В. М. Ткаченко, В. Б. Тютюнник, В. А. Тиманюк).

К сожалению, по ряду причин (уход из жизни или из университета ряда ведущих сотрудников и специалистов кафедры) данная тематика на сегодня на радиофизическом факультете не развивается.

В 1953 г. в Харьковском государственном университете им. А. М. Горького в период организации радиофизического факультета начались исследования в области твердотельной электроники. Исследования получили развитие на базе специализации «Физика полупроводников» при кафедре, которую тогда возглавлял проф. Р. А. Валитов, затем (1956 г.) при кафедре физики СВЧ (зав. каф. проф. А. И. Терещенко), а с 1960 г. при кафедре общей физики (зав. каф. доц. Б. Г. Сидоренко). Инициатором этих исследований был заведующий специализацией старший преподаватель Л. А. Зубрицкий. Под его руководством была создана технологическая база, которая позволяла исследовать физические процессы в полупроводниковых материалах и приборах и разрабатывать технологию изготовления полупроводниковых приборов. Активно участвовали в развитии нового направления преподаватели и сотрудники Л. А. Зубрицкий, О. М. Коновалов, В. В. Борзенко, Э. Д. Прохоров, Н. А. Шеховцов.

Е. А. Карасик, А. А. Мишнев, Г. В. Багров, И. А. Рыжак, Э. А. Демьянов, В. Н. Колесник.

Начало применения полупроводниковых приборов в высокочастотной области электромагнитный волн стимулировало интерес к созданию твердотельных индикаторов СВЧ излучения (В. М. Светличный, В. Т. Плаксий, В. А. Петров). Это был первый этап становления основных научных интересов коллектива сотрудников специализации «Физика полупроводников» и Проблемной лаборатории полупроводниковой техники.

В 1974 году была организована кафедра полупроводниковой и вакуумной электроники (зав. каф. проф. Э. Д. Прохоров) на базе специализации «Физика полупроводников» и кафедры электроники (зав. каф. доц. В. Н. Костин) и Проблемной лаборатории полупроводниковой техники (научн. рук. проф. Р. А. Валитов, проф. Э. Д. Прохоров).

Была сформирована основная научная проблема кафедры: «Исследование разогрева электронного газа в полупроводниках и полупроводниковых структурах с целью создания высокоэффективных генераторов, усилителей и индикаторов сантиметрового и миллиметрового диапазонов». Научные исследования велись по следующим основным направлениям.

1. Исследование междолинного переноса электронов (МПЭ) в полупроводниках A_3B_5 и их соединениях и полупроводниковых структурах на их основе с целью создания высокоэффективных генераторов сантиметрового и миллиметрового диапазонов (научн. рук. проф. Э. Д. Прохоров).

Исследование МПЭ и диодов на его основе начались в 1966 г. группой сотрудников (Э. Д. Прохоров, В. Н. Арендарь, В. А. Шалаев, Н. И. Белецкий, А. В. Дядченко, Г. В. Багров) была получена впервые на Украине генерация в дециметровом и сантиметровом — диапазонах в импульсном и непрерывном режимах, исследованы закономерности ударной ионизации и новые режимы работы.

Использование метода, основанного на решении кинетического уравнения Больцмана, позволило существенно продвинуться в теоретическом определении частотных возможностей приборов и материалов с МПЭ, выявить перспективные соединения полупроводников A_3B_5 , в которых возможен эффект МПЭ и многие из них исследовать (Э. Д. Прохоров, Н. И. Белецкий, А. В. Дядченко, Ю. В. Аркуша, А. А. Дрогаченко, С. Н. Скоробогатова, Е. С. Золотарев, С. И. Санин, И. П. Стороженко, О. В. Боцула) и были получены новые фундаментальные результаты по влиянию контактов, гетероконтактов, неоднородностей, профилей легирования на эффективность работы приборов с МПЭ на основной частоте и гармониках.

В результате проведенных исследований разработаны экспериментальные диоды и генераторы см и мм диапазонов (В. Н. Арендарь, Э. Д. Прохоров, Н. Е. Полянский, А. В. Дядченко Е. С. Золотарев): импульсные диоды Ганна и диоды Ганна, работающие в непрерывном режиме на частотах см и мм диапазонов в волноводном, коаксиальном и микрополосковом исполнении.

2. Исследование разогрева электронного газа в полупроводниках для создания эффективных индикаторов СВЧ излучения (науч. рук. доц. В. М. Светличный). В этом направлении был получен ряд фундаментальных научных результатов (В. М. Светличный, В. Т. Плаксий, А. И. Сатюков, А. И. Костин, А. И. Стариков), разработаны быстродействующие датчики малых уровней мощности на горячих носителях заряд.

3. Исследование электронно-дырочных процессов в диодных структурах с различными контактами и взаимодействие их с магнитным полем и электромагнитным излучением мм диапазона (науч. рук. доц. Н. А. Шеховцов). В результате проводимых исследований (Н. А. Шеховцов, А. А. Мишнев, Л. С. Ротач) разработаны германиевые модуляторы мощности электромагнитного излучения на диапазоны частот 54...75 ГГц и магниточувствительные датчики.

Большой вклад в создание уникальных образцов полупроводниковых приборов и устройств внесли инженеры и специалисты высшей квалификации кафедры (Е. Г. Беленьков, В. К. Грущенко, Н. П. Разовский, О. А. Пересунько, Л. А. Демьянова, И. И. Баркова, Л. В. Головки, Е. В. Плотникова, Н. С. Борисенко, Л. И. Ткачук, Г. Ю. Лебедева).

В 2004 году на кафедре полупроводниковой и вакуумной электроники открылась новая учебная специальность «Физическая и биомедицинская электроника». В связи с этим кафедра полупроводниковой и вакуумной электроники была преобразована в 2007 году в кафедру «Физической и биомедицинской электроники и комплексных информационных технологий» (зав. каф. проф. В. А. Катрич).

Подготовку по направлению биомедицинской электроники на кафедре проводит коллектив преподавателей — специалистов в твердотельной электронике, а также специалистов в биологии, химии и смежных областях. Коллектив кафедры укрупнился. В него влились новые профессора, доценты и специалисты в области биологии и криобиологии, радиоэлектроники. Это профессора В. А. Катрич, Н. П. Мустецов, Ю. Г. Шкорбатов, доценты Н. Г. Стервоедов, С. Н. Федосова, О. М. Дацок,

О. А. Нардид, Т. Н. Мустецов и молодые преподаватели С. Л. Бердник, Д. В. Павленко, Е. А. Антоненко.

Открытие новой специальности связано с необходимостью подготовки специалистов, которые владеют теоретическими знаниями и практически-ми навыками в области биомедицинской электроники, аналоговой, цифровой и микропроцессорной схемотехники, современных методов анализа, обработки биомедицинской информации, компьютерной техники, современных медицинских, физических, химических и других информационных технологий, а также способных решать сложные научные и прикладные задачи. Осуществление таких задач возможно при интеграции усилий преподавателей и научных сотрудников радиофизического, биологического, химического и медицинского факультетов ХНУ имени В. Н. Каразина, которые обеспечивают высокий уровень учебно-методического и научного потенциала выпускников. Этому способствует привлечение к проведению учебного процесса и производственной и других видов практик ведущих специалистов научно-исследовательских институтов: НИИ криобиологии и криомедицины НАН Украины, Института микробиологии и иммунологии им. И. И. Мечникова АМН Украины, предприятий г. Харькова.

Получение информации о состоянии живого организма — важнейшая задача медицинской диагностики, которая может быть решена совместными усилиями специалистов различных областей знаний. Для получения информации о функционировании организма можно использовать один из основных методов радиофизики — пассивное и активное дистанционное зондирование. Реализация этого метода позволит регистрировать собственные сигналы организма по всем возможным каналам и положит основу нового поколения абсолютно безвредной диагностической аппаратуры.

За период подготовки специалистов по специальности «Физическая и биомедицинская электроника» кафедра внесла свой вклад в решение задачи внедрения радиофизических методов в медицину.

На кафедре разработан и доведен до промышленного образца оптический многоканальный оптоплетизмограф, позволяющий неинвазивно измерять параметры пульсовой волны, определять артериальное давление, измерять уровень гемоглобина крови. Разработаны приставка к ЭВМ для регистрации электрокардиограммы, электромагнитный датчик неинвазивного определения сахара в крови человека. Особенностью разработок является максимальное использование компьютерных технологий, а также возможность передачи данных по радиоканалу, что позволит использовать их в госпитальных, мониторинговых и телемедицинских системах.

Работы по развитию новой специальности ведутся по нескольким направлениям.

Во-первых, создаются электронные средства регистрации медико-биологических показателей.

Во-вторых, создаются компьютерные средства диагностики, позволяющие заменить или расширить возможности существующих аппаратов.

Большое значение имеют работы по разработке новых типов датчиков медицинской информации в сантиметровом диапазоне. Все три направления в будущем позволят создать комплекс неинвазивных (без контакта с человеком) средств медицинской диагностики. Все работы выполняются с максимальным использованием возможностей компьютерных технологий и современной элементной базы.

Наряду с решением технических задач решаются научные задачи моделирования физиологических процессов, формирования физиологических показателей, взаимодействия живой материи с физическими полями.

В проведении научных работ принимают участие студенты радиофизического факультета, особенно специальности «Физическая и биомедицинская электроника», о чем свидетельствуют статьи и доклады на научных конференциях. Практически все магистерские работы, выполняемые на кафедре, носят реальный характер и заканчиваются изготовлением опытного образца прибора или компьютерной программой.