

## АКАДЕМИК В.П. ШЕСТОПАЛОВ. НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И УЧЕНИКИ

*Статья освещает жизнь и деятельность выдающегося ученого и организатора науки, основателя научной школы в области теории дифракции и ее приложений академика НАН Украины Виктора Петровича Шестопалова*



**В.П. Шестопалов**

В прошлом году исполнилось 90 лет со дня рождения выдающегося ученого, организатора науки, лауреата Государственных премий СССР и УССР, заслуженного деятеля науки Украины, крупного специалиста в области радиофизики и электроники, теоретической и математической физики, доктора физико-математических наук, профессора, академика НАН Украины Виктора Петровича Шестопалова [1].

В.П. Шестопалов родился 23 января 1923 г. в г. Славянске Донецкой обл. в семье рабочего. В 1940 г. после окончания средней школы он поступил на физико-математический факультет Горьковского университета, а в декабре того же

года перевелся в Харьковский государственный университет им. А.М. Горького. Малая родина — город Славянск — находится в 170 км от Харькова, что имело значение для молодого человека, впервые покинувшего отчий дом.

Харьковский императорский университет — один из старейших в Российской империи — был основан в 1804 г. согласно Грамоте Александра I и за свою историю сто лет своей ряд преобразований. С 1936 г. он именовался Харьковский государственный университет (ХГУ) им. А.М. Горького, а с 1999 г. — Харьковский национальный университет (ХНУ) им. В.Н. Каразина.

В составе университета на момент его образования было четыре отделения, в том числе отделение физических и математических наук. Уже в первые сто лет своей истории университет выдвинул плеяду выдающихся ученых: математики М.В. Остроградский (1801–1862), В.А. Стеклов (1864–1926), А.М. Ляпунов (1857–1918), С.Н. Бернштейн (1880–1968), биолог И.И. Мечников (1845–1916), химик Н.Н. Бекетов (1827–1911) и многие другие. Университет завоевал репутацию престижного учебного заведения и стал центром передовой науки [2].

Война с гитлеровской Германией прервала учебу В.П. Шестопалова. Он ушел на фронт добровольцем, участвовал в боях за освобождение Украины, Румынии, Венгрии, Чехословакии. Его вклад в Победу отмечен государственными наградами. После демобилизации в 1945 г. он продолжил учебу в Харьковском государственном университете и в 1949 г. получил диплом по специальности «теоретическая физика».

Вся дальнейшая трудовая и научная деятельность В.П. Шестопалова была связана с Харьковом — одним из крупнейших научных центров СССР, где успешно работали прославленные школы математиков и физиков.

Харьковские математические традиции восходят к середине XIX в., когда в 1879 г., наряду с Московским (1867) и Казанским (1890), было основано одно из старейших в России Харьковское математическое общество, а в 1929 г. при Харьковском госуниверситете был создан Институт математики и механики. В настоящее время харьковские математические школы по анализу и геометрии по достоинству получили международное признание. В документах, опубликованных Американским математическим обществом в связи с организацией и распределением его грантов в странах постсоветского пространства, Харьков фигурирует как третий по значимости центр после Москвы и Санкт-Петербурга [3]. Харьковские ученые В.А. Марченко и А.В. Погорелов (лучший геометр XX в.) были лауреатами Ленинской премии и входили в число семи академиков АН СССР по математике (избраны в 1976 г.).

Начало физических исследований в Харьковском университете связано с именами таких ученых, как В.И. Лапшин (1809–1888), Н.Д. Пильчиков (1857–1908), А.П. Грузинцев (1851–1919) [4, 5]. В Харькове началась научная карьера выдающегося российского физика, впоследствии члена-корреспондента АН СССР Д.А. Рожанского (1882–1936) [6], который в 1911–1921 гг. работал в Харьковском университете сначала приват-доцентом, а с 1912 г. — профессором. Фактически он заложил основы преподавания современной физики в университете и был инициатором развития новых научных направлений. Одним из первых он увидел будущее сверхвысокочастотной радиотехники и был инициатором пионерских исследований в области генерирования и распространения электромагнитных колебаний высокой частоты; эти эксперименты положили начало работ в области радиотехники и электроники в университете и заложили фундамент харьковской школе радиофизики. Д.А. Рожанский уделял особое внимание талантливой молодежи; его ученики академик АН УССР А.А. Слуцкий (1891–1950) в Харькове и академик АН СССР Ю.Б. Кобзарев (1905–1992) в Ленинграде и Москве впоследствии сыграли значительную роль в развитии советской радиофизики и радиолокации.

Следующий этап интенсивного развития в Харькове научных исследований и методов преподавания в области современной физики связан с созданием в 1928–1930 гг. при Высшем Совете народного хозяйства УССР Украинского физико-технического института [5, 7]. В 1939 г. институт был передан АН УССР под названием Харьковский физико-технический институт, а в 1954 г. — в Минсредмаш СССР, сохраняя при этом академическую принадлежность — Физико-технический институт АН УССР. С 2004 года Национальный научный центр НАН Украи-

ны «ХФТИ» включает в себя 5 научно-исследовательских институтов.

Привлечение специалистов из Ленинградского физико-технического института (среди которых И.В. Обреимов, К.Д. Синельников, А.К. Вальтер, Л.В. Шубников, Д.Д. Иваненко, Л.Д. Ландау и др.) и крупное финансирование, выделяемое правительствами Украины и Советского Союза на закупку различного оборудования, а также введение прогрессивных методов оплаты труда, ускоренное строительство корпусов института и жилищных комплексов способствовали значительному сокращению организационного периода. 7 ноября 1930 г. состоялось официальное открытие института. В это время в УФТИ приезжали и работали выдающиеся физики Н. Бор, П. Дирак, Р. Пайерлс, Г. Плачек, П. Эренфест, Г. Гамов, П. Л. Капица, В. А. Фок и др. Здесь создается необыкновенно высокий научный потенциал; 11 октября 1932 г. в УФТИ впервые в СССР было распущено ядро атома лития, а вскоре были получены жидкий водород и гелий. Харьков в это время стал одним из крупнейших центров физики. Нильс Бор писал: *“Я рад возможности выразить чувства высокого восхищения и удовлетворения, с которыми я увидел прекрасный новый физико-технический институт в Харькове, где отличные условия для экспериментальной работы во всех областях современной физики сочетаются с величайшим энтузиазмом и успехами под замечательным руководством и тесным сотрудничеством с блестящими физиками-теоретиками”* [7].

Среди многих выдающихся физиков в Харькове работал и лауреат Нобелевской премии (1962) академик АН СССР (1946) Л.Д. Ландау (1908–1968).

Ведущие физики, работающие в УФТИ, по совместительству преподавали в харьковских ВУЗах. Заложенные ими традиции были продолжены в послевоенные годы, когда, несмотря на организационные трудности, был значительно повышен уровень преподавательского состава, оснащены современным оборудованием учебные и научные лаборатории, созданы новые специализации, кафедры [5]. В 1952 г. на базе физмата был создан радиофизический факультет, а в последующие 10 лет физико-математический факультет был преобразован в три факультета — физический, механико-математический и физико-технический.

Именно в этот, чрезвычайно благодатный и продуктивный в педагогическом и научном отношении период В.П. Шестопалов в стенах Харьковского университета окупился в атмосферу высокой Науки. Студентом 4-го курса в 1948 г. он выполнил свою первую научную работу [1] под руководством профессора А.И. Ахиезера (1911–2000) — выдающегося физика-те-

оретика, академика АН Украины (1964), одного из создателей харьковской школы теоретической физики и Института теоретической физики при Национальном научном центре «ХФТИ», учителя нескольких поколений физиков, подготовившего 72 кандидата и 33 доктора наук.

После окончания университета В.П. Шестопалов начал научную карьеру в качестве младшего научного сотрудника в Харьковском государственном институте мер и измерительных приборов, по совместительству вел преподавательскую работу в педагогическом институте и в университете. Молодой ученый работал над кандидатской диссертацией под руководством профессора В.Л. Германа (1914–1964), который много лет возглавлял кафедру механики ХГУ и теоретический отдел Института радиофизики и электроники (ИРЭ) АН УССР и подготовил целую плеяду учеников – математиков, механиков, гидромехаников, физиков-теоретиков. Сам он, как и А.И. Ахиезер, был учеником Л.Д. Ландау.

В 1953 г. В.П. Шестопалов выполнил исследование в рамках диссертации на тему «Некоторые вопросы нелинейной теории ламинарного пограничного слоя» и успешно ее защитил.

В начале научной деятельности интересы В.П. Шестопалова были связаны с работами в области механики сплошных сред. Затем его внимание привлекли исследования по изучению закономерностей распространения электромагнитных волн в волноведущих замедляющих системах, которые составляют основу ряда электронных устройств, ускорителей элементарных частиц и др. Одновременно В.П. Шестопалов занялся новой проблемой – разработкой и реализацией математически строгих методов численного и аналитического решения задач теории дифракции электромагнитных волн. И, наконец, он успешно проводил теоретические и экспериментальные работы в области вакуумной электроники, радиоспектроскопии, радиолокации и систем связи. Им получен ряд фундаментальных результатов, представляющих в совокупности основу трех новых научных направлений – математической теории дифракции волн, теории резонансного рассеяния волн и дифракционной электроники. Его вклад в становле-

ние и развитие этих направлений отражен более, чем в пятистах статьях и в ста пятидесяти изобретениях.

Уже в 50-е годы проявились научно-организационные способности В.П. Шестопалова. В 1953 г. он создал кафедру математического анализа и теоретической механики в Харьковском педагогическом институте, а в начале 1958 г. возглавил в Харьковском госуниверситете кафедру радиофизики. В 1963 г. он защитил докторскую диссертацию, а в 1964 г. организовал кафедру радиофизики в Харьковском институте радиоэлектроники.

По инициативе первого директора ИРЭ академика АН УССР А.Я. Усикова В.П. Шестопалов в 1966 г. возглавил новый для Института отдел теоретической электроники, в 1971 г. он стал заместителем директора по науке, а в 1973 г. – директором [8]. В 1972 г. В.П. Шестопалова избрали членом-корреспондентом АН УССР, а в 1979 г. – академиком АН УССР.

Остановимся подробнее на конкретных направлениях и стиле работы В.П. Шестопалова, обратив особое внимание на фундаментальные результаты, полученные им в теории дифракции.

В 60-е гг. в теории дифракции сложилась ситуация, когда в процессе решения многих задач рассеяния оказалась невозможной замена сложной структуры поля простейшей, как это имеет место в длинноволновом или коротковолновом приближении. В случае, когда размеры препятствий и длина волны одного порядка, решать краевые электродинамические задачи необходимо в математически строгой постановке – центр тяжести теоретических исследований перемещается от эвристических и асимптотических методов к методам математической физики. Общего метода строгого эффективного решения дифракционных задач для всех форм поверхностей, используемых на практике, не существует. Разработанный в 1930-е годы метод Винера-Хопфа-Фока охватывает лишь предельно тонкие и простирающиеся на бесконечность в одном из направлений экраны. Для обширного класса практически важных дифракционных задач З.С. Аграновичем, В.А. Марченко и В.П. Шестопаловым в 1960 г. был создан новый математически обоснованный метод решения, который получил в мировой научной

литературе название метода задачи Римана-Гильберта. Эта работа [9] была подана в печать в 1961 г.

Быстрая сходимость и простота матричных элементов позволяют эффективно исследовать свойства дифрагированных полей с помощью систем уравнений 3–5 порядка в диапазоне от длинноволновой до резонансной областей спектра. Более высокие порядки систем линейных алгебраических уравнений позволяют проводить исследования и в коротковолновом диапазоне длин волн. Благодаря достоинствам нового метода и исключительной работоспособности В.П. Шестопаловым всего за 3 года (1960–1962 гг.) впервые были построены эффективные решения более двух десятков актуальных радиофизических задач и с помощью арифмометров – типичных счетно-решающих устройств того времени – проведены систематические исследования свойств дифрагированных полей в длинноволновом и резонансном диапазонах.

Основные результаты, связанные с созданием нового метода и его применением для ряда сложных задач, легли в основу докторской диссертации В.П. Шестопалова «Дифракция и распространение электромагнитных волн в периодических структурах», в которой он использовал также установленные новые физические закономерности для расчета ряда радиофизических устройств.

В настоящее время метод задачи Римана-Гильберта прочно вошел в арсенал «технических средств» математической теории дифракции – во множестве работ с его помощью исследуются различные вопросы теории дифракции и распространения волн. Развитие и применение этого метода в решении актуальных задач во многом принадлежит В.П. Шестопалову и его ученикам, а значительная часть этой работы была обобщена в монографии [10].

К началу 1970-х гг. относятся труды В.П. Шестопалова по дальнейшему развитию методов математической теории дифракции и решению ряда прикладных задач. Как и классический метод Винера-Хопфа-Фока, метод задачи Римана-Гильберта имеет определенную область применения. В частности, он эффективен в случае периодических решеток из бес-

конечно тонких ленточных элементов. В середине 1960-х гг. группа харьковских ученых (Л.Н. Литвиненко, С.А. Масалов, В.Г. Сологуб и др.) во главе с В.П. Шестопаловым начала работу по созданию других методов, которые дают возможность исследовать периодические решетки из объемных элементов различной конфигурации. Эта работа подытожена в 1973 г. в монографии [11], где в значительной мере решена проблема создания математических методов, эффективных в резонансном диапазоне. В этих монографиях впервые в мировой научной литературе создана строгая теория дифракции волн на решетках. Дальнейшее развитие рассматриваемых методов приведено в монографиях [12–14].

На базе построенного В.П. Шестопаловым и его учениками аппарата проанализирован широкий спектр актуальных для современной теоретической и прикладной радиофизики дифракционных задач. Установлены новые физические закономерности, связанные с явлениями полного прохождения и резонансного полного отражения плоских волн; с аномалиями Вуда и аномалиями, обусловленными сбоем периода решетки; с асимметрией рассеянных полей и зеркальными резонансами; с явлениями, вызванными влиянием на рассеянное поле кусочно-однородного заполнения среды, а также с явлением дифракционного взаимодействия между различными частичными областями.

В этой связи известный радиофизик-теоретик профессор Б.З. Каценеленбаум писал: «В.П. был одним из первых ученых, применивших к задачам дифракции аппарат, основанный на аналитических свойствах комплексной переменной. Полученные им результаты в теории решеток он в течение многих лет развивал и углублял, создав в конце концов практически полную теорию периодических структур. Умение создавать полную картину целого класса явлений свидетельствует о большом чувстве ответственности за дело, за которое взялся, о желании и способности довести это дело до логического завершения» [1].

С именем В.П. Шестопалова связано широкое развитие новых направлений в математической теории дифракции, теоретической и прикладной радиофизике, в электронике. Ему принадлежат пионерс-

кие работы по дифракции волн на плоских ленточных решетках с произвольным коэффициентом заполнения (выполнены совместно с В.А. Марченко, Г.Н. Гестриным, Л.Н. Литвиненко, К.В. Масловым), на решетках из металлических и диэлектрических брусьев прямоугольного и круглого профилей (соавторы: С.А. Масалов, В.Г. Сологуб, В.А. Павлюк, Г.Г. Половников, В.Ф. Кравченко, В.В. Хорошун), на емкостных и индуктивных ленточных диафрагмах и решетках в прямоугольных многомодовых волноводах (соавторы: В.В. Щербак, Л.И. Белоусова), на ленточных решетках типа «жалюзи», эшелеттах и гребенках (совместно с В.Е. Будановым, А.А. Кириленко, С.А. Масаловым, Л.А. Рудем, Ю.К. Сиренко). Под его руководством проведены теоретические и экспериментальные исследования по возбуждению и распространению волн в цилиндрическом волноводе с продольной щелью (соавторы: Э.И. Велиев, В.Н. Кошпаренко, П.Н. Мележик, А.И. Носич, Г.И. Хлопов, С.Д. Андренко, Г.И. Комарь, В.В. Крыжановский, А.Е. Свеженцев), исследования открытых резонаторов (совместно с А.А. Петрушиным, И.М. Балаклицким, А.А. Вергием, В.Н. Деркачем, И.В. Иващенко, И.К. Кузьмичевым, Н.А. Попенко), нелинейных явлений в объемном полупроводнике со сверхрешеткой в миллиметровом диапазоне волн (соавторы: А.А. Костенко, Г.И. Хлопов). Все отмеченные структуры являются моделями устройств, широко используемых в антенной и волноводной технике, в оптических и квазиоптических устройствах, в квантовой радиофизике, генераторах СВЧ, акустике и т. д. [15–20].

Область применения развитых математических методов позже удалось существенно расширить для анализа свойств ограниченных экранов с плоской или осевой симметрией (совместно с В.Г. Сологубом), для изучения задач рассеяния волн на кусочно-линейных изгибах оси прямоугольного волновода и на скачкообразных неоднородностях в круглых волноводах (совместно с А.А. Кириленко, Л.А. Рудем, В.Р. Литвиновым, Н.П. Яшиной), для исследования незамкнутых сферических экранов (совместно с А.М. Радиным, В.А. Резуненко, С.С. Виноградовым, Ю.А. Тучкиным, И.А. Вязьмитиновым, Ю.В. Свищевым).

За цикл работ «Теория резонансного рассеяния волн и её приложения в радиофизике» ученики и коллеги В.П. Шестопалова А.А. Кириленко, С.А. Масалов, Ю.К. Сиренко, В.Г. Сологуб, Л.А. Рудь, С.Л. Просвирнин, Н.А. Хижняк, Б.З. Каценеленбаум, А.Н. Сивов и Н.Н. Войтович в 1989 г. удостоены Государственной премии УССР.

Накопленные обширные теоретические знания о свойствах полей, рассеянных на различных препятствиях, послужили надежной основой для начала ряда прикладных исследований. Особо следует отметить цикл работ по созданию и внедрению комплекса квазиоптических радиоизмерительных устройств миллиметровых и субмиллиметровых волн, за который группа сотрудников ИРЭ АН УССР (В.П. Шестопалов, Е.М. Кулешов, М.С. Яновский, Д.Д. Литвинов, В.Д. Щербов, С.А. Масалов, Б.Н. Князьков, А.И. Горошко, А.С. Цыганков) была удостоена в 1972 г. Государственной премии УССР [21].

В.П. Шестопалов – один из первых физиков-теоретиков, чье внимание в начале 1960-х гг. привлек эффект дифракционного излучения, которое возникает, в частности, при движении заряженных частиц над дифракционной решеткой. Первоначальные исследования, относящиеся к 1950-м гг., проводились на основе модели мигающего диполя и носили эвристический характер, однако для адекватного описания этого явления понадобились новые теоретические модели и математически строгие методы теории дифракции волн на периодических структурах.

Работы в этом направлении начали одновременно и независимо радиофизики Москвы и Харькова. Сотрудники Физического института им. П.Н. Лебедева АН СССР Б.М. Болотовский и Г.В. Воскресенский изучили эффект дифракционного излучения электронов, пролетающих вблизи таких периодических структур, для которых может быть получено решение с помощью метода факторизации. Применение новых математических методов, развитых школой В.П. Шестопалова, позволило харьковчанам решить ряд задач о дифракционном излучении для структур, применяемых на практике и перспективных для

освоения миллиметровых и субмиллиметровых диапазонов (О.А. Третьяков, Э.И. Черняков). На основе этих решений удалось правильно определить нужный профиль решеток, угловые характеристики излучения, его спектральный состав. Но самое главное, что показали исследования, — это высокая эффективность дифракционного излучения в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах, а, следовательно, и перспективность его использования [22].

Эти исследования положили начало нового направления в физике и технике миллиметровых волн, получившего название дифракционной электроники, и открыли основу для формирования концепции нового генератора радиоволн.

Другим важным моментом в создании генератора нового типа явилась идея об организации положительной обратной связи с помощью открытого резонатора, который к тому времени уже нашел применение в оптических лазерах. Так родилась принципиально новая схема прибора, позже названного генератором дифракционного излучения (ГДИ). Он был создан на стыке математической теории дифракции, вакуумной электроники СВЧ и квантовой электроники. Ныне его называют лазером на свободных электронах.

Авторами одной из первых конструкций такого генератора стали японские физики Н. Татуши и С. Оно, предложившие в 1964 г. использовать открытый резонатор Фабри-Перо в сочетании с источником дифракционного излучения. Эта конструкция была не очень удачной из-за сложности взаимной настройки основных элементов. Более совершенная и работоспособная конструкция генератора, названного оротроном, разработана в Институте физических проблем АН СССР Ф.С. Русиным и Г.Д. Богомоловым в 1965 г.

История работы над ГДИ подтвердила, что «нет ничего практичнее хорошей теории». Развивая строгие математические методы, В.П. Шестопалов и его сотрудники получили основополагающие данные для разработки и построения серии мощных дифракционных генераторов радиоволн. Уже при испытании первого ГДИ (Б.К. Скрынник, В.Г. Курин), созданного в Харькове в 1966 г.,

была достигнута выходная мощность в коротковолновой части миллиметрового диапазона свыше 1 Вт в непрерывном режиме генерирования, что на 3 порядка превосходило среднюю выходную мощность оротрона. Даже первые образцы ГДИ обладали такой совокупностью положительных качеств выходного сигнала, которые и в настоящее время генераторами других классов не достигнуты.

Совершенствование ГДИ проводилось на базе комплексных исследований всех элементов и узлов его конструкции. Развивались теоретические и экспериментальные методы анализа открытых резонансных систем, дифракционных периодических структур. Были разработаны линейная и нелинейная теории ГДИ, которые существенно опираются на его резонансные свойства и позволяют рассчитать генератор как автоколебательную систему (К.А. Лукин). С их помощью исследованы наблюдаемые в эксперименте физические закономерности, в том числе механизм возбуждения ГДИ и механизм энергообмена между пучком электронов и полем открытого резонатора. Создан экспериментальный метод визуализации резонансных квазиоптических пучков для изучения сложных открытых электродинамических систем. Применение голографических принципов для изучения миллиметровых волн привело к созданию голографии резонансных полей, что впервые позволило получить экспериментальные данные о пространственной фазовой и поляризационной структурах поля открытых резонаторов. Планомерно изучен эффект преобразования поверхностных волн в объемные на различных дифракционных структурах, а это обеспечило разработку экспериментальной безвакуумной модели генератора дифракционного излучения (Н.Н. Суслов, В.Е. Буданов). Следует отметить, что в тот период времени в Харькове были защищены 8 докторских диссертаций по вакуумным генераторам электромагнитных волн миллиметрового диапазона (О.А. Третьяков, И.М. Балаклицкий, Б.П. Ефимов, К.А. Лукин, Д.М. Ваврив, А.А. Шматько, А.И. Цвык, Г.С. Воробьев).

В ходе исследований созданы десятки новых конструкций и модификаций ГДИ [20], что способствовало

значительному улучшению его характеристик (О.А. Третьяков, Б.К. Скрынник, И.М. Балаклицкий, В.К. Корнеенков, А.И. Цвык, В.С. Мирошниченко, В.Д. Еремка, В.Г. Курин, И.Д. Ревин, К.А. Лукин, Г.С. Воробьев, Г.П. Ермак, Н.Н. Суслов, Е.Е. Мороз, А.А. Петрушин, Г.И. Хлопов, А.А. Вертий, Е.Б. Сенкевич, Э.И. Черняков, Ю.В. Майстренко, Е.В. Белоусов, В.Г. Корж, Н.А. Попенко, И.В. Иванченко, С.Н. Кучеренко, Д.И. Чистюхин). Ныне эти приборы перекрывают весь миллиметровый диапазон и работают в диапазоне субмиллиметровых волн. Их широко используют во многих лабораториях стран бывшего Советского Союза, а в ряде приложений они просто незаменимы. Наличие такого генератора с уникальными характеристиками выходного сигнала позволяет создавать принципиально новые системы и устройства. На основе высокостабильных ГДИ в ИРЭ построен ряд радиофизических комплексов, среди которых – уникальный экспериментальный комплекс «БУРАН» (Большой украинский спектрометр АН) для изучения процессов динамической поляризации атомных ядер с накачкой миллиметровыми волнами (С.И. Тарапов, А.А. Вертий, В.Н. Деркач, И.В. Иванченко, Н.А. Попенко), а также когерентные радиолокационные измерительные комплексы миллиметрового диапазона для дистанционного зондирования окружающей среды и технологические РЛС (Г.И. Хлопов, В.С. Коростелев, А.А. Костенко, Г.П. Ермак) [19, 20]. За создание принципиально новых источников электромагнитных колебаний, антенных систем и волноводных линий передачи В.П. Шестопалову в 1988 г. была присуждена Государственная премия СССР.

В 1980–1990-х гг. В.П. Шестопалов вместе со своими учениками (П.Н. Мележик, А.Е. Поединчук, В.Н. Кошпаренко, Ю.К. Сиренко, А.А. Кириленко, Л.А. Рудь, И.Е. Почанина, Ю.А. Тучкин, В.В. Яцик, Н.П. Яшина и др.) строит, на основе новых математических подходов, спектральную теорию открытых электродинамических структур, исследует пространственно-частотные трансформации электромагнитного поля в таких структурах, возбуждаемых различными способами и различными источниками [23]. Этим

коллективом изучена аналитическая природа морсовских критических точек дисперсионных уравнений, построена строгая теория явлений междутиповой связи собственных колебаний и собственных волн в открытых резонаторах и открытых волноводах, предсказаны, обнаружены и исследованы фундаментальные физические явления, возникающие в различных открытых структурах в областях сгущения спектра [24]. Решение линейных спектральных задач и изучение морсовских критических точек дисперсионных уравнений подтолкнуло В.П. Шестопалова в последние годы его жизни к решению задач нестационарной нелинейной динамики сильно диспергирующих сред. В этом направлении им были предложены качественно новые подходы и обозначены интересные перспективы.

В 1970–1980-е гг. В ИРЭ под руководством В.П. Шестопалова и А.И. Калмыкова активно развивается новое научное направление – радиофизические исследования поверхности Земли из космоса. Создается не имеющая аналогов в мире система всепогодного мониторинга в текущем времени с использованием многочастотных активных (радиолокационных) и пассивных (радиометрических) средств дистанционного зондирования. Эта система успешно эксплуатируется на спутниках серии «Космос-1500», «Океан», «Сич». Разработанные и реализованные в приборах и устройствах различного назначения радиофизические методы оказались эффективными для диагностики состояния ледовых покровов, определения скорости океанского ветра, наблюдения за тайфунами, определения влажности почв, мониторинга лесных пожаров. За большой личный вклад при проведении соответствующих работ В.П. Шестопалов в 1986 г., награжден Федерацией космонавтики СССР медалью имени академика М.К. Янгеля, а в 1987 г. – орденом Ленина. За создание эффективных методов дистанционного зондирования и их реализацию сотрудники ИРЭ АН УССР А.И. Калмыков, В.Б. Ефимов, В.А. Комяк, Ю.В. Захаров, В.И. Зельдис, В.В. Иголкин, А.С. Курекин, А.П. Пичугин, П.М. Торчун, В.П. Цымбал в 1987 г. стали лауреатами Госпремии УССР. Группе молодых сотрудников ИРЭ – А.С. Гавриленко, С.А. Шило, С.А. Провалову,

Ю.А. Кулешову, С.Е. Яцевичу, Г.Б. Торопову, А.Б. Фетисову — в 1985 г. была вручена премия Ленинского комсомола в области науки и техники за комплекс радиофизической аппаратуры для дистанционного зондирования природной среды. Премией Совета Министров СССР в 1990 г. за цикл работ по распространению радиоволн награждены коллеги и ученики В.П. Шестопалова — Ф.В. Кивва, С.И. Хоменко, Б.К. Скрынник, В.К. Корнеенков, А.Ф. Величко и В.И. Луценко.

Через два месяца после запуска спутника «Космос-1500» ИРЭ посетили президент АН СССР академик А.П. Александров и президент АН УССР академик Б.Е. Патон. Вот, что отметил в книге почетных гостей ИРЭ А.П. Александров: *«Мне было очень интересно ознакомиться на месте с работами Вашего Института, хотя я о них был и раньше довольно детально информирован (особенно о работах, касающихся диагностики плазмы). Мне были очень полезны сведения о возможности неконтактного доплеровского зондирования вибрации машин — я советовал бы этот метод использовать для больших турбогенераторов атомных электростанций (кстати, они строятся в Харькове). Интересны для практических применений и прецизионные радиолокационные системы, необыкновенно удачные методы восстановления радиолокационного изображения и многие другие работы. Очень интересно, что дадут интерферометры с плечами Харьков—Одесса и Харьков—Львов. Желая больших успехов всему коллективу Института в развитии Ваших оригинальных и важных исследований».*

ИРЭ создавал и создает самые разнообразные по применению радары. Это и миниатюрные сенсоры для диагностики вибраций валов турбин, и внушительные сложнейшие системы для спутников серии «Космос-1500», и десятки других разработок.

Мало кто знает, что кроется за словами А.П. Александрова «прецизионные радиолокационные системы». В 70-е гг. была поставлена задача: создать современный радар для высокоточного оружия с целью обнаружения и идентификации управляемых ракетных снарядов. Обнаруженные объекты должны быть уничтожены на полете к цели — таков был один из принципиально новых способов защиты, в частности, танков. В 80-е гг. такой радар, величи-

ной с 3-х литровую банку, был создан с использованием советских комплектующих, а процессор для обработки сигналов имел скорость 1 млн операций в секунду.

«Необыкновенно удачные методы восстановления радиолокационного изображения» вошли в цикл работ «Аналоговая и цифровая обработка астрономических изображений», отмеченных Госпремией Украины в 1986 г. (Ю.В. Корниенко, Д.Г. Станкевич, А.А. Бабичев). И в наши дни коллеги и ученики В.П. Шестопалова продолжают совершенствовать свое мастерство. Так, в 2011 г. Г.И. Хлопов и В.К. Киселев были удостоены Госпремии Украины за работу «Создание авиационных и научно-тренировочных комплексов на базе многофункциональных радиоэлектронных систем».

Научный стиль В.П. Шестопалова отличался тесным единением фундаментальных теоретических исследований сложных краевых задач математической физики с тонкими физическими экспериментами, которые перерастали затем в конструирование, завершающееся, как правило, созданием и практическим использованием разработанных устройств.

Эффективное применение открытых структур требует всестороннего экспериментального исследования, так как на практике эти структуры нагружены дополнительными элементами и их теоретический анализ затруднителен. Под руководством В.П. Шестопалова были разработаны оригинальные экспериментальные методы определения характеристик таких структур: метод визуализации полей, голографический метод, метод резонансной квазиоптической поляриметрии.

Существенный вклад внес В.П. Шестопалов (совместно с С.Д. Андренко, Ю.Б. Сидоренко, С.А. Проваловым, С.А. Шиловым, А.П. Евдокимовым, В.В. Крыжановским, А.Е. Свеженцевым) в изучение явления преобразования неоднородных поверхностных волн в объемные, которое наблюдается при дифракции собственных волн диэлектрического волновода на решетках или других периодических рассеивателях [19, 20]. Разнообразие диэлектрических волноводов и периодических структур позволяет формировать в свободном пространстве, окружающем структуру, все известные виды объемных волн: плоские, сферические, цилиндрические,



а также волновые пучки с произвольным амплитудно-фазовым распределением. Это дает возможность решать ряд задач, таких как формирование заданной диаграммы направленности, осуществление сканирования в пространстве, частотная селекция сигналов или частотное сканирование и создавать приборы, способные конкурировать с аналогами, построенными на других принципах и элементной базе. Использование эффекта преобразования поверхностных волн в объемные открывает новые перспективы при разработке антенн для работы на произвольной поляризации, с большой апертурой при малой глубине антенны, что затруднительно при использовании традиционных принципов. Антенны дифракционного излучения ныне успешно используются при создании в ИРЭ им. А.Я. Усикова НАН Украины радиолокаторов обзора летного поля аэропортов и радиосистем миллиметрового диапазона для получения радиометрических изображений различных объектов. Последние защищены патентами Украины (авторы В.А. Комяк, С.А. Шило, Ю.Б. Сидоренко). Их мировой уровень подтвержден в 2010 г. продажей впервые в истории Института исключительной лицензии на использование этих патентов фирме *RadiophysicSolution* (Великобритания).

Высокой оценки заслуживает также цикл работ, выполненных в 1960–1970-е гг. В.Б. Казанским, Н.Н. Колчигиным, Л.Н. Литвиненко по созданию высокопрочных радиопрозрачных антенных укрытий. Систематические исследования закономерностей рассеяния электромагнитного поля на композиционных структурах дали возможность в 1970–1990-е гг. в двух циклах работ С.А. Масалова и Н.Н. Колчигина построить физические основы диапазонных технологий типа «Стелс» и начать работы по созданию антирадарных безотражательных покрытий [25]. За эти работы в 2005 г. Н.Н. Колчигин стал лауреатом Государственной премии Украины, а С.А. Масалов награжден медалью Федерации космонавтики России им. Ю.А. Гагарина за заслуги перед космонавтикой.

Виктор Петрович был необычайно разносторонним и талантливым ученым. До последних дней он вел активную научную работу, его всегда волновали фун-

даментальные проблемы современной науки. За последние три года жизни им опубликованы три монографии и более десяти статей. Эти работы посвящены, казалось бы, далеким друг от друга вопросам: «О возможной картине строения и эволюции Вселенной», «Фракталы в теории дифракции», «Об эволюции самоорганизующихся биологических сред». Однако эти исследования были объединены единой идеей Виктора Петровича – общностью свойств характеристических уравнений, описывающих объекты исследования вблизи их критических точек, что давало возможность предсказать поведение самой системы при малых изменениях ее параметров.

Он всегда притягивал к себе талантливую молодежь, отдавал работе с ней большую часть своего времени, работал с физиками и математиками, теоретиками и экспериментаторами, инженерами и конструкторами.

Почти с первого взгляда он улавливал, кто перед ним, каковы его достоинства и недостатки и тут же формулировал задачу для становления самосознания, самопонимания, самоуважения. Большинство учеников достигали цели благодаря частым полезным в научном плане контактам с шефом, а некоторым начинающим было достаточно одной–двух бесед для постановки актуальной задачи.

Откуда же эта увлеченность Виктора Павловича, его полная отдача в Науку? Частично от Бога, частично от школы, ВУЗа, учителей. Он более 50 лет был тесно связан с Харьковским госуниверситетом, которому в 2014 г. исполняется 210 лет. Сотни выдающихся ученых работали и работают в Университете, здесь всегда концентрировались лучшие умы своего времени. Они-то и закладывали основы Науки будущего, образовывали и увлекали молодежь. Для В.П. Шестопалова учителями, примером были А.И. Ахиезер, В.Л. Герман, В.А. Марченко.

В.П. Шестопалов внес огромный вклад в Науку. Его совместно с учениками влияние на современную радиофизику сопоставимо с влиянием таких ученых, как В.А. Фок (метод Винера-Хопфа-Фока, асимптотики в задаче дифракции на сфере), Г.Д. Малюжинец (развил метод Зоммерфельда для задачи дифракции на полуплоскости применительно к задаче

для клина), Л.А. Вайнштейн (метод факторизации в теории дифракции, работы по электронике). А.В.П. Шестопапов – теория резонансного рассеяния волн и метод аналитической регуляризации плюс дифракционная электроника.

Параллельно с научной работой всегда была организаторская деятельность. В течение 20 лет он возглавлял ИРЭ НАН Украины, проявляя талант руководителя, стратега и неутомимого труженика. Эти годы, связанные с расцветом украинской науки, способствовали росту научного авторитета ИРЭ, определили мировой уровень результатов ученых Института. 15 лет Виктор Петрович был председателем Северо-восточного научного центра АН УССР, избирался членом Президиума АН УССР, был главой научного совета по проблеме «Физика и техника миллиметровых и субмиллиметровых электромагнитных волн», членом редколлегии ведущих научных журналов. 20 лет он руководил областной организацией общества «Знание». За многоплановую плодотворную работу по популяризации научных и технических знаний Виктор Петрович в 1983 г. Всесоюзным обществом «Знание» награжден золотой медалью имени академика С.И. Вавилова. Виктор Петрович избирался народным депутатом Харьковского городского совета, членом Харьковского обкома компартии Украины, делегатом XXVI съезда КПСС и XXV съезда компартии Украины. Его заслуги перед Родиной от-

мечены орденами Ленина, Отечественной войны, Трудового Красного Знамени, «Знак почета» и медалями.

Виктор Петрович обладал ярким педагогическим дарованием. Более 40 лет он отдал преподавательской работе, научному руководству аспирантами и докторантами, воспитал плеяду талантливых учеников (25 докторов и более 100 кандидатов наук), создал харьковские школы математической теории дифракции волн, теории резонансного рассеяния и дифракционной электроники. Результаты работ В.П. Шестопапова и его учеников отражены в сотнях научных статей, в более чем в 150 изобретениях, подытожены в 19 монографиях, воплощены в различных устройствах и системах СВЧ диапазона.

Вся жизнь Виктора Петровича Шестопапова – яркий пример роли личности в современной науке. Открывать новые научные направления, выделять стратегически важные пути их развития, иметь собственное видение научной перспективы, уметь доказать свою правоту даже самому убежденному и титулованному скептику – эти редкие качества отличали талантливого ученого. Именно они, вместе с колоссальным трудолюбием и умением вдохновлять коллектив собственным энтузиазмом, определили исключительную результативность многолетней плодотворной работы, явились знаменем научной школы В.П. Шестопапова.

1. *Велиев Э.И., Деркач В.Н., Иванченко И.В.* и др. Академик Виктор Петрович Шестопапов. Служение науке / Под ред. *П.Н. Мележика, С.А. Масалова и Ю.К. Сиренко.* – Харьков: ИПП «Контраст», 2012. – 424 с.

2. *Полякова Н.Л.* Физика в Харьковском университете от его основания до Великой Октябрьской социалистической революции // Ученые записки Харьковского университета им. А.М. Горького. – 1955. – Т. 60. Труды физического отделения физико-математического факультета. – Т. 5. – С. 5-50.

3. Харьковское математическое общество. – URL: [http://www.ilt.kharkov.ua/bvi/general/math\\_k\\_r.html](http://www.ilt.kharkov.ua/bvi/general/math_k_r.html); Дата обращения: 05.10.2013.

4. *Павленко Ю.В., Руда С.П., Хорошева С.А., Храмов Ю.А.* Природознавство в Україні до початку ХХ ст. В історичному, культурному та освітньому контекстах. – Київ: Видавничий дім «Академперіодика», 2001. – 420 с.

5. *Толок В.Т., Коган В.С., Власов В.А.* Физика и Харьков. Харьков, ФЛП Тимченко, 2009. – 408 с.

6. *Полякова Н. Л.* Дмитрий Аполлинариевич Рожанский (1882-1936) // Ученые записки Харьковского государственного университета. – 1953. – Т. 59. Труды физического отделения физико-математического факультета. – Т. 4. – С. 5-16.

7. *Павленко Ю.В., Ранюк Ю.Н., Храмов Ю.А.* "Дело" УФТИ. – Киев: Феникс, 1998. – 324 с.

8. *Ганопольский Е.М., Егорова Л.М., Кириченко А.Я.* и др. Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины. 50 лет // Под ред. *В.М. Яковенко.* – Харьков: Изд-во Ин-та радиофизики и электроники НАН Украины, 2005. – 612 с.

9. *Агранович З.С., Марченко В.А. и Шестопапов В.П.* Дифракция электромагнитных волн на плоских металлических решетках / Журнал технической физики. – 1962. – Т. XXXII, № 4, – С. 381–394.

10. *Шестопалов В. П.* Метод задачи Римана-Гильберта в теории дифракции и распространения электромагнитных волн. — Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1971. — 400 с.
11. *Шестопалов В. П., Литвиненко Л. Н., Масалов С. А., Сологуб В. Г.* Дифракция волн на решетках. — Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1973. — 278 с.
12. *Шестопалов В. П.* Сумматорные уравнения в современной теории дифракции. — Киев: «Наукова Думка», 1983. — 252 с.
13. *Шестопалов В. П., Кириленко А. А., Масалов С. А.* Матричные уравнения типа свертки в теории дифракции. — Киев: «Наукова думка», 1984, 1973. — 296 с.
14. *Литвиненко Л. Н., Просвиригин С. Л.* Спектральные операторы рассеяния в задачах дифракции волн на плоских экранах. — Киев: «Наукова думка», 1984. — 240 с.
15. *Шестопалов В. П.* Физические основы миллиметровой и субмиллиметровой техники. Т. 1. Открытие структуры. — Киев: «Наукова думка», 1985. — 216 с.
16. *Шестопалов В. П.* Физические основы миллиметровой и субмиллиметровой техники. Т. 2. Источники. Элементная база. Радиосистемы. — Киев: «Наукова думка», 1985. — 256 с.
17. *Шестопалов В. П., Кириленко А. А., Масалов С. А., Сиренко Ю. К.* Резонансное рассеяние волн. Т. 1. Дифракционные решетки. — Киев: «Наукова думка», 1986. — 216 с.
18. *Шестопалов В. П., Кириленко А. А., Рудь Л. А.* Резонансное рассеяние волн. Т. 2. Волноводные неоднородности. — Киев: «Наукова думка», 1986. — 232 с.
19. *Вертий А. А., Карнаухов И. М., Шестопалов В. П.* Поляризация атомных ядер миллиметровыми волнами. — Киев: «Наукова думка», 1990. — 232 с.
20. *Шестопалов В. П.* (отв. ред.), *Вертий А. А., Ермак Г. П., Скрынник Б. К., Хлопов Г. И., Цык А. И.* Генераторы дифракционного излучения. — Киев: «Наукова думка», 1991. — 320 с.
21. *Костенко А. А., Носич А. И.* Квазиоптика миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов в ИРЭ НАН Украины (Харьков): От идей к прикладным системам // Радиоп физика и Электроника. — Харьков: Ин-т радиоп физики и электроники АН УССР. — 2002. — 7, №1. — С.9-35.
22. *Третьяков О. А., Третьякова С. С., Шестопалов В. П.* Излучение электромагнитных волн электронным потоком, движущимся над дифракционной решеткой // Радиотехника и электроника. — 1965. Т.10, №7. С. 1233-1243.
23. *Шестопалов В. П.* Спектральная теория и возбуждение открытых структур. — Киев: «Наукова думка», 1987. — 252 с.
24. *Шестопалов В. П.* Морсовские критические точки дисперсионных уравнений. — Киев: «Наукова думка», 1992. — 240 с.
25. *Масалов С. А., Рыжак А. В., Сухаревский О. И., Шкиль В. М.* Физические основы диапазонных технологий типа «Стелс». — С-Пб.: ВИКУ им. А. Ф. Можайского, 1999. — 163 с.

*Получено 24.02.2014*

*О. О. Костенко, С. О. Масалов, П. М. Мележик*

**Академік В. П. Шестопалов. Наукові досягнення та учні**

*Стаття висвітлює життя та діяльність видатного вченого та організатора науки, засновника наукової школи в галузі теорії дифракції та її застосувань академіка НАН України Віктора Петровича Шестопалова*