

## **История и достижения кафедры физики СВЧ**

*(А. А. Звягинцев)*

Начало XX века ознаменовалось появлением нового научного направления в физике — радиофизики. Ее бурное развитие началось с решения важных прикладных задач — задач радиолокации. Возникла и необходимость создания центра по подготовке высококвалифицированных специалистов в этой области. И не случайно выбор пал на Харьковский государственный университет им. А. М. Горького, имевший богатые традиции в области физики. Основателем харьковской школы радиофизиков является Дмитрий Апполинариевич Рожанский — профессор Императорского Харьковского университета, заведующий кафедрой физики, впоследствии член-корреспондент АН СССР. Он был одним из создателей электронного осциллографа, предложил метод осциллографирования быстрых электрических процессов; неопределим его вклад в изучение характеристик искрового колебательного разряда и сопутствующих ему резонансных эффектов. Под руководством его ученика — академика АН УССР А. А. Слущкина был создан первый в СССР магнетрон и первая в СССР радиолокационная станция.

Начало 50-х годов XX века — период становления радиофизического факультета. У истоков факультета стоял Алексей Иванович Терещенко.

Первой выпускающей кафедрой факультета стала кафедра физики сверхвысоких частот, первыми сотрудниками которой стали выпускники физмата Харьковского государственного университета им. А. М. Горького 1950—1952 гг.

Научное направление кафедры определилось потребностями интенсивно развивающейся радиолокационной и ракетной техники в СССР. Первые научные исследования были связаны с вопросами электроники СВЧ: модернизацией электронных приборов СВЧ—ЛБВ, клистронов, магнетронов. Кроме А. И. Терещенко, активное участие в формировании

нии избранного научного направления приняли В. П. Шестопалов и Н. А. Хижняк.

Виктор Петрович Шестопалов — впоследствии доктор физико-математических наук, профессор, академик АН УССР, лауреат Государственных премий СССР и УССР — стал директором одного из крупнейших научно-исследовательских институтов СССР — Института радиофизики и электроники АН УССР.

Николай Антонович Хижняк — доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственных премий СССР и УССР, заместитель директора ХФТИ АН УССР — руководил одним из отделов ХФТИ АН УССР.

Практические задачи, которые решались в 50–60-е годы, требовали развития, помимо теории электронных приборов, проведения исследований в области линий передачи, волноводно-резонаторных систем включая периодические. В этот период подготовка специалистов велась по двум специализациям: «Физика СВЧ» и «Физика полупроводников».

Период становления кафедры был необычайно трудным. На плечи молодых сотрудников легла тяжкая работа по созданию новых лабораторных практикумов, разработке лекционных курсов, формулированию тем первых курсовых и дипломных работ. И здесь необходимо отдать должное заведующему кафедрой А. И. Терещенко, который не только возглавил учебную работу, но и особое внимание уделил развитию научного направления кафедры. На кафедре еженедельно проводились научные семинары, молодые сотрудники направлялись в командировки в ведущие предприятия и вузы страны на стажировки и на Всесоюзные научные конференции. Именно в то время была заключена первая хозяйственная тема по СВЧ электронике (рук. А. И. Терещенко), а затем и вторая — по полупроводниковой тематике — (рук. Л. А. Зубрицкий). Появление хозяйственных работ позволило не только решать научные вопросы, но и получить материальные средства для приобретения нового оборудования, необходимого и для научных исследований, и для учебного процесса. Целесообразность такой политики сказалась в том, что уже в 1960 г. были защищены первые кандидатские диссертации сотрудниками факультета Б. М. Булгаковым, В. М. Седых, К. П. Яцук и В. А. Слюсарским.

К этому же периоду относится создание первых спецкурсов на основе последних достижений в области радиофизики: «Волноводы и резонаторы», «Замедляющие системы», «Антенны СВЧ», «Применение ферритов и диэлектриков на СВЧ», «Параметрические усилители», «Криогенная радиофизика». Учебный процесс в 50–60-е годы обеспечивали

преподаватели В. М. Седых, К. П. Яцук, Ю. В. Шубарин, А. Ф. Зоркин, Т. Н. Анищенко, В. А. Коробкин, Н. В. Ляпунов, Л. А. Зубрицкий, В. М. Дмитриев, Н. И. Лесик, Н. М. Ковтун, Д. С. Денисов, И. И. Сапрыкин. В этот же период создается научно-исследовательская лаборатория сверхвысоких частот (июнь 1961 г.).

4-я Всесоюзная конференция по радиоэлектронике, проводившаяся в 1960 году в Харькове, стала отправной точкой развития нового научного направления кафедры — распространения электромагнитных колебаний в широкополосных электродинамических структурах. Появляются первые авторские свидетельства на изобретения авторского коллектива во главе с В. М. Седых («Крестообразный волновод»), новые хозяйственные работы по исследованию волноведущих трактов. Изучением волноведущих систем сложной формы поперечного сечения занимались Н. В. Ляпунов, А. Ф. Зоркин, В. М. Дмитриев. К. П. Яцук осуществляла исследования распространения электромагнитных волн в замедляющих системах. Начались исследования волноводов и резонаторов сложной формы поперечного сечения, содержащих ферритовые и диэлектрические включения (Н. М. Ковтун, В. А. Коробкин). Появившиеся впоследствии полосковые линии и некоторые разновидности устройств на коаксиальных линиях стали предметом дальнейших исследований. Следует отметить и вклад в развитие теории антенн сверхвысоких частот, внесенный (пришедшим в 1958 году на кафедру) доцентом Ю. В. Шубариным.

Шестидесятые и семидесятые годы ознаменовались некоторым изменением в структуре кафедры. В 1963 г. А. И. Терещенко стал ректором Харьковского института горного машиностроения, автоматизации и вычислительной техники (ХИГМАВТ), а заведующим кафедрой физики СВЧ стал доцент Виктор Матвеевич Седых. Полупроводниковая специализация выделилась в самостоятельное подразделение при кафедре общей физики, а антенная тематика стала основной на кафедре электрорадиотехники, заведующим которой стал Ю. В. Шубарин (1963 г.). Кафедра физики СВЧ осуществляла подготовку специалистов по одной специализации — «Физика СВЧ».

Научные исследования в этот период проводятся по трем направлениям:

- 1) «Широкополосные передающие линии передачи и устройства на их основе» (рук. В. М. Седых);
- 2) «Возбуждение и распространение волн в радиальных системах СВЧ» (рук. К. П. Яцук);

3) «Исследование устройств СВЧ на повышенные уровни мощности» (рук. В. А. Коробкин). На основе научных достижений третьего направления на кафедре в 1978 г. была организована отраслевая научно-исследовательская лаборатория «СВЧ устройства на повышенный уровень мощности» (рук. В. А. Коробкин).

Структурно лаборатория на первом этапе своей работы состояла из 5 отделов, руководителями которых были кандидат физико-математических наук Н. И. Пятак, старший научный сотрудник В. Я. Двадненко, старший инженер Л. А. Созоненко, старший научный сотрудник Л. И. Бабарика, старший научный сотрудник Ю. Г. Макеев.

Интенсивные исследования оказали существенное влияние на издательскую деятельность кафедры. В 1960 г. была издана книга Ю. В. Шубарина «Антенны сверхвысоких частот», в 1962 г. книга Ю. В. Шубарина и А. Ф. Зоркина «Измерения на сверхвысоких частотах». В 1969 г. вышла книга К. П. Яцук «Замедляющие системы». Авторский коллектив под редакцией В. М. Седых выпустил монографии «Полосковые линии и устройства СВЧ» (1974 г.), «Волноводы с поперечным сечением сложной формы» (1979 г.) и «Библиографический указатель литературы к учебному пособию «Полосковые линии и устройства СВЧ». Было подготовлено и издано учебно-методическое пособие «Общий практикум по физике сверхвысоких частот». В последующие годы эта традиция была продолжена и были выпущены: «Электроника сверхвысоких частот. Основы теории и лабораторный практикум» А. А. Шматько, «Численные методы в прикладной физике» В. А. Катрич, Д. В. Майборода, С. А. Погарский, С. Л. Просвирнин, «Уравнения электродинамики и преобразования Лоренца» А. П. Волченко, С. А. Погарский, «Кафедра физики сверхвысоких частот Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина. К 60-летию образования. Библиографический указатель» (2011 г.).

К научно-исследовательской работе интенсивно привлекались студенты. Большинство дипломных работ имели научную ценность и практическую направленность. Они представлялись на городских, республиканских и всесоюзных конкурсах студенческих работ, завоевывали призовые места и удостоивались публикаций в солидных научных журналах. Студенты становились соавторами заявок на изобретения. К существенным результатам этого периода следует отнести и то, что почти все молодые преподаватели кафедры (в основном выпускники кафедры) защитили кандидатские диссертации. Это В. А. Коробкин, Н. М. Ковтун, А. Ф. Зоркин, Н. В. Ляпунов, В. М. Дмитриев, Т. Н. Анищенко, Д. С. Дени-

сов, Н. И. Лесик. Устанавливались тесные связи с крупными научными организациями и промышленными предприятиями страны. Заключались крупные хозяйственные темы, выполнявшиеся согласно решениям Правительства.

Атмосфера доброжелательности и отличные условия для работы в сочетании с высокой требовательностью к вопросам преподавания и воспитания студентов снискали кафедре физики СВЧ наилучшие отзывы у выпускников. Деловые отношения коллектива кафедры и студентов—выпускников поддерживаются на протяжении многих лет.

В 80—90 годы продолжают развиваться научные направления, зародившиеся в 70-х годах. Формулируются и решаются все более серьезные задачи фундаментального и прикладного характера. Защищаются докторские диссертации преподавателями кафедры В. М. Седых, К. П. Яцук и 15 кандидатских диссертаций научными сотрудниками кафедры.

В рамках научного направления под руководством профессора В. М. Седых разрабатываются проблемы создания элементной базы приемопередающих трактов на основе новых перспективных линий передач — полосковых, щелевых, копланарных. Конструкции СВЧ устройств на их основе отличаются высокой технологичностью изготовления, малыми габаритами и весом.

Разработка конструкций переходов со стандартных линий передачи на полосковые линии, фильтров, направленных ответвителей, аттенуаторов, модуляторов и некоторых других узлов защищаются авторскими свидетельствами на изобретение. Начинаются перспективные проекты по переходу в миллиметровую область частот, конструируется первый в Харьковского государственного университета им. А. М. Горького радиометр в этой частотной области. Проводится комплекс исследований по проблеме использования передающих линий СВЧ диапазона и функциональных элементов при низких температурах. Начинается разработка систем автоматизированного проектирования функциональных СВЧ устройств (САПР) с использованием эффективных численно-аналитических методов расчета и современных информационных технологий.

В период 1983—1986 гг. кафедрой заведовал профессор Николай Антонович Хижняк, привнесший в развитие научного направления кафедры методы интегральных уравнений для исследования законов рассеяния на диэлектрических включениях в волноводах.

Интенсивно развивается и отраслевая научно-исследовательская лаборатория «СВЧ устройства на повышенный уровень мощности» под руководством доцента В. А. Коробкина. Основное научное направление

лаборатории связано с теоретическими и экспериментальными исследованиями физики резонансов в волноводных разветвлениях с изотропными и анизотропными включениями. Впервые в мировой практике предлагается большое число конструкций устройств на основе волноводно-диэлектрических резонаторов (ВДР), большинство конструкций защищено авторскими свидетельствами. Высокий уровень параметров и достаточная технологичность обеспечивались использованием высококачественных монокристаллов лейкосапфира и ферритов.

Разрабатываются методы измерения параметров анизотропных диэлектриков на СВЧ. Решаются задачи рассеяния волн на анизотропных включениях в волноводных разветвлениях. В рамках данного направления защищены кандидатские диссертации старшими научными сотрудниками Н. И. Пятаком, Ю. Г. Макеевым, В. Я. Двадненко и аспирантами В. И. Грудяком, В. В. Осинцевым, А. Г. Ющенко.

Исследования законов возбуждения, распространения и излучения радиальных волн в СВЧ диапазоне, проводимые под руководством профессора К. П. Яцук, получили свое развитие для случаев сложных связанных радиальных линий передач с анизотропно проводящей границей при наличии диэлектрических и ферритовых слоев.

Такие системы позволили реализовать широкополосные антенны с управляемой поляризацией, элементы радиальных ЛБВ, сделать шаг вперед в развитии широкополосных малогабаритных пассивных устройств СВЧ. В рамках данного направления защищены кандидатские диссертации научными сотрудниками В. И. Молявко, В. П. Кривохижей, Ю. И. Гребенюком, С. А. Бойко.

С 1986 г. кафедрой физики СВЧ заведует доцент Анатолий Александрович Звягинцев. Его научные интересы связаны с исследованием лучевых методов, комплексных лучей и пучков в задачах распространения, дифракции и рассеяния электромагнитных волн импедансными структурами. Одновременно большое внимание уделяется электродинамике волноводных структур с анизотропной средой и совершенствованию методов неразрушающего контроля. Разрабатываются методы измерения компонент тензора диэлектрической проницаемости монокристаллов на СВЧ, делался упор на автоматизированные средства измерения. Для выполнения поставленных задач широко привлекались не только сотрудники кафедры, но и аспиранты. А. В. Стрижаченко и А. И. Иванов успешно защитили кандидатские диссертации.

С 1988 г. на кафедре работает профессор А. А. Шматько, научные интересы которого связаны с теорией нелинейного взаимодействия

электронных пучков с полями протяженных замедляющих систем в ЛБВ, ЛОВ и ГДИ. Исследуются проблемы, связанные с развитием теории распространения нестационарных сигналов и взаимодействию последних с веществом. За эти годы в рамках данного направления защищены кандидатские диссертации О. С. Островским, Е. Н. Одаренко.

Под руководством выпускника кафедры профессора С. А. Погарского разрабатываются эффективные методы расчета линий передач миллиметрового диапазона, осуществляется компьютерный анализ, синтез и оптимизация СВЧ устройств на их основе. Разрабатываются высокотехнологичные энергосберегающие методы обработки веществ для различных технологических процессов. В рамках развиваемого направления успешно защищены кандидатские диссертации В. А. Чумаченко, Д. В. Майбороды. Развивается новое направление, связанное с развитием численно-аналитических методов для расчета параметров периодических структур. Его активно развивает преподаватель М. Е. Калиберда.

По мере расширения научных интересов кафедры происходила и смена спецкурсов. С 70-х годов студентам кафедры читались следующие спецкурсы: «Теория волноводов и резонаторов» «Теория и применение поверхностных волн на СВЧ», «Радиометрия», «Нелинейное взаимодействие волн с электронными пучками», «Возбуждение открытых волноводных систем», «Микроэлектронные устройства СВЧ», «Введение в физику СВЧ», «Методы анализа систем КВЧ», «Вычислительные методы в электродинамике СВЧ», «СВЧ устройства на микрополосковых линиях передачи», «Интегральные уравнения».

Исходя из современных потребностей, подготовлены новые спецкурсы: «Применение СВЧ энергии» и «Лучевые методы в рассеянии, излучении и распространении радиоволн», «Радиофизические методы в экологии».

Со дня образования факультета кафедра обеспечивает чтение ряда общих курсов лекций «Физика СВЧ», «Электроника СВЧ» и «Теория волновых процессов» и практикумы по этим дисциплинам для студентов всех кафедр радиофизического факультета стационара и вечернего отделения по специальностям «Радиофизика и электроника» и «Биофизика».

В настоящее время учебный процесс на кафедре обеспечивает коллектив высококвалифицированных преподавателей в составе Академика НАН Украины, профессора Л. Н. Литвиненко, профессоров А. А. Шматько, С. А. Погарского, доцентов А. А. Звягинцева, Н. И. Пятака, Д. С. Де-

нисова, преподавателей А. И. Иванова, Д. В. Майбороды, М. Е. Калиберды.

Плодотворная связь с ведущими научно-исследовательскими институтами и вузами стран СНГ — ИКИ РАН, МИЭМ РАН, МГУ и Харьковскими — ИРЭ НАН Украины, РАИ НАН, Украины, НИИ-РИ, Физико-техническим институтом низких температур НАН Украины и др., участие во всех конференциях бывшего Советского Союза по профилю кафедры, большое число докладов и публикаций в научных журналах ближнего и дальнего зарубежья, авторские свидетельства и патенты на изобретения снискали кафедре физики СВЧ достойное уважение специалистов и выпускников кафедры. Нельзя не отметить и оценку деятельности кафедры со стороны выдающихся ученых бывшего СССР и Украины. Так, заместитель директора ФТИНТа НАН Украины академик НАН Украины И. М. Дмитренко в своей книге «Рождение института» (1998 г.), посвященной становлению ФТИНТа, писал следующее: «...радисты и электронщики шли из ХАИ, ХИРЭ, хорошую подготовку давал радиофизический факультет ХГУ. С кафедры физики СВЧ пришли в криогенную электронику И. К. Янсон, В. М. Дмитриев, Ф. Ф. Менде, Г. Е. Чурилов, Е. В. Христенко и много других, которые стали впоследствии научными лидерами. «Эсвечешники» поразительно быстро осваивались с физикой твердого тела и сверхпроводимостью. Радиофизическая подготовка давала им важные преимущества в обращении с аппаратурой и постановке экспериментов».

За годы своего существования кафедра подготовила более 600 специалистов в области физики и техники СВЧ, которые работают в вузах, в НИИ, КБ и других учреждениях.

Среди них:

— руководители крупных предприятий, ВУЗов, заведующие отделами, заведующие кафедрами — 52;

— лауреатов Государственной премии УССР — 1 (Ф. Н. Терехин);

— заслуженный изобретатель Украины — 1 (И. Ф. Клочай);

— действительный член НАН Украины — 1 (И. К. Янсон);

— докторов наук — 12 (И. П. Якименко, В. М. Дмитриев, И. К. Янсон, Ф. Ф. Менде, А. С. Снурников, А. Г. Шеин, С. С. Калмыкова, И. М. Балаклицкий, Ю. В. Ткач, Н. Н. Горобец, К. П. Яцук, С. А. Погарский);

— кандидатов наук — 48.

Например, профессор А. С. Снурников — был заместителем директора Института проблем криобиологии и криомедицины, профес-

сор А. Г. Шейн работал ректором Симферопольского университета, В. М. Дмитриев — заместитель директора Физико-технического института низких температур Национальной академии наук Украины (г. Харьков), действительный член академии Национальной академии наук Украины И. К. Янсон — заведующий отделом Физико-технического института низких температур Национальной академии наук Украины (г. Харьков), доцент А. С. Замковой — заведующий кафедрой «Физики СВЧ» Харьковского национального университета радиоэлектроники, С. Н. Терехин — лауреат Государственной премии старший научный сотрудник Института радиофизики и электроники Национальной академии наук Украины, Ю. Д. Солошенко. — директор завода «Знамя» (г. Полтава) и т. д.

Сотрудниками кафедры опубликовано более 1100 научных работ, из них:

- монографий — 4;
- учебных пособий — 10;
- методических указаний — 80;
- публикаций в зарубежных изданиях — 150;
- авторских свидетельств — 48;
- патентов — 20.

Элементы и устройства СВЧ, разработанные на кафедре, являются уникальными, защищенными авторскими свидетельствами и патентами. Эти разработки вошли в состав радиометрических комплексов, радиотехнических комплексов ПРО, в нестандартные устройства повышенной точности для измерения и контроля параметров анизотропных и гиротропных материалов. Устройства СВЧ повышенной мощности вошли составной частью в специальные радиолокационные комплексы и антенные системы ФАР.

Научные направления кафедры являются неотъемлемой частью мировой науки, что подтверждается уровнем подготовки наших специалистов, мировой новизной научных и технических решений, публикациями в ведущих мировых изданиях по радиофизике и электронике.

В настоящее время структура кафедры включает в себя профессорско-преподавательский состав (9 человек), учебную лабораторию (зав. лаб. В. М. Бондаренко) и научную лабораторию «Передачи и преобразования СВЧ-колебаний», состоящую из трех секторов (зав. секторами А. А. Звягинцев, С. А. Погарский, А. А. Шматько).

Обращаясь к истории кафедры, нельзя не вспомнить тех, кто ранее в разные годы работал на кафедре: В. Б. Андреев, Т. Н. Анищенко, Л. И. Бабарика, С. Н. Бойко, В. М. Бондаренко, Л. А. Булах, В. В. Бул-

гакова, В. И. Быховец, В. Н. Великоцкий, Н. А. Высоцкая, И. А. Галка, Ю. И. Гребенюк, И. А. Григорова, В. И. Груцьяк, Л. А. Гузаиров, В. Я. Двадненко, Т. Н. Демченко, Д. С. Денисов, В. М. Дмитриев, С. А. Екимов, И. В. Зайченко, О. С. Замковой, А. А. Звягинцев, А. Ф. Зоркин, А. И. Иванов, К. Е. Калиберда, Ю. М. Карпов, В. Н. Кийко, Д. В. Катков, Н. М. Ковтун, В. Н. Козько, В. Е. Коновалов, В. А. Коробкин, В. П. Кривохижа, И. М. Крынина, О. В. Кулаков, Э. А. Кутузова, Н. И. Лесик, В. В. Липчанская, Д. Л. Литвиненко, Л. Н. Литвиненко, Д. Д. Литвинов, Н. В. Ляпунов, А. Н. Магда, Д. В. Майборода, Н. Я. Макарова, Ю. Г. Макеев, К. Г. Марков, В. Л. Мироненко, И. А. Мирошниченко, В. И. Молявко, Л. П. Моторненко, А. Ю. Никишов, В. В. Новикова, Е. В. Обольянинова, Е. Н. Одаренко, О. С. Олейник, Т. Н. Онищенко, А. А. Орленко, В. В. Осинцев, О. С. Островский, В. В. Павлюк, А. П. Пашков, Г. М. Петьков, Л. К. Петькова, Н. М. Пивень, С. А. Погарский, О. А. Погребенко, В. В. Покусай, А. П. Полуяненко, В. В. Попов, В. В. Потапов, И. Н. Сапан, И. И. Сапрыкин, В. М. Седых, Л. А. Созоненко, А. С. Снурников, С. И. Соگونь, Н. Г. Стервеедова, А. И. Терещенко, Л. П. Третяк, Б. Д. Труфанов, В. Ф. Ужик, С. П. Фомушкин, В. А. Чумаченко, Н. А. Хижняк, С. Н. Хижняк, В. И. Чернуха, В. В. Чижов, Е. А. Шаулов, Ю. В. Шевырева, А. Г. Шейн, С. Н. Шибалкин, А. А. Шматько, Ю. В. Шубарин, Т. И. Щеглова, И. Ю. Щербаков, Ю. П. Юрченко, А. Г. Ющенко, М. В. Якименко, И. Н. Ярмак, К. П. Яцук.