

УДК 621.396.96

В.М. ИЛЮШКО, А.А. ЗЕЛЕНСКИЙ

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

**НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФАКУЛЬТЕТА РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО АЭРОКОСМИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМ. Н.Е. ЖУКОВСКОГО «ХАИ»
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ**

Изложены основные этапы и результаты научной деятельности кафедр факультета радиотехнических систем Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» в период с 1999 по 2009 годы.

Ключевые слова: научные направления, результаты исследований, перспективы развития

Введение

Этот выпуск журнала юбилейный. В июне 2009 года исполняется 50 лет факультету радиотехнических систем Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт». Однако, готовя к опубликованию данную работу, ее авторы не ставили задачу детального анализа всех научных результатов, полученных за пятьдесят лет на факультете, понимая, что в рамках небольшой редакционной статьи это сделать трудно. Вместе с тем десять лет назад, когда факультет отмечал свое сорокалетие, журнал «Успехи современной радиоэлектроники» этому событию посвятил специальный выпуск, в котором в статье о научных достижениях факультета [1] достаточно подробно рассмотрены этапы и эволюция научных направлений кафедр начиная с 1959 и по 1999 годы. Поэтому в данной статье авторы посчитали целесообразным попытаться ознакомить читателя с научными результатами факультета лишь за последние десять лет, с развивающимися в настоящее время на кафедрах основными научными направлениями и перспективами их развития.

1. Научные направления кафедры проектирования радиоэлектронных систем летательных аппаратов

В последнем десятилетии научные интересы кафедры «Проектирование радиоэлектронных систем летательных аппаратов» были сосредоточены на развитии и совершенствовании теории пространственно-временной обработки сигналов в многолучевых РСА, разработке эффективных технологий синтеза апертуры (модифицированного, продольного, бистатического), дистанционного картографирова-

ния и оценки свойств подповерхностных слоев различных почв (руководитель направления профессор В.К. Волосюк). В частности, ледников и поверхностей, скрытых ледниковыми покрытиями, как одного из факторов решения актуальных задач народного хозяйства Украины и мирового сообщества.

Выполненные по соответствующим договорам в интересах Национального антарктического центра Украины работы материализовали вышеуказанные аспекты развития статистической теории радиоизмерительных систем: были синтезированы, в рамках метода максимального правдоподобия, технологии оптимального картографирования, устойчиво-достоверного оценивания числа и электрических параметров подповерхностных слоев почв, обладающих малым затуханием при распространении радиоволн с помощью многолучевых радиотехнических систем с синтезированием апертуры антенны (РСА).

С практической точки зрения конкретизация развитого подхода позволила предложить ряд схем РСА аэрокосмического базирования как без, так и с фокусировкой на выделенный подповерхностный слой.

Кроме того, на кафедре получили развитие теоретические и научно-методические основы, а также принципы практического построения авиационно-космических многопозиционных радиолокационных систем дистанционного зондирования. Работы в этом направлении совмещают широкие аспекты развития фундаментальных положений статистической теории с практической значимостью. В частности, разработана теория, методы и алгоритмы оптимального построения карт высот рельефа поверхности многопозиционными интерферометрическими системами с синтезированием апертуры антенны. Рассмотрены общие принципы построения систем ДЗ, основанные на приеме отраженных от поверхности

сигналов, излученных другими радиотехническими системами, например, ГЛОНАСС/GPS. Для многопозиционных РСА разработаны методы обнаружения объектов, заданных соответствующими моделями отраженного/рассеянного поля, указаны особенности практической реализации отдельных видов РСА, в частности, трехспутниковой многопозиционной РСА.

Появление высокоманевренных летательных аппаратов с расширенным радиусом действия потребовало разработки новых устойчивых методов оценивания координат и облика радиотехнических систем управления их движением при любых фактических значениях параметров сигнально-помеховой обстановки. В частности, одним из основных для авионики вопросов является вопрос повышения помехоустойчивости трактов фильтрации импульсно-доплеровских РЛС слежения.

В этом плане под руководством профессора И.В. Барышева проведен целый ряд научных работ, которые позволяют расширить функциональные возможности летательного аппарата, когда он используется в качестве одной из позиций в составе многопозиционной радиолокационной системы управления. Преимущества такой системы могут быть реализованы лишь после разработки алгоритмов оптимального управления позициями и индивидуальными режимами работы отдельных РЛС. Один из возможных вариантов подобной системы разработан и опробован в среде MATLAB, моделирование дало удовлетворительные результаты. Подобного рода системы позволяют решать задачи активной помехозащиты с повышением скорости работы РЛС для защиты группы летательных аппаратов от воздействия средств нападения, возможно создание искаженного волнового (фазового) фронта передатчиками нескольких подвижных РЛС.

К комплексу этих работ относятся исследования, связанные с автономной посадкой самолетов на необорудованные в радиотехническом отношении аэродромы с использованием поверхностей положения с вертикальной образующей, которые можно формировать при помощи подвижных радиолокационных средств или переносных ретрансляторов.

Одним из научных направлений кафедры, которое интенсивно развивалось в последние десять лет под руководством профессора Э.Н. Хомякова, была разработка стохастических моделей, методов и алгоритмов обработки измерительной информации в радиоэлектронных комплексах региональных контрольных станций глобальных навигационных спутниковых систем. В процессе исследований в данном направлении решена задача синтеза оптимальных алгоритмов для оценок параметров ориентации пространственных полей полных погрешно-

стей измерения кодовых псевдодальностей и формирования сетевой дифференциальной корректирующей информации для потребителей в регионе. Детально исследованы вопросы региональной дифференциальной коррекции не только кодовых псевдодальностей, но и их разностей по навигационным космическим аппаратам. Решена задача региональной дифференциальной коррекции непосредственно оценок координат потребителей при условии, что контрольные станции и аппаратура потребителей использует сигналы одних и тех же навигационных космических аппаратов. Синтезированы алгоритмы региональной дифференциальной коррекции псевдодальностей, их разностей по навигационным космическим аппаратам в (к.т.н. Е.Э. Наумова). Особое внимание при исследовании проблемных вопросов применения спутниковых радионавигационных систем уделялось задачам оптимизации алгоритмов контроля траектории околоземных космических аппаратов, а также задачам управления движением самолетов при снижении и посадке с использованием сигналов навигационных космических аппаратов и псевдоспутников при наличии локальных контрольных станций. Разработанные имитационные модели позволили оценить возможности расширенных глобальных навигационных спутниковых систем при контроле траекторий подвижных объектов и при оценке вектора состояния неподвижных потребителей, в частности, контрольных станций.

Разработан уникальный алгоритм статистической обработки наблюдений, представленных в RINEX-формате для одночастотных и двухчастотных навигационных приемников, предусматривающий коррекцию кодовых и фазовых измерений, оценку качества входных и выходных данных.

При решении задач статистической аттестации погрешностей наблюдения псевдодальностей и оценок вектора состояния потребителей разработан итерационный метод фильтрации и прогнозирования составных полиномиально-авторегрессионных последовательностей.

Помимо этих направлений, в работах В.Л. Колыдина на кафедре получила также развитие теория и методология синтеза алгоритмов обработки данных в радиосистемах на основе применения неклассических методов статистического анализа – бутстрепа и пермутационных критериев. Эти результаты позволили синтезировать непараметрические и робастные алгоритмы оценивания параметров и проверки гипотез в условиях сильной априорной неопределенности. Разработаны методы т.н. "сверхработного" оценивания параметров и фильтрации, которые сохраняют работоспособность в условиях сильного (до 80% и выше) засорения данных аномальными ошибками с большой дисперсией, а также

при воздействии помех с неограниченной дисперсией, например, помех, подчиняющихся законам альфа-устойчивых распределений. Развита методика статистического описания на основе обобщенных моментов дробного порядка, которые расширяют арсенал средств статистического описания сигналов и полей.

Как следствие: за последние 10 лет сотрудниками кафедры защищены 2 докторские диссертации (В.Л. Колядин, А.В. Ксензук) и 7 кандидатских диссертаций.

2. Научные направления кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры

Начиная с 1998 года, когда кафедру 502 возглавил д.т.н., профессор В.М. Илюшко, тематика ее научных исследований претерпевает значительные изменения. Под его руководством начинает интенсивно развиваться направление системного синтеза и анализа иерархически сложных многоцелевых и многофункциональных радиоэлектронных систем и комплексов, управления сложными проектами и программами. Получает развитие методологическая основа разработки моделей и методов формализации решения задач анализа и синтеза интеллектуальных систем управления слабо формализованными процессами, принципы системного подхода к моделированию, анализу и синтезу сложных систем управления. Использование методов декомпозиции и стратификации метасистем и метапроектов, CASE-технологий и аппарата нечеткой логики позволили создать интеллектуальные интегрированные системы поддержки принятия решений, такие, как, например, Правительственная информационно-аналитическая система по вопросам чрезвычайных ситуаций в Украине. За последние 10 лет в рамках данного направления научных исследований было защищено 3 докторских (М.А. Латкин, М.И. Луханин, А.Р. Емад) и 17 кандидатских диссертаций, опубликовано 10 монографий, более 70 научных статей.

Одной из практических реализаций методологии проектирования сложных систем стало создание на факультете Радиотехнических систем летательных аппаратов беспилотной системы воздушного наблюдения, представляющей собой беспилотный летательный аппарат (БПЛА) и наземный комплекс управления, связи и обработки информации. БПЛА-электролет (разработан коллективом кафедры 502 совместно с СКТБ ХАИ) имеет взлетный вес 5,2 кг, размах крыла 3,1 м. Импульсный электродвигатель обеспечивает среднюю скорость полета 17 м/с. Продолжительность полета до 1 часа

обеспечивается Li-Ion аккумуляторной батареей. Электролет оборудован бортовым компьютером с GPS-навигацией, программируемым автопилотом (разработка кафедры 504, руководитель – проф. В.И. Кортунов), оптической системой видеонаблюдения и передачи информации (разработка кафедры 502, руководитель – проф. В.М. Илюшко). Наземный комплекс управления и обработки информации обеспечивает прием информации с борта БПЛА, ее визуализацию, обработку, привязку к карте местности в геоинформационной системе реального времени (разработка кафедры 502 – к.т.н. О.С. Бутенко и к.т.н. С.И. Березиной). В перспективе планируется оборудование беспилотной системы воздушного наблюдения малогабаритной радиолокационной системой (разработка кафедры 502 – к.т.н. А.В. Попов, Р.В. Колесник) для повышения информативности бортовой системы дистанционного зондирования и расширения круга решаемых системой задач.

По-прежнему на кафедре продолжает развиваться одно из традиционных для нее направлений научных исследований, связанных с исследованиями методов формирования поляризованно-модулированных сигналов, их информативности и возможностей практического применения в измерительных РТС. Созданный на кафедре автоматизированный радиолокационный поляриметр со встроенной системой искусственного интеллекта с управляемой поляризацией излучаемых сигналов позволил не только получить ряд интересных экспериментальных данных, но и существенно развить методы обнаружения и распознавания различных объектов с заданными геометрическими характеристиками и электрофизическими свойствами в реальных условиях отражений от морской и земной поверхностей (проф. М.Ф. Бабаков, доц. А.В. Попов, к.т.н. И.К. Васильева).

Использование данных дистанционного зондирования поверхности Земли с аэрокосмических носителей в геоинформационных системах создает предпосылки для создания геоинформационных технологий прогнозирования чрезвычайных ситуаций и регионального управления восстанавливаемыми природными ресурсами. Развитие данного научного направления под руководством профессора Г.Я. Красовского позволило разработать на кафедре информационные технологии картографического обеспечения управления природопользованием и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, которые основываются на тематическом дешифрировании космических снимков поверхности Земли и создании имитационных моделей управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций.

Разработаны технологии синтеза геоинформационных систем на платформе ArcGIS, позволяющие синтезировать тематические векторные карты регионов Украины (к.т.н. О.С. Бутенко, к.т.н. С.И. Березина, Д.Л. Крета). В частности были разработаны ГИС для Ровненской, Донецкой, Черновицкой, Киевской, Херсонской и Сумской областей.

3. Научные направления кафедры компьютерных систем и сетей

Начиная с 1964 года, на кафедре начало формироваться научное направление “Синтез и оптимизация алгоритмов и структур бортовых вычислительных систем летательных аппаратов”, и в последующем под руководством заведующего кафедрой профессора Н.Т. Березюка решались задачи развития теории алгоритмов бортовых вычислительных систем, теории автоматов, кодирования информации в вычислительных системах, теории массового обслуживания и синтеза вычислительных систем, проектирования автоматов и алгоритмов, живучести микропроцессорных систем управления. В рамках этой тематики в период с 1967 года по 2000 год на кафедре подготовлено 5 докторов и более 30 кандидатов наук, в том числе 8 монографий и 4 учебника, изданных всесоюзными и республиканскими издательствами.

В 2001 году кафедру возглавил профессор В.С. Харченко и тематика научных исследований была ориентирована в направлении создания теории гарантоспособных компьютерных систем. В настоящее время на кафедре по существу сформировалась научная школа гарантоспособных компьютерных систем, сервисов и информационных технологий, в которой ведутся исследования и разработки, связанные с анализом, моделированием, проектированием, тестированием, верификацией и валидацией, экспертизой и эксплуатацией аппаратных и программных компонент, компьютерных систем и сетей, web-сервисов, инфраструктур для критических (АЭС, авиационная и ракетно-космическая техника, медицинские системы и др.), бизнес-критических (банковские системы, e-наука и др.) и коммерческих приложений с повышенными требованиями к гарантоспособности (безотказности, готовности, функциональной безопасности, целостности, конфиденциальности, живучести и др.).

Основными направлениями научных исследований, проводимых в настоящее время, являются развитие теоретических основ надежных и безопасных компьютерных средств, систем, сетей и сервисов (профессор В.С. Харченко), разработка методов и средств проектирования и верификации встроен-

ных гарантоспособных масштабируемых платформ на программируемой логике (к.т.н. А.А. Ушаков, доценты А.В. Волковой, Н.Г. Коробков), разработка и исследование методов и инструментальных средств метрико-вероятностной оценки и обеспечения качества, надежности и функциональной безопасности критического программного обеспечения (доценты В.В. Скляр, О.М. Тарасюк, С.М. Бабий), разработка методов и экспериментальная отработка инструментальных средств создания и оценки характеристик гарантоспособных сервис-ориентированных систем (web-, Grid-, Data mining-, ГИС-технологий) (доценты А.В. Горбенко, К.А. Бохан, А.А. Орехов), разработка моделей и программно-аппаратных средств обеспечения конфиденциальности и целостности данных на основе методов криптографии с использованием диверсного подхода (доцент И.В. Лысенко).

Среди ключевых результатов, полученных в рамках проводимых исследований, необходимо отметить, прежде всего, разработку концепции и принципов обеспечения гарантоспособности (парадигма «гарантоспособных систем из негарантоспособных компонент, управление гарантоспособностью по фактическому информационно-техническому состоянию, концепция обеспечения гарантоспособности 3М – многоверсионность, многопараметрическая адаптация, многоуровневая управляемая деградация), методы и инструментальные средства метрико-вероятностной оценки и обеспечения качества и гарантоспособности критических программных систем, методы и средства проектирования и реализации встроенных гарантоспособных масштабируемых платформ на программируемой логике (принципы диверсификации ПЛИС-проектов и оценки диверсности получаемых решений, модели и методы синтеза устойчивых к физическим и проектным дефектам автоматов с программируемой логикой, методы оценки надежности и верификации систем на основе ПЛИС-технологий), методы и инструментальные средства создания и оценки характеристик гарантоспособных композитных web-служб.

По результатам исследований защищены 1 докторская (А.А. Морозов) и 16 кандидатских диссертаций, опубликованы 12 монографий (в т.ч. 5 англоязычных, в Германии Springer и США NRC), 3 учебника и более 20 учебных и методических пособий, более 90 статей, 12 патентов и свидетельств на программные продукты; разработано 10 стандартов отраслевого и государственного уровня. Результаты исследований реализованы: на предприятиях Украины (в ИУС АЭС – НПП «Радий», ГНТЦ ЯРБ, СЦ АСУ; в бортовых авиационных компьютерных системах – НТ СКБ «Полисвит» и др.), а также в международных образовательных и научно-технических

проектах, финансируемых европейскими структурами (Королевским Британским научным обществом, 2003-2004гг.; фондом ЕС TEMPUS, 2006-2009гг. по проекту подготовки магистров и докторов наук в области критического аэрокосмического компьютеринга, выполняемого совместно с университетами и научно-техническими центрами Англии и Финляндии и др.).

Кафедра является организатором научно-технического семинара “Критические компьютерные системы и технологии” (с 2001г.), который имеет статус Всеукраинского, 1–4-й Международных конференций “Гарантоспособные компьютерные системы, сервисы и технологии” (DEpendable Systems, SERvices&Technologies DESSERT 2006-2008), сотрудники кафедры являются членами редакционных коллегий ряда журналов, конференций по проблемам надежности и безопасности и изданий под эгидой IEEE, Springer и др.

4. Научные направления кафедры приема, передачи и обработки сигналов

За последние 10 лет на кафедре 504 продолжали успешно развиваться традиционные для нее направления, связанные с разработкой методов и алгоритмов формирования и обработки многочастотных изображений в многоканальных системах и комплексах (руководители направления проф. А.А. Зеленский и проф. В.В. Лукин), создания многопараметровых пьезорезонансных измерительных преобразователей и устройств для систем телекоммуникаций и медицинской диагностики (руководитель направления – проф. Ф.Ф. Колпаков), а также начало развиваться новое для кафедры направление – обработка информации в комплексных навигационных системах и создание бортовых систем управления беспилотными летательными аппаратами, возглавляемого профессором В.И. Кортуновым.

В рамках первого направления значительное внимание по-прежнему уделялось этапам формирования РСА-изображений и локально-адаптивной фильтрации радиолокационных изображений. При этом были решены новые задачи устранения компактных импульсных помех, сохранения текстуры, применения векторных фильтров при обработке многоканальных и цветных изображений с использованием межканальной корреляции компонентных изображений и ортогональных преобразований. Итогом этих работ стала защита в 2002 году докторской диссертации В.В. Лукиным. В последующем существенно расширился круг рассматриваемых моделей помех, с единиц до сотен возросло число каналов обрабатываемых изображений (гиперспектральные данные дистанционного зондирования), в

связи с чем особую актуальность приобрели вопросы автоматизации анализа типа и оценивания характеристик помех, сжатия многоканальных данных и их классификации. Начали интенсивно разрабатываться фрактальные методы сжатия, разнообразные методы обработки сигналов и изображений на основе дискретного косинусного преобразования и схем разбиения, исследование и разработка новых мер качества и подобия изображений (к.т.н., ст. преп. Н.Н. Пономаренко, к.т.н., ст. преп. М.С. Зряхов), адаптивные устойчивые оценки параметров сдвига и масштаба для негауссовых симметричных и несимметричных распределений (к.т.н., доцент С.К. Абрамов, ассистент А.А. Роечко), классификаторы на основе нейросетей и SVM, устойчивое ДПФ.

Дальнейшее развитие получили также и методы обработки сигналов с использованием корреляционных функций третьего порядка и биспектрального анализа. Благодаря работам А.В. Тоцкого существенно расширены представления о возможностях биспектральной обработки, показано, что биспектральный анализ может служить чувствительным и точным средством выявления и измерения отклонения исследуемого процесса от нормального закона распределения, а в ряде задач радио и гидролокации, астрономии, технической диагностики может служить единственным средством обработки сигналов и оценки параметров исследуемых процессов. Комбинирование биспектрального подхода с адаптивным устойчивым оцениванием и адаптивной фильтрацией позволяет снизить отношение сигнал-помеха, при котором удается с приемлемой степенью точности восстанавливать форму сигналов, улучшать характеристики обнаружения сигналов и распознавания объектов (к.т.н. Д.В. Февралев).

В рамках этого научного направления кафедра поддерживает плотное сотрудничество с Институтом радиопизики и электроники НАН Украины, Центром дистанционного зондирования им. А.И. Калмыкова АН и НКО Украины, Центром приема спутникового и навигационного поля НКО Украины, Международным Центром обработки сигналов (г. Тампере, Финляндия), университетом г. Ренн (Франция), университетом г. Подгорица (Черногория), учеными из других стран (России, США, Италии, Великобритании, Мексики, Китая, Турции). Результаты исследований, проводимых на кафедре, легли в основу трех монографий и трех препринтов, написанных в соавторстве с российскими и финскими коллегами, стали основой 10 кандидатских диссертаций, защищенных в текущем десятилетии, трех диссертаций доктора технологии, защищенных за рубежом (В.П. Мельник, Н.Н. Пономаренко, О.В. Цымбал), докторской диссертации доцента А.В. Тоцкого, представляемой к защите в текущем году.

Главная задача направления, руководимого профессором Ф.Ф. Колпаковым, состоит в создании теоретических и реализационных основ высокоинформативных систем диагностики сердечно-сосудистой системы человека. Благодаря проводимым исследованиям созданы сенсоры с частотным выходом на базе пьезорезонансных механотронов, решены вопросы теории их работы и проектирования, созданы измерительные каналы и системы диагностики гемодинамики, не уступающие лучшим зарубежным аналогам по функциональным и метрологическим характеристикам. Впервые был создан промышленный образец тонометра "Станіслав – ТОН 01", который благодаря "избыточной" для задачи тонометрии разрешающей способности и специальному программному обеспечению решал и задачи сфигмометрии (тонометр – сфигмометр).

Другая научно-техническая задача, решаемая в рамках направления, заключается в исследовании и разработке систем измерений и связи на основе технологии микроэлектромеханических систем (управляемых MEMS-конденсаторов). Эти исследования позволят не только перейти на новые технологии, но и создать качественно новые радиоэлектронные устройства.

Исследования в области обработки информации в комплексных навигационных системах, проводимых под руководством профессора В.И. Кортюнова, направлены на изучение возможности использования низкоточных инерциальных датчиков и создание бортовых систем управления беспилотными летательными аппаратами. При этом решаются задачи определения идентифицируемости инструментальных погрешностей инерциальных датчиков по внешним измерениям на основе многомерной Калмановской фильтрации ошибок комплексной системы, анализа схем компенсации ошибок в комплексной системе с целью выбора видов обратных связей для вычислительного процесса выработки навигационных параметров, моделирования и анализа работы алгоритмов обработки комплексной информации навигационных систем. Решены задачи комплексного моделирования и экспериментальной отработки интегрированных миниатюрных платформенных инерциальных систем и создание на их основе автопилотов для беспилотных летательных аппаратов мониторинга поверхности земли и протяженных объектов. В результате проводимых работ создан миниатюрный автопилот с микромеханическими инерциальными датчиками, который устанавливается на различные БЛА. Для беспилотного комплекса оперативного наблюдения на базе электролета Э-1, созданного в КБ ХАИ-АВИА, создан и прошел многочасовые летные испытания миниавтопилот для управления БЛА Э-1 с дальностью полета до

8 км и продолжительностью 50 мин. Для беспилотного комплекса тактического назначения с дальностью до 150 км и продолжительностью полета 4 часа «Стрепет-Л» (разработчик Чугуевский авиаремонтный завод) создана и успешно прошла заводские испытания бортовая система управления на основе созданного миниавтопилота.

Дальнейшее продолжение этих работ связано с расширением функциональных возможностей систем управления подвижными объектами на основе видеоинформации и интеграции оптических датчиков с навигационной системой, с созданием многоканальных оптических устройств прямого измерения пространственного положения и скорости летательного аппарата, разработкой алгоритмического и программного обеспечения глобальной системы передачи полетных данных, основанной на спутниковых каналах передачи данных.

5. Научные направления кафедры физики

Основателем научных направлений кафедры физики по праву можно считать профессора А.Л. Рвачева, благодаря которому на кафедре начали развиваться работы по исследованию фотоиндукционных неравновесных процессов в высокоомных полупроводниках.

Работы в области физики полупроводников в настоящее время ведутся под руководством профессора В.П. Мигалы в созданной им при кафедре физики в 1984г. лаборатории «Диагностики функциональных материалов». За последние 10 лет в лаборатории выполнено 7 проектов, которые финансировались МОН, Государственным фондом фундаментальных исследований, НАН Украины и УНТЦ. В ходе исследований разработаны оригинальные физические анализаторы для выявления и идентификации структурных неоднородностей и источников полей различной природы. В рамках разработанного в лаборатории информационно-динамического подхода решен ряд актуальных проблем диагностики, исследования и эксплуатации сенсоров физических величин. Посредством совместного применения сигнатурного и вейвлет-анализа выявлены аттракторы электронных процессов в сенсорах и установлены новые закономерности их самоорганизации. Предложены эффективные универсальные характеристические признаки и интегративные показатели для анализа сигнатур спектральных, частотных и других характеристик сенсоров. Разработан алгоритм обратного перехода из информационного в динамическое пространство посредством вейвлет сигнатур характеристик сенсора.

Кроме того, под руководством профессора

О.Н. Чугая разработан оригинальный метод сканирующей фотодиэлектрической спектроскопии, обеспечивающий измерение энергетического спектра локализованных состояний и приповерхностного электростатического потенциала кристаллов. Установлены закономерности энергетического спектра состояний, обусловленные упорядоченной совокупностью двумерных дефектов структуры, легирующими атомами теллура, влиянием одноосного сжатия и постоянного электрического поля. Обнаружены и объяснены изменения энергетического спектра и приповерхностного электростатического потенциала кристаллов разного состава, обусловленные воздействием малых доз ионизирующего излучения. Установлено, что существенно неравновесные условия роста кристаллов $Al^{III}B^{VI}$ обуславливают самоорганизацию их дефектной структуры, с которой связаны аномалии акустических, тепловых и диэлектрических свойств. Обнаружено, что самоорганизация дефектной структуры поликристаллов селенида цинка обуславливает новое явление – протекание тока термодеполяризации без предварительной поляризации образца. В рамках этого научного направления защищено 2 докторские (В.П. Мигаль и О.Н. Чугай) и 6 кандидатских диссертаций, опубликовано 21 статья в международных журналах с высоким импакт-фактором, получено 4 патента на способы исследования.

Работы по эмиссионной электронике и созданию высокоэффективных катодных материалов вначале проводились под руководством доцента Е.К. Островского, а последние десять лет развиваются под руководством заведующего кафедрой, профессора А.А. Тарана. Основное внимание в исследованиях уделялось вопросам создания высокоэффективных катодных материалов, предназначенных для ракетно-космической техники и сильноточной электроники, а также исследованию термоэмиссионных свойств и их взаимосвязи со структурой и составом поверхности эмиттеров.

Исследования проводились, в первую очередь, для катодных материалов на основе гексаборида лантана, а также для пропитанных и прессованных оксидных катодов новых модификаций. Так, впервые было показано, что термоэмиссионные материалы на основе эвтектических сплавов гексаборида лантана с диборидами переходных материалов IV – VI групп Периодической системы элементов проявляют значительно более высокие эмиссионные свойства по сравнению с монокристаллическим гексаборидом лантана.

В ходе исследований методом направленной кристаллизации были созданы эвтектики гексаборида лантана с диборидами титана, циркония, гафния и др. переходных металлов, что обеспечило возможность

создания высокопрочных катодных материалов, удовлетворяющих современным требованиям к термоэмиссионным материалам, в частности, требованиям высокой плотности термоэмиссионного тока (низкой работой выхода электрона) при более низких рабочих температурах, малой скорости термического испарения, высокой стойкости к термоударам и др. Структура таких катодных материалов представляет собой монокристаллическую матрицу из гексаборида лантана с регулярно распределенными в ней монокристаллическими волокнами (вискерами) диборида переходного металла диаметром 0,4–0,6 мкм и отношением длины к диаметру от 500 до 1000.

Наряду с этим на кафедре ведутся работы по созданию пропитанных и прессованных оксидных катодов новых модификаций. В частности, разработана методика получения пропитанных катодов с рений-вольфрамовой губкой и эмиссионно-активными веществами на основе оксидов бария, кальция и алюминия, обеспечивающая более высокие эмиссионные свойства катодов по сравнению с известными. Разработан новый способ получения прессованных катодов на основе гафната бария с вольфрамом, обеспечивающий высокую плотность термоэмиссионного тока таких катодов, достигающую 230 A/cm^2 и более при температуре 2000 К, созданы физические модели и развита теория работы таких термоэмиссионных материалов. Последние исследования структуры и состава катодов на основе $BaHfO_3-W$ позволили создать физическую модель работы этого термоэмиссионного материала. Кафедра поддерживает тесные научные связи с ведущими научными организациями и предприятиями, в частности с Институтом проблем материаловедения НАН Украины (г. Киев), НТК «Институт монокристаллов» НАН Украины (г. Харьков), ТОВ НПП «Нитом» (г. Днепропетровск) и др., имеет плодотворные международные научные контакты, например с Санкт-Петербургским технологическим институтом.

6. Направления работ научно-технического центра радиоэлектронных и медицинских приборов и технологий

Основными задачами научно-технического центра радиоэлектронных и медицинских приборов и технологий (руководители д.т.н., профессор А.А. Зеленский, к.т.н., доцент В.Б. Шаронов) являются развитие фундаментальных и прикладных НИР, внедрение их результатов, в таких направлениях радиоэлектронной техники и технологий, как дистанционное зондирование, связь, радиолокация и радионавигация, медицинская диагностика. При

этом в последние годы решались задачи разработки методологических основ и эффективных методов сжатия и кодирования сигналов и изображений в многоканальных системах дистанционного зондирования и медицинской диагностики, разработки новых автоматизированных методов распознавания и выявления признаков в многоканальных системах на основе анализа независимых компонент, нелинейных графов, нейросетей, ортогональных преобразований, разработки методологических основ и новых методов и алгоритмов автоматизированной помехоустойчивой обработки сигналов, искаженных негауссовыми помехами. Проводимые НТЦ исследования позволили разработать и наладить серийное производство целого ряда современных компьютерных кардиографических систем медицинской диагностики, включая системы длительного мониторинга, фетальной кардиографии, телемедицины (руководитель направления к.т.н., доцент В.И. Шульгин), систем энцефалографии, спирографии и реографии (руководитель направления к.т.н., доцент В.Г. Сергеев), которые сертифицированы и поставляются в лечебные учреждения Украины, России, Узбекистана, Казахстана и дальнего зарубежья (Мексика, Аргентина, Греция, Италия, Швейцария). Сотрудниками центра за эти годы выполнено шесть международных контрактов с Германией, Китаем, Мексикой, Швейцарией, Аргентиной и др. по разработке методов, программно-алгоритмических средств

и устройств обработки сигналов и изображений в системах ДЗ и медицинской диагностики.

Заключение

Даже такое краткое описание исследований, проводимых на факультете в последние десять лет, свидетельствует о том, что факультет по праву может считаться крупным научным центром, вносящим весомый вклад в развитие науки. Практически на всех кафедрах факультета плодотворно функционируют научные школы, хорошо известные не только в Украине, но и далеко за ее пределами. На факультете успешно работает специализированный ученый совет. За последние десять лет на факультете защищено 10 докторских и более 50 кандидатских диссертаций, опубликовано 20 монографий, половина из которых издана в престижных европейских и российских издательствах. Факультет имеет большой творческий потенциал, способный решать сложные научные проблемы.

Литература

1. *Волосюк В.К. Научные достижения факультета радиотехнических систем Харьковского авиационного института за 40 лет / В.К. Волосюк, А.А. Зеленский, В.И. Пономарев // Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники. – 1999. – № 11. – С. 3-11.*

Поступила в редакцию 15.04.2009

НАУКОВІ НАПРЯМИ ФАКУЛЬТЕТУ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НАЦІОНАЛЬНОГО АЕРОКОСМІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ім. М.С. ЖУКОВСЬКОГО «ХАІ» І ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ

В.М. Ілюшко, О.О. Зеленський

Викладені основні етапи і результати наукової діяльності кафедр факультету радіотехнічних систем Національного аерокосмічного університету ім. Н.Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» в період з 1999 по 2009 роки.

Ключові слова: наукові напрями, результати досліджень, основні публікації, перспективи розвитку.

SCIENTIFIC DIRECTIONS OF FACULTY OF RADIO ENGINEERING SYSTEMS OF FLYING VEHICLES OF NATIONAL AEROSPACE UNIVERSITY NAMED AFTER N.Ye. ZHUKOVSKY «KhAI» AND PROSPECTS OF THEIR DEVELOPMENT

V.M. Iliushko, A.A. Zelensky

The basic stages and results of activity of departments of faculty of the radio engineering systems of the National Aerospace University named after N.Ye. Zhukovsky «Kharkov Aviation Institute» in the period from 1999 till 2009 are presented.

Key words: scientific directions, results of researches, basic publications, prospects of development.

Ілюшко Віктор Михайлович – д-р техн. наук, проф., декан ф-та РТС, зав. каф. 502, Національний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна, e-mail: rtsla@ai.kharkov.com.

Зеленський Александр Алексеевич – д-р техн. наук, проф., зав. каф. 504, Національний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна, e-mail: azelens@mail.ru.