

## НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБУЧЕНИЕ НА ПРОФИЛИРУЮЩЕЙ КАФЕДРЕ, ПУТИ И ВОЗМОЖНОСТИ РЕФОРМИРОВАНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

### Введение

Кафедра радиопередающих устройств (РПУ), ныне профилирующая кафедра радиоэлектронных устройств (РЭУ), как и радиотехнический факультет, были одновременно созданы в 1963г. в Харьковском институте горного машиностроения, автоматике и вычислительной техники (ХИГМАВТ), который, претерпев ряд преобразований, ныне приобрел статус Харьковского национального университета радиоэлектроники (ХНУРЭ). Автор с 1964 года в течение 37 лет активно участвовал в становлении научной и учебно-методической базы кафедры, постоянно обеспечивая рост квалификации ее преподавательского состава, дважды избирался деканом радиотехнического факультета.

Престижность радиотехнического образования в тот период определялась не только большой потребностью в радиоинженерах на предприятиях оборонного комплекса, но в большей степени фундаментальностью и системностью радиотехнического образования. Это позволяло радиоспециалисту занять лидирующее положение в разработке фундаментальных и прикладных проблем радиоэлектроники. Научно-технический прогресс во второй половине XX столетия потребовал освоения микроволнового и оптического диапазона волн. Внедрение микроэлектронной и функциональной элементной базы в радиоэлектронных устройствах изменил характер и предмет проектирования радиоэлектронных устройств и систем. Подготовка бакалавров радиотехники потребовала сокращения срока обучения и освоения цикла радиотехнических дисциплин, что в рамках стандартного Учебного плана нарушило методическую последовательность изложения содержания дисциплин фундаментального и специального цикла. Значительный объем гуманитарной подготовки студентов, как и ранее, слабо "работает" на углубление профессионального уровня специалистов, оставаясь невостребованным, при формировании эволюционно-кибернетического (синергетического) подходов в образовании и воспитании, одной из задач которых является объединение естественнонаучной и гуманитарной культур.

В настоящей статье представлена та часть исторической ретроспективы кафедры, из которой следует, что в рамках радиотехнического образования были в значительной мере заложены фундаментальные основы так называемой «нелинейной» науки, позволяющие эволюционным путем приступить к реформированию образования на основе новой парадигмы [1]. С этих новых позиций есть возможность экономнее распорядиться отведенным в Учебном плане временем, сохранив фундаментальность, системную целостность и практическую направленность высшего образования, оказавшегося в кризисной ситуации.

### 1. Учебные дисциплины кафедры и их теоретический "нелинейный" базис

При создании кафедры, в значительной мере интуитивно, были заложены ее научные основы, под которые подбирались перечень дисциплин, взаимосвязанных единой фундаментальной базой - теорией нелинейной динамики открытых неравновесных устройств (систем): это автогенераторы, умножители радиочастоты и усилители мощности (энергии) в курсе радиопередающих устройств (генерирования и формирования сигналов); энергетические устройства электропитания и преобразователи частоты высокоэффективных средств энергоснабжения; импульсные и цифровые устройства (это и первоисточники сигналов специальной формы, построенные на основе нелинейных автоколебаний по схемам с сильной положительной обратной связью (блокинг-генераторы, мультивибраторы и др.), бистабильные и многоустойчивые нелинейные цепи на основе активных и пассивных радиоэлементов (например, триггеры на туннельных диодах, транзисторах, магнитных элементах и др.); радиоэлектронные устройства микроволнового и оптического диапазона, функционирующие на основе нелинейных электродинамических, в том числе и квантовых, взаимодействиях электронов и фотонов с электромагнитными полями в колебательных и излучающих системах.

Суть работы большинства нелинейных устройств и их частотно-энергетические возможности рассматриваются (при их проектировании) в стационарных, «установившихся» режимах, когда в основном применяют квазилинейные методы анализа, удовлетворительно описывающие энергетические характеристики токов и полей. И только, когда возникают проблемы достижения высоких к.п.д. стабильности частоты (фазы), устойчивости работы устройств (возникновение «паразитного» само-

возбуждения, включая хаос-режимы: шумовой режим, автомодуляция и т.д.), обращаются к теории нелинейных колебаний, описывающей феномены переходных, эволюционирующих режимов с учетом влияния мультипликативных и аддитивных внутренних и внешних воздействий. При этом проблемы решаются в условиях адиабатических приближений методами, подобными подходам Фокера-Планка. Проявленность феноменов нелинейности в динамике работы радиоэлектронных СВЧ и квантовых устройств чрезвычайно непросто осознать радиоинженеру, тем более воспроизвести требуемые хаос-режимы или «подавить» нежелательный режим, например, в генераторах на диодах Ганна, ЛПД, в лазерах, особенно на полупроводниковых гетероструктурах, вообще в генераторах на связанных или свободных электронах, в преобразователях частоты на нелинейных оптических средах и др. В случае анализа особенностей распространения радиоволн различных диапазонов в сплошных средах, таких, как атмосфера, ионосфера, водные среды чаще всего ограничиваются квазилинейными моделями (лучше сказать, набором энергетических рекомендаций и применением эмпирически полученных соотношений, например, для расчета уровня поля в точке приема и т.д.). Поэтому самыми сложными и неоднозначными оказываются решения проблем электромагнитной совместимости и особенно анализ нелинейных эффектов в среде, нелинейные свойства которой могут проявиться в результате естественных процессов самоорганизации в антиэнтропийных условиях солнечно-земных связей, либо за счет необычных эффектов и нелинейных феноменов, связанных с само поглощением энергии, вводимой в пространство, где распространяются волны (при плазменном само экранировании антенн в космосе и в других случаях).

Эти и другие научно-технические проблемы обсуждаются и излагаются в спецкурсах в первую очередь теми преподавателями, радиоинженерами и исследователями, которые активно участвуют в разработке на кафедре новых радиоэлектронных устройств, систем и комплексов, создаваемых в интересах, например: радиоастрономии, геофизики, метеорологии, экологии, медицины, включая условия их космического применения. Радиоинженеры, в том числе магистранты, аспиранты, принимающие активное участие в научных исследованиях, связавшие себя с преподаванием, в направлениях «нелинейной науки», становятся научными работниками, защищают диссертации по результатам исследований в данной области и тем самым обеспечивают высокий научно-методический уровень преподавания, рост квалификации, и таким образом «автоматически» углубляется уровень фундаментальных и прикладных знаний и умений преподавателей кафедры, а значит и студентов, стремящихся воспринять и творчески воспроизвести их в своей практической деятельности.

Фундаментальные проблемы гуманизации и гуманитаризации образования и воспитания в педагогическом процессе кафедры решаются путем рассмотрения элементов ноосферного мировоззрения в основных и специальных курсах таких как: «Введение в специальность радиоинженера», «Синергетика», «Аппаратура контроля загрязнения» (АКЗ), «Методы медико-технических исследований и электромагнитная совместимость» и др. Концептуальные основы нового мировидения, внедряемого в курсах, опубликованы автором в материалах конференции "Виртуальность 2001" [1].

## **2. Базисное радиозондирование динамических процессов абляции метеороидов при их торможении в атмосфере, динамика притока вещества и диссипативные структуры М-зоны**

Тематика научных исследований кафедры с 1964 г. была сориентирована на радио метеорную проблематику в сотрудничестве с Институтом экспериментальной метеорологии (ИЭМ) Госкомгидромета СССР, в интересах которого проводилась в ХНУРЭ специализация радиоинженеров по радиосистемам гидрометеослужбы, и Физико-техническим институтом АН Туркменской ССР (отделом метеорной астрономии и геофизики), где внедрялись новые разработки с участием автора, начиная с 1956г. Решение проблем метеорологии мезосферы и нижней термосферы М-зоны Земли осуществлялось средствами радиолокации ионизированных метеорных следов, путем участия специалистов кафедры в создании, под эгидой ИЭМ, глобальной сети станций с однотипным аппаратно-методическим обеспечением. Эту задачу, на первом этапе, взял на себя молодой коллектив ученых кафедры РПУ в части разработки типового РПУ метеорных РЛС и систем автоматической обработки данных измерений о пульсационных радиальных скоростях дрейфа радио метеорных следов. В области метеорной радиоэлектроники в части изучения ветров лидировала в тот период Проблемная лаборатория радиотехники Харьковского политехнического института (кафедра ОРТ) под руководством профессора Кашеева Б.Л., где еще студентом с 1955 года автор участвовал в разработке и внедрении оригинальной аппаратуры. В Савинской полевой лаборатории, расположенной под Харьковом, с 1957 года начались радио метеорные измерения численности метеоров, индивидуальных

скоростей радиантов, орбит и дрейфов ионизированных следов метеоров [4]. Годичный мониторинг радиантов и орбит, индивидуальных радиометеоров был проведен в период 1959-60 годов лично автором [2,3]. Первый в СССР каталог радиоорбит метеоров  $+6^m \dots 7^m$  звездной величины (зв. вел.) был опубликован в 1967 году [2-4].

На средних широтах евразийского региона функционировали в тот период три радиоветровых комплекса: в Харькове, Казани, Обнинске, в последнем он был создан по схеме "харьковского" локатора, но предназначался для круглосуточного мониторинга ветров с пространственным сканированием М-зоны, и стал прототипом для многих других пунктов глобальной сети. Параллельные исследования ветров в этих трех пунктах показали, что результаты наблюдения в них мало, чем отличаются, и стало очевидным, что метеорологические мезомасштабы ветров на высоте 95-120 км составляют размеры более  $\sim 500$  км. Было установлено, что среднестатистические высоты «сгорания» метеорных тел оказывались близкими и, следовательно, высоты регистрируемых ветров зависели от энергетики станций. При использовании РПУ одинаковой мощности с одинаковыми диаграммами направленности антенн и одинаковой методикой обзора пространства было показано, что наибольшей информативностью в интересах климатологии М-зоны атмосферы Земли обладает глобальная сеть при реализации возможности многосуточного мониторинга ветров по единой программе, в существенно разнесенных пунктах наблюдения. Успешная кооперация ХИГМАВТ-а и ИЭМ позволила внедрить однотипные РПУ, разработанные преподавателями и сотрудниками НИР кафедры, которые в составе 12, 13 и 14 Советских антарктических экспедиций (САЭ) (совместно с инженерами из ИЭМ), впервые в мировой практике, не только организовали пункт многолетнего радиометеорного мониторинга ветров на антарктической станции Молодежная [5], но и провели изучение численности метеоров для оценки притока метеорного вещества в Антарктиде [6].

Внедренные в Антарктиде идеи умножения доплеровской частоты сигналов РЛС легли в основу аппаратной реализации системы автоматической цифровой обработки серии «Дрейф» [8-11]. Более совершенные устройства обработки информации: «Дрейф 1-4» были внедрены: в Обнинске; в РЛС на острове Хейса ( $86^\circ$  с.ш.) в Арктике; в Институте физики и математики АН Киргизии, во Фрунзе; в ГДР (Институт Генриха Герца), где был применен радиопередатчик нового поколения оригинальной разработки ( $P_{\text{и}}=100$  кВт,  $\tau_{\text{и}} \approx 50$  мкс,  $F=500$  Гц) [10]. Под Ашхабадом была внедрена типовая ветровая станция ИЭМ в Астрономической обсерватории АН ТССР в поселке Ванновское, где традиционно развивались фотографические и оптико-телевизионные технологии наблюдения метеоров, которые были нами, дополнены впоследствии непрерывно-волновыми радиолокационными и лазерными средствами.

Учитывая накопленный автором опыт по созданию и эксплуатации базисной импульсной РЛС для измерения индивидуальных радиантов и орбит, которая состояла из приемно-ретрансляторной аппаратуры, установленной в двух выносных пунктах (на окраине Балаклеи и западне  $5 \square$  Савенец в Харьковской области), им лично были предложены и созданы дополнительные радиоканалы передачи сигналов для фазирования когерентных гетеродинов приемников на выносных пунктах для обеспечения измерений доплеровских скоростей в трех точках вдоль следа при изучении турбулентного режима в М-зоне [7]. Исследование радиантов и скоростей метеоров показало [12], что наблюдаемые процессы в следе и, соответственно, в изменяющемся по амплитуде и фазе отраженном сигнале, существенно отличаются от теоретических за счет искажающего влияния диссипативных процессов: диффузии [4], турбулентности [13], резонанса в неравновесном ионизированном следе [14], которые были автором учтены. Главные трудности по интерпретации орбит возникли из-за отсутствия данных о торможении индивидуальных радиометеоров. Это обстоятельство еще более усугублялось при наблюдении метеоров более слабых, чем  $+6^m$  зв.вел. Уже при фотографических наблюдениях метеоров отмечались сверхмалые плотности «рыхлых», дробящихся частиц, создающих «фотометеоры»  $+4^m$  зв. вел., когда регистрировалось аномально большое их торможение.

Эту проблему удалось экспериментально рассмотреть и решить коллективом ученых кафедры РПУ при реализации метода многобазисной регистрации радиоэхо непрерывно-волновым методом локации [15-18]. В районе Ашхабада, вдоль линии с запада на восток, на базе  $\approx 30$  км было установлено шесть РПУ разработанных кафедрой, со средней мощностью 6 кВт каждый, и излучавших радиоволны в непрерывном режиме на частоте  $\approx 30$  МГц с высокой относительной стабильностью, при полосе радиоприема  $\approx 1$  кГц. Один дополнительный передатчик для создания триангуляционной системы регистрации радиантов был установлен к югу от основной базы, простирающейся с запада на восток. Все однотипные пятиэлементные антенны типа Яги у всех РПУ были направлены на восток. Для приема метеорных эхо от различных участков следа в одном пункте (в обсерватории), экранирован-

ном горами от излучения прямой, приземной волны, использовались семь приемников, подключенных к одной общей антенне, сориентированной на восток. Для измерения дальности до метеоров в основном пункте сбора информации функционировала импульсная РЛС. Такой уникальный комплекс позволил лоцировать след в семи различных точках вдоль метеорного следа (в семи точках, отличающихся по высоте). Мониторинг метеорных эхо дал возможность впервые, задолго до исследований новозеландских ученых, возглавлявшихся Б. Роупером (ныне руководитель метеорных исследований в США) экспериментально измерить торможение метеоров в атмосфере (см. рис. 1.) и получить распределение концентрации электронов вдоль ионизированного следа для метеоров различной скорости [15]. Для индивидуальных метеоров, с учетом торможения, были измерены скорости [16], радианты [18] и получен каталог орбит, параметры которых в статистическом смысле соответствуют данным, ранее полученным автором [12] методом импульсной радиолокации метеоров примерно той же звездной величины.

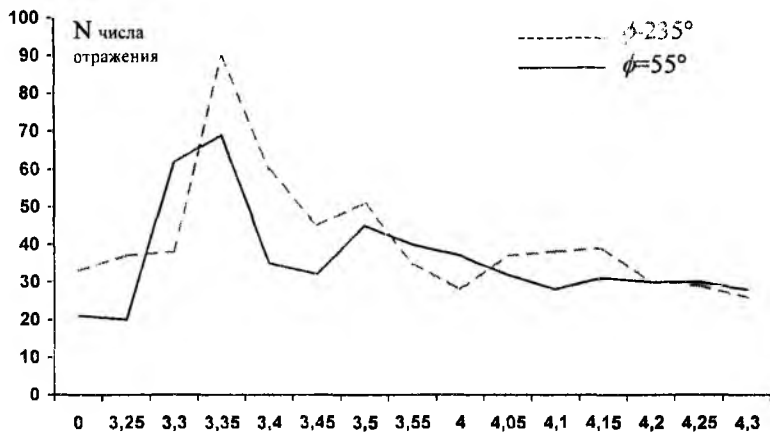


Рис. 1

В сентябре 1971 года непрерывно-волновой метод регистрации статистических характеристик сверх слабых метеоров  $+13^m$  зв. вел. [19] был реализован с использованием приемной антенны Граковского радиотелескопа РИАН Украины, диаграмма направленности которой составляла один градус. Применявшийся в эксперименте передатчик Тарановского радиоцентра работал на частоте 16,9 МГц на коммутируемую по азимуту  $55^\circ$  и  $235^\circ$  антенну (с максимумом диаграммы, сориентированной под углом  $17^\circ$  в вертикальной плоскости) типа СГД-2/4Р, имевшую коэффициент усиления 60 и среднюю мощность в фидере 20 кВт. По двуазимутальной методике наблюдения сигналов при азимуте  $55^\circ$  и  $235^\circ$  с помощью приемной антенны регистрировалась зависимость численности радиоэхо во времени (см. рис. 2). Пример регистрации численности метеоров неперриодического потока на фоне спорадических метеоров приведен для случая, когда радиант потока наблюдался за 15 минут до его кульминации. По численности метеоров был оценен показатель степени в законе распределения метеорных тел по массе, который составил 1.88 для фона и 2.65 для потоков, содержащих большое число длительных радиоэхо.

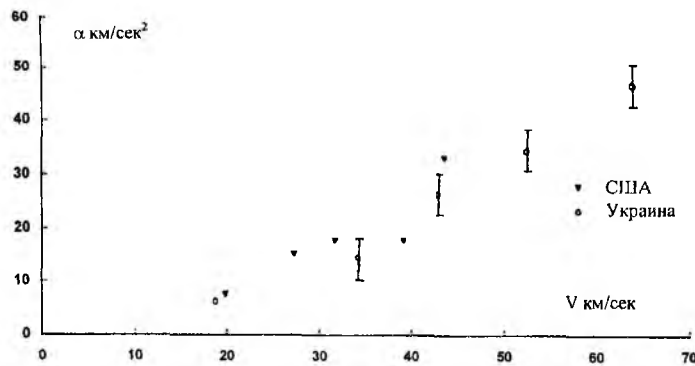


Рис. 2

Эти и ранее полученные статистические характеристики распределения совокупности метеоров вплоть до  $+13^m$  зв. вел. позволили получить оригинальные оценки притока вещества от всего комплекса метеорных тел, которые использовались в наших дальнейших аэрономических исследованиях динамики притока атомарной мезосферной примеси (натрия, лития и других веществ) [21].

Исследования радиальных, пульсационных скоростей дрейфа метеорных следов, регистрируемых в нескольких точках следа, подтвердил ранее оцененную импульсным методом крайнюю анизотропию вихревых движений в М-зоне атмосферы с горизонтальным масштабом  $\approx 200$  км и вертикальным  $\approx 6$  км [5, 7].

Особый интерес у геофизиков вызвали результаты оценки мало масштабных динамических параметров атмосферы, таких как число Рейнольдса и др. Критическое значение этого параметра указывало на хаос-динамическое состояние и неравновесность среды, которое исследовалось, как видно, еще задолго до разработки синергетических подходов теории самоорганизации сплошных диссипативных сред. Авторами [7] впервые экспериментально была оценена инерциальная подобласть для продольных и поперечных масштабов турбулентных движений (это некая их фрактальная характеристика размерности), которая была теоретически предсказана А. Колмогоровым и А. Обуховым. Теперь очевидно, что такая открытая сплошная, неравновесная среда, как атмосфера, изменяет свои структурно-динамические параметры, которые зависят от уровня антиэнтропийного воздействия, в частности от энергии солнечного излучения.

Еще до создания высокоточных высоотомеров триангуляционная технология регистрации доплеровских метеорных сигналов позволила сделать заключение на основании зарегистрированных масштабов вихрей что, при условии если  $L \gg \eta \gg l$ , где  $L \approx 200$  км – продольный масштаб;  $\eta$  – поперечный масштаб;  $l$  – минимальный масштаб, то на последнем уровне масштаба идет диссипация энергии турбулентности в тепло. Следовательно, скорость поступления энергии ( $\epsilon$ ) со стороны внешних источников может быть оценена из соображения существования инерциальной подобласти масштабов турбулентного движения и, рассчитав корреляцию пульсационных радиальных скоростей в двух точках, удалось произвести статистическую оценку  $\epsilon$  из следующего соотношения:  $\epsilon = 0,65U^3/\eta$ , где  $U$  – среднеквадратичное значение радиальной пульсационной скорости;  $\eta$  – среднее значение разности высот двух точек отражения.

Оцененные значения  $\epsilon$  для ночных и дневных средних значений  $U$  и  $\eta$  соответственно составили:  $\epsilon \approx 1200 \text{ см}^2 \text{ с}^{-3}$  и  $\epsilon \approx 3200 \text{ см}^2 \text{ с}^{-3}$ . Средний градиент турбулентного ветра, вычисленный из соотношения  $\Delta U/\Delta h$ , где  $\Delta h = \eta \cos z$ , здесь  $z$  – зенитный угол радианта, оказался для дневных условий равным  $9,5 \text{ м с}^{-1} \text{ км}^{-1}$ , и в ночных –  $7,5 \text{ м с}^{-1} \text{ км}^{-1}$ . Как следует из отмеченного, одним из главных энергетических источников, конечно, является поток солнечной радиации, поглощаемой мезосферой, однако, он может быть и не единственным.

Детальные исследования пульсационных скоростей в Харькове и Обнинске, полученные высоотомером, позволили разделить статистику скоростей дрейфа на ряд высотных областей, что при обработке позволило установить изменение амплитуды и фазы преобладающего ветра по высоте. При этом были отмечены прямо противоположные направления на энергетический источник, вызывающий зарегистрированную динамику. Отмеченные феномены спектра акусто-гравитационных волновых (АГВ) возмущений также подчиняются закону А. Колмогорова, что указывает на универсальность этого закона, который может проявляться во всех диссипативных макроструктурных параметрах сплошной неравновесной среды (атмосферы), таких как ее диффузия, вязкость и др.

### **3. Лидарные исследования динамики метеорной примеси, АГВ и антиэнтропийность мезосферы**

Последние 35 лет одной из принципиальных проблем, которые решал коллектив кафедры, был поиск иных источников энергии, кроме прямого солнечного поглощения, непосредственно мезосферой, которые все вместе поддерживают хаотичность неравновесной турбулентной атмосферы (ионосферы). Эта проблема весьма актуальна и до настоящего времени, особенно важна для полярных и среднеширотных зон при создании динамической модели атмосферы Земли.

Исследования мезосферы радио и оптическими (фотографическими и спектрофотометрическими [23]) технологиями указывали на связь динамики притока вещества в период действия главных ежегодных потоков метеоров с ростом интенсивности эмиссии щелочных металлов [21], с появлением спорадического Es и ночного E-слоя ионосферы [23,24], повышением “запыленности” атмосферы, проявляющейся в виде зодиакального облака и избыточного сумеречного рассеяния [22,25].

Установление отмеченных связей по сумеречному светорассеянию на метеорной мезосферной аэрозоли и атомарной примеси потребовало организации комплексных исследований с применением новых технологий лидарного зондирования совместно с радиометеорным [20], в местах с хорошим астроклиматом [23].

Начиная с 70-х годов, коллектив кафедры сделал серьезный крен в область создания лидаров: для стратосферного аэрозольного зондирования [24-27] и мезосферного зондирования щелочных металлов [28] методом резонансного рассеяния.

Успех резонансного зондирования определился благодаря созданию перестраиваемого лазера высокой спектральной мощности, составляющей  $>1$  МВт/нм при абсолютной нестабильности  $\sim 10$  пм длины волны и точности ее установки; и за счет обеспечения требований высокой соосности приемной и передающей антенн  $\approx 0,1$  мрад, высокой чувствительности, обеспеченной в режиме счета отдельных фотонов и помехозащищенности приемной системы от воздействия мешающих, обратно рассеянных сигналов от приземной атмосферы. В конечном счете, оказалась существенной полная энергия излучения лазера при обеспечении заданной точности определения концентрации лоцируемой примеси на высоте  $\sim 90$  км при высоком разрешении измерений по дальности, составляющей 200, ..., 500 м.

Создание лазера с таким спектрально-энергетическим потенциалом потребовало глубоких физико-химических исследований используемых генерационных сред в виде органических красителей. Для чего была создана лазерная спектроскопическая технология на импульсном азотном УФ-лазере оригинальной разработки [36] для оптимизации квантово-энергетических параметров спиртовых и водных растворов и применения многокомпонентных красителей, для оценки триплетных каналов потерь при обеспечении требуемых ресурсов красителей и их устойчивости от воздействия УФ-спектра ламповых систем накачки и т.д. и т.п. [32].

Были проверены потенциальные возможности и ресурсы ксеноновых ламп накачки, работающих короткими импульсами, оптимизированы спектральные характеристики их излучения в режиме с предионизацией [34].

Исследование процессов ламповой накачки лазера на красителях в однокаскадном и многоламповом варианте показало, что тепловые искажения и рост доли суперлюминесценции в излучении ограничивает предельно достижимый уровень генерируемой энергии. То есть, в этом случае проявились синергетические свойства лазеров, когда увеличение вводимой энергии в генерационную среду переводит ее из состояния хаоса (X) (спонтанная люминесценция отдельных атомов), в порядок (П) когерентной генерации по схеме X $\rightarrow$ П и при дальнейшем увеличении вводимой энергии накачки, вновь последняя переходит в хаос-состояние (суперлюминесценция), завершая схему X $\rightarrow$ П $\rightarrow$ X. Установив эти принципиальные синергетические ограничения, нами были сформулированы требования к задающему генератору (собственно лазеру) и системе квантовых усилителей для получения наибольшей энергии в импульсе, с учетом разрушения красителя, его охлаждения и других технологических ограничений. Эти исследования проведены для диапазона волн, в которых производится локация примесей Ba<sup>+</sup>; Ba; Li; Na; Cs; Ca; Ca<sup>+</sup>; K, резонансные линии которых лежат в диапазоне от  $\sim 330$  нм до 730 нм. В этом диапазоне волн была обеспечена генерация лазеров на красителях с необходимой энергетикой, достаточной для резонансного зондирования указанных выше примесей средней атмосферы.

Метрологическое обеспечение гарантий настройки на заданную волну, точность ее установки осуществлялась за счет применения люминесцентных ламп, ламп с полым катодом (ЛПК), содержащих лоцируемую примесь. Была предложена схема работы ЛПК в импульсном режиме с «предразогревом» в этих эталонах холодной плазмы веществ, лоцируемых в атмосфере. С такими уникальными параметрами лидары были впервые в СССР и до настоящего времени им нет равным в СНГ.

Для проведения радиометеорного и комплексного с ним лазерного мониторинга мезосферной примеси натрия были созданы и установлены однотипные лидары: на ст. Молодежная, в составе ряда САЭ, начиная с 24-ой до 30-ой; в Ашхабаде, где традиционные технологии исследования мезосферы были дополнены установкой натриевого и литиевого лидаров. В Туапсе и Харькове до настоящего времени функционируют такие лидары. Приполярный эксперимент регистрации натрия (см. рис. 4) в Арктике обеспечивался французским лидаром на острове Хейса с аналогичными спектрально-энергетическими параметрами. Локация примесей производилась всеми средствами зондирования атмосферы одновременно, в международный метеорологический интервал (по средам каждой недели), когда запускались метеорологические ракеты типа М-100 на о. Хейса, Капустином Яре, на ст. Молодежная и др. станциях мира. Лидарная сеть станций, в указанных пунктах, выполняла функции

национальных наземных средств подспутникового обеспечения лазерных бортовых средств дистанционного зондирования атмосферы Земли, по целому ряду международных космических программ, в том числе и по программе «Сич». Ашхабадская станция, кроме того, находится в удобном «магнитодинамическом» месте относительно полигона в Капустинном Яре, где при инжекции паров щелочных металлов из геофизических ракет в среднюю атмосферу ионизированные солнечным излучением примеси переносятся электродинамическим путем над районом ашхабадских пассивных и активных наблюдательных средств, со скоростью нескольких километров в секунду, и, попадая в мезосферу примеси, рекомбинируют, образуя облака нейтральной примеси на больших расстояниях от места выбросов, даже проникая в атмосферу в противоположное полушарие Земли. Над Ашхабадом проходит трасса спускаемых аппаратов типа «Прогресс», разрушение внешних конструктивных элементов которых создает искусственное газопылевое облако, наблюдаемое в виде аэрозольно-резонансной аномалии в диапазоне высот страто-мезосферы [25], что позволяло диагностировать состав и динамические процессы в плазме следа, образующегося в процессе торможения космического аппарата в атмосфере.

Результаты мониторинга резонансного натрия на ст. Молодежная позволили впервые в мировой практике [29-31] в составе 24 САЭ начать систематические лидарные, комплексные с радиометеорными средствами исследования одной и той же области мезосферы в южнополярном регионе. Главные цели эксперимента заключались в проверке наличия канала переноса примесей антропогенного происхождения из северного полушария в южное по магнитным силовым линиям поля Земли и установление: степени симметрии геофизических условий, динамики притока метеорной примеси из радио и лидарных наблюдений, а также для изучения особенностей метеоклиматических условий средней атмосферы Антарктиды.

Главные результаты, обозначенные в этом разделе работы, следующие: концентрация естественного слоя натрия отражает симметрию по отношению к северному полярному региону, средняя высота максимума слоя которого одинакова для обоих полушарий и составляет  $91 \pm 1$  км. В зимний период в районе  $\sim 60^\circ$  ю.ш. и с.ш., возможно, находится максимум концентрации в столбе в зимний период, который снижается к экватору (см. рис 4.), что отражает широтный и сезонный ход температуры на высоте мезосферы. Отмечаются также узкие  $\pm 1$  км. аномальные пики концентрации натрия, которые были позднее подтверждены наблюдениями в Арктике, и в средних широтах, в частности, в Туапсе (см. рис 3). Их происхождение на разных широтах имеет различную природу. В полярных районах это связано, вероятно, с авроральными эффектами в магнитном каспе, либо «сгонкой» ионов натрия в узкие слои градиентами ветров с последующей их рекомбинацией. Но эти эффекты, как показали измерения, могут проявляться и на средних широтах [28].

Методом цифровой фильтрации динамики слоя натрия в антарктической мезосфере [30] были впервые выявлены волновые процессы с масштабами вертикальных волн, кратных 2-3 км, фаза которых смещается и вниз и вверх. Движение фазы волны вверх можно объяснить наличием источников энергии в области высыпания энергичных частиц в полярных областях выше мезосферы.

Обнаружен незначительный рост концентрации натрия в столбе при действии мощного потока  $\lambda$ -Коронид, который является непериодическим, по радионаблюдениям, в южном полушарии [6], но подтвержденный также новозеландскими исследователями на радиометеорной станции Мауссон в Антарктиде, вероятно, связаны с малым числом длительных следов метеоров, наблюдаемых в этом потоке. Сезонные изменения концентрации натрия имеют максимум в июне (когда в северном полушарии он наблюдается в декабре) [31], что отражает высокотемпературный режим мезосферы в соответствующем полушарии в зимние периоды.

Мониторинг натрия в Ашхабаде в период действия ежегодного потока Геминид позволил проанализировать влияние притока метеорного вещества на увеличение концентрации натрия в столбе, в те интервалы времени, когда наблюдается максимум регистрации крупных метеорных тел, «влетающих» в атмосферу Земли. Таким образом, анализ аэрономических процессов в период притока вещества от крупных частиц потока позволил уточнить временные интервалы проявленности высокой корреляции между ростом концентрации примеси натрия и процессами увеличения концентрации ионов метеорного происхождения в ночном и спорадическом слое Е-ионосферы, причем последний располагается выше нейтрального слоя примеси, где сосредоточены ионы щелочных металлов, что подтверждается параллельными лидарными наблюдениями и экспериментами по некогерентному зондированию Е-слоя ионосферы.

Исследование слоя лития естественного происхождения в Ашхабаде проводилось параллельно на волне  $\lambda = 0.6708 \mu\text{м}$ , что позволило в пределе обнаружить единицы атомов в кубическом сантиметре

на высоте 95 км [28], средняя высота слоя которого совпадала с высотой натриевого слоя промодулированного АГВ. (см рис. 4). Эти эксперименты показали, что возможна раздельная регистрация изотопов лития, и появилась возможность национальными средствами оценивать последствия аэрономических экспериментов, проводимых в околоземном космическом пространстве с использованием лития в качестве трассеров в любом месте земного шара.

Наиболее полный годичный мониторинг натрия был проведен на лидарной станции в Туапсе (вблизи региона, где располагается Абастуманская астрономическая обсерватория [22] и Тбилисская ионосферная станция). На рис. 5, 6 представлены годовые вариации концентрации натрия в столбе и ширины его слоя, полученные однотипным лидаром [32-33]. Эти данные позволили уточнить глобальную физическую модель динамики естественной примеси метеорного происхождения, на фоне которой могут развиваться события искусственного воздействия на стратомосферу, включая и турбопаузу. Динамика ночного E и Es слоя успешно исследуется методом одновременной лазерной локализации нейтрального и ионизированного кальция метеорного происхождения, в период действия ежегодных крупных потоков при этом возникает возможность изучения воздействия аномалий ионизации на процессы и динамику ионосферы без инъекции веществ в нее с геофизических ракет.

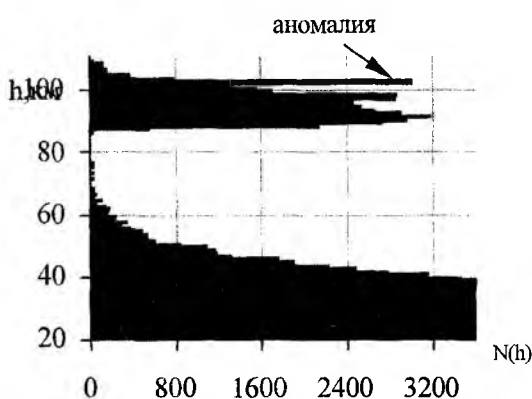


Рис. 3

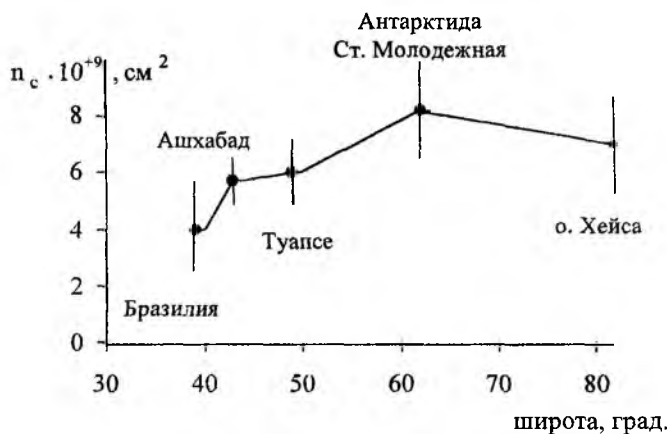


Рис. 4

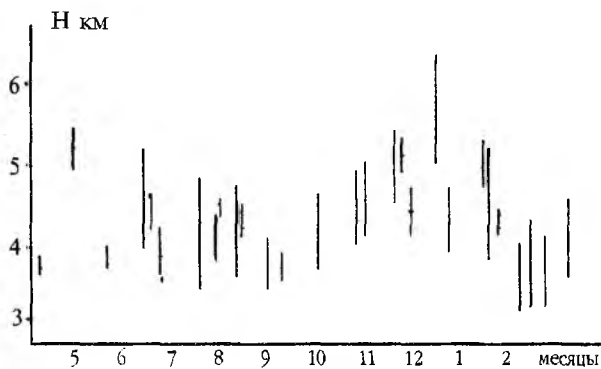


Рис. 5

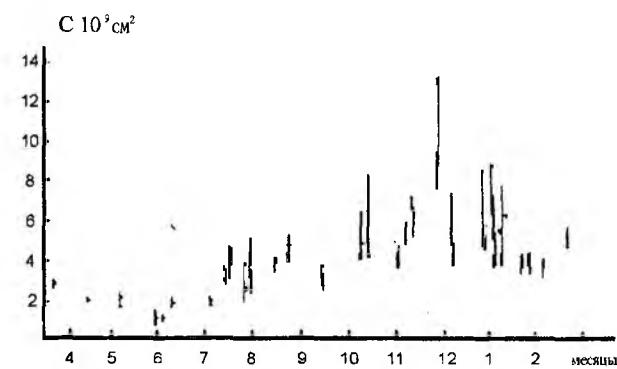


Рис. 6

Наиболее существенные сведения об АГВ получены при лазерных наблюдениях на сети лидарных станций. Типичная зависимость вертикальных масштабов длин волн ( $\lambda_z$ ) АГВ в зависимости от их периодов  $T_b$  отмечена для зимы 1989-90г. [37,38]. Из анализа данных установлена зависимость вида:  $\lambda_z = c T_b^p$ , где  $c$  - скорость волны, которая зимой и летом составляет 0.2 и 0.3  $\text{ms}^{-1}$  и коэффициент  $p$  равен 0.7 и 0.6, соответственно. Таким образом, были подтверждены данные радионаблюдений АГВ на высотах  $\sim 95\text{км.}$ , где турбулентные вихри дробятся на все меньшие масштабы диссипативных структур, энергия которых в конечном итоге превращается в тепло. При этом полная энергия вводимая в эту зону состоит из солнечной энергии, поглощенной непосредственно мезосферой соизмеримой с энергией АГВ, приходящих с других высот (например, АГВ могут генерироваться на эрографии поверхности Земли за счет энергии приземных ветров). Исследование турбулентных и волновых процессов на указанных высотах составляли, как видно из изложенного, суть синергетических аспек-

тов сплошной, открытой неравновесной среды (мезосферы), трассируемой нейтральными и ионизированными примесями, резонансная локация которых и параллельная радиолокация радиантов ионизированных следов, образующихся на тех же высотах, позволили создать экологически чистый инструментальный безракетной, не возмущающей воздушную среду технологию дистанционного зондирования параметров средней атмосферы.

Проблемы стратосферного озона исследовались в связи с особой ролью его в энергетике неравновесной средней атмосферы, ее экологии методами лидарных и оптикоэлектронных наблюдений аэрозольной "запыленности" озоносферы из-за динамики глобального пылевого Ми-слоя, расположенного на той же высоте. Совместно с Научно-исследовательским институтом Арктики и Антарктики (АНИИИ) Госкомгидромета СССР по единой программе исследовалась аномалия озонной "дыры" над Антарктидой в районе антарктической станции "Мирный". На станции был установлен лидар нового поколения и, начиная с 31 СЭ, проводилось аэрозольное зондирование стратосферы.[27] где параллельно наблюдались вариации концентрации озона в столбе методом дифференциального спектрофотометрирования рассеянного и поглощенного стратосферой солнечного излучения, как в дневное время, так и в периоды длинных южнополярных сумерек.

Одновременно на Туапсинской и Ашхабадской лидарных станциях также проводились комплексные исследования озона и аэрозоля. Над кавказско-черноморским регионом, параллельно с зондированием ночной стратосферы на волне 589нм, проводились озоно-лидарные исследования методом дифференциального поглощения с помощью эксимерного УФ-лазера оригинальной разработки, излучавшего сигналы на волне 308нм [35]. В дневное время проводилось мониторинговое зондирование озона в столбе на двухчастотном сканируемом за Солнцем УФ-метре, а также измерения проводились по стандартной методике на озонметре типа М-124. Исследования показали, что в озоновом слое, как энергоемкой области стратосферы, могут возбуждаться АГВ, распространяющиеся в мезосферу, которые таким образом являются альтернативными поставщиками «антиэнтропийности» средней атмосферы вплоть до высот турбопаузы (120-130км).

Антарктическая «озонодыра», как и непериодическое уменьшение концентрации стратосферного озона над арктическим регионом (с пространственными масштабами ~1000км), преимущественно обязаны микроклиматическим аномалиям приполярных областей атмосферы Земли. «Замороженная» в зимнее время околполярная арктическая циркуляция вокруг полюса систематически разрушается европейским и алеутским циклонами, что связывают с зимними потеплениями в северном полушарии. В Антарктике такого разрушения полярной стратосферы в зимний период не наблюдается, при этом озоносфера изолируется от притока озона из приполярных областей над океанами, что и создает к концу зимы и началу весны озонную аномалию, что к концу зимы приводит к уменьшению концентрации озона в столбе, исчезающую с наступлением весенних сумерек и полярного дня, когда разрушается устойчивая зимняя полярная циркуляция. В проблемах глобального потепления антропогенное влияние промышленных выбросов на энергодинамику атмосферы большее влияние оказывает изменение прозрачности атмосферы при воздействии выбросов на ее облачность, чем за счет парникового эффекта и влияния выбросов на стратосферный озон.

Созданные в ХНУРЭ лидары комплексно дополняются средствами некогерентного зондирования Е-слоя, разработанных ХНПУ, дополненные СТ радаром ХНУРЭ, а также применение ионосферной РЛС в ХНГУ, использующей метод регистраций сигналов частичных отражений Е-слоем и образуют, уникальный межвузовский исследовательский комплекс под Харьковом, который остается до настоящего времени конкурентоспособным по своей оснащенности с аналогичными зарубежными центрами. Это национальное достояние Украины продолжает вызывать интерес к себе иностранных специалистов, продолжающих напряженные исследования средней атмосферы комплексными методами.

#### **4. Синергетическая база подготовки радиоинженеров по медицинской специализации**

Радиоинженер, как видно из изложенного в предыдущих разделах, имеет возможность развить синергетический взгляд на неравновесные системы и получает достаточную базу знаний, которые формируют и расширяют его системное образование. Поэтому в последние годы методкомиссия по радиотехническому образованию рекомендовала, и ряд вузов успешно обеспечивает подготовку радиоинженеров по специальности "Медицинские приборы и системы" (в настоящее время это осуществляется в рамках аналогичной специализации в специальности "Радиотехнические устройства, системы и комплексы"). Кафедра РЭУ предложила структуру и содержание учебного плана и перечень дисциплин в рамках объема часов, выделенных по решению Совета факультета и по выбору студента

так, чтобы можно было наиболее рационально распорядиться этим небольшим временным ресурсом, и изложить основы теории нелинейной динамики функций и состояний организма человека.

Так при синергетическом анализе биоэлектрических сигналов применяются методы как линейной оптимальной обработки, так и нелинейной фильтрации. Разумеется, в рамках известной радиотехнологии "нелинейной науки" и достижений компьютерных технологий они могут успешно осваивать и применять моделирование нелинейных процессов функциональных электродинамик, самоорганизационных процессов в слоистых средах при энергетических воздействиях (в том числе т.н. информационных) электромагнитных волн на организм человека. Такие подходы позволяют экономить время и с общих синергетических позиций рассматривать фундаментальные проблемы построения диагностической и лечебной аппаратуры. Для успешного увязывания знаний, и их междисциплинарного объединения, создан и шесть лет студентам читается курс синергетики.

В нем излагаются проблемы триединства: нелинейности, открытости и диссипативности сплошных сред, и, в частности, нелинейных функциональных динамик с детерминированным хаосом, на примере исследования флуктуаций R-R кардиоинтервалов, когда делается фликкерно-спектральная и скейлинговая (синергетическая) оценка состояния этой физиологической системы [39]. Дальнейшее развитие теории нелинейной обработки биосигналов проводится впервые с учетом конструктивной роли внешнего шума [40], приводящего к увеличению отношения сигнала к шуму за счет "стохастического" резонанса при бистатической модели нелинейного элемента (например, нейрона). Такие принципы обработки биосигналов реализованы в "системах раннего обнаружения и предупреждения живых биообъектов об опасности, либо при поиске пищи в результате пассивной и активной локации окружающего пространства". Технологии нейросетей изучаются на примере анализа сетей Маркова в условиях "зашумленной" среды, конструктивная роль которой приводит к самоорганизации фликкер структур [44]. У будущего специалиста формируются в отличие от шенноновского новые представления о теории информации, свойственные открытым биосистемам, для которых существенно: зарождение смысла, размножение и уничтожение информации, излагаемых в курсе "Обработка биомедицинской информации".

Идеи, теория, расчет и применение лазеров в изучении внешней среды излагаются в курсах: АКЗ, экологии и еще в трех курсах Учебного плана ("Лазеры в диагностике и терапии", "ИК и мм-техника в медицине", "Оптико-электронные устройства в диагностике и лечении"), что содействует успешному освоению синергетических принципов. Изучение термодинамических, квантово-электродинамических свойств воды и водосодержащих биосред при воздействии волн КВЧ-диапазона предлагается в рамках научных программ магистерской и аспирантской подготовки, [41-43], что обеспечивает "синергетическое" профилирование специалистов высшей квалификации в направлении решения фундаментальных проблем электромагнитной совместимости и создания радиоприборов нового поколения для медицины [45] и таким образом непрерывно пополняется новейшей информацией специальные курсы кафедры.

Особое внимание уделяется изучению основополагающих принципов теории неравновесной термодинамики, венцом которой является закон сохранения энтропии (минимума диссипации энергии), который лежит в основе эволюционных процессов, с выделением главных признаков синергетического базиса, таких как самоорганизация, когерентные взаимодействия, фрактальные структуры, прогрессивная эволюция или бифуркационные явления, неравновесные фазовые переходы, диссипативные структуры и другие феномены, наблюдаемые в биосредах и системах [1].

## 5. Заключение и выводы

Поскольку синергетика дает нетривиальный взгляд на содержание различных областей знания и обнаруживает системологические, междисциплинарные взаимосвязи – это обстоятельство позволяет сформировать у студентов системообразующее видение процесса научного познания окружающей среды, познания себя и Человека вообще.

Учитывая изложенное, нам представляется, что процесс реформирования радиотехнического образования и методологии воспитания давно назрел из-за перегруженности учебного плана большим числом различных идей, излагаемых в более, чем в 70-ти различных курсах. При этом необходимо учесть, что студенту одновременно необходимо уяснить и изучить специфику ряда сложных сущностей – детерминированных и случайных, квантово-оптических, с их нелокальностями и неопределенностями и, самое главное, с их нелинейностью, неравновесностью и динамическим хаосом в условиях дефицита времени. Это очень сложные задачи для студента. Поэтому необходимо не откладывать возникшие проблемы, а вносить конструктивные предложения для реформирования образования.

Нам – радистам, пожалуй, легче других, и возможно быстрее удастся воспринять идеи новой парадигмы и приступить к конкретной модернизации образования, хотя бы на уровне изменения программ курсов Учебного плана. Наши коллеги в СНГ самым активным образом последовательно решают эту давно сформулированную жизнью проблему.

Международные эксперты предупреждают, что у нас осталось мало времени, которое измеряется продолжительностью жизни двух-трех поколений, чтобы “удержаться” на плаву стремительно развивающегося мира. Мы обязаны ввести превентивное обучение принципам жизни в неустойчивом мире, в котором человек должен научиться жить в динамическом хаосе, постигая его законы, законы самоорганизации [1].

Логика развития радиоэлектроники и системный метод образования, заложенный в Учебном плане подготовки радиоспециалистов, дают нам шанс преодолеть кризис непопулярности (непрестижности) радиотехнического образования, связанного не только с трудностями освоения дисциплин фундаментального цикла (в том числе гуманитарного), но и с нежеланием (неумением) понять, что нам легче других догнать стремительно обогнавшие нас экономные технологии обучения и познания в век информатизации и телекоммуникаций. Оптимизм в успехе мы связываем с тем, что на уровне эволюционного изменения содержания программ видится неконфликтный путь реформирования радиотехнического образования. В заключение изложенного можно сделать следующие выводы.

1. Коллектив ученых и специалистов (они же преподаватели кафедры РЭУ) предметом своих исследований и обучения, в значительной мере интуитивно, избрали методики преподавания курсов с акцентами на динамику развивающихся процессов в открытых нелинейных устройствах и средах, что позволило обратиться к обобщениям междисциплинарного характера, используя синергетические представления о стационарных состояниях неравновесных систем, в том числе с детерминированным хаосом.

2. Постоянен интерес коллектива кафедры к исследованию системно-экологических проблем, к созданию специальной радиоэлектронной аппаратуры контроля параметров антиэнтропийной среды, новых средств, адаптирующихся к условиям изменения среды и особенностей распространения электромагнитных волн, что позволило оценить проявленность и самоорганизацию их структур, динамик неравновесной атмосферы и трактовать полученные феномены с позиции нелинейной науки (синергетики), и внедрять их в процесс обучения радиоинженера.

3. Как следует из изложенного, синергетические подходы лежат в основе научных основ кафедры и в “нелинейном базисе” радиотехники вообще и поэтому коллектив кафедры осознанно взялся за подготовку радиоинженеров в направлении разработки медицинских приборов и систем, предназначенных для диагностирования физиологических динамик организма человека, которые изначально хаотичны в норме и патологии. Учитывая опыт разработки лазеров и РПУ различного диапазона, которые применяются для гипертермии, физиотерапии и др., кафедра на этой же базе стремится к изложению методов проектирования и эксплуатации медицинских приборов и систем нового поколения, что составляет научные основы медицинской специализации по новой специальности “Радиоэлектронные устройства системы и комплексы”.

4. Настал период реформирования образования, в том числе и радиотехнического, на основе новой парадигмы, называемой эволюционной кибернетикой (синергетикой), междисциплинарный характер которой потенциально позволяет сблизить две культуры, непротиворечиво объединив гуманитарные и естественнонаучные методы познания на основе синергетической науки и ноосферного мировидения в этом процессе автор видит путь и концептуальные основы реформирования радиотехнического образования в условиях кризисно развивающегося мира в XXI веке.

**Список литература:** 1. *Лагутин М.Ф., Лагутин В.М.* Наука и образование в условиях развития кризисного мира в XXI веке. Материалы конференции “Виртуальность 2001”. Ялта, 2001 (19-20 сентября). С. 45-52. 2. *Кащеев Б.Л., Лебединец В.Н., Лагутин М.Ф.* Радиолокационное определение орбит индивидуальных метеоров // *Астрономический журнал.* 1961. Т.38. №4. С. 681-691. 3. *Kashcheyev B.L., Lebedinets V.N., Lagutin M.F.* The Orbits of Meteor Stream Determined by Radio-Echo Techniques. *Smith. Contrib. Astrophys.* 1963. vol 7. P.67-69. 4. *Кащеев Б.Л., Лебединец В.Н., Лагутин М.Ф.* Метеорные явления в атмосфере Земли. М. Наука. 1967. 260с. 5. *Петручек Т.П., Лагутин М.Ф.* Регистрация скоростей дрейфа метеорных следов на станции Молодежная. // *Бюлл. САЭ.* 1970. №77. С. 51-59. 6. *Катасев Л.А., Лагутин М.Ф., Лысенко И.А., Петручек Т.П.* Численность метеоров по радиолокационным наблюдениям в Антарктиде // *Астрономический вестник.* 1970. Т.4. С.204-205. 7. *Делов И.А., Лагутин М.Ф., Лысенко И.А.* Исследование некоторых параметров турбулентных движений методом радиолокации метеорных следов // *Изв. высш. уч. зав. (радиофизика).* 1964. Т.VII. №2. С. 225-231. 8. *Онуфриев В.П., Лагутин М.Ф.* Цифровая обработка радиометеорной информации. В сб. *Радиотехника.* Вып. 24. Изд-во ХГУ.

1979. С.53-59. 9. *Беседовский Н.Ю., Лагутин М.Ф., Онуфриев В.П., Петручек Т.П.* Метод повышения разрешающей способности РЛС при измерении дрейфов метеорных следов. "Кометы и метеоры". 1970. №17. Изд. Астр. Совета. АН СССР. 10. *Лагутин М.Ф., Петручек Т.П., Онуфриев В.П., Беседовский Н.Ю.* Импульсный передатчик метеорной РЛС. (тез. докл. научн.-техн. конф. "Элементы и устройства РЛ техники." Одесса. 1969.) 11. *Кузнецов В.Н., Лагутин М.Ф., Онуфриев В.П.* Измерение параметров ветра автоматизированными метеорными комплексами. Труды Всесоюзного совещания по исслед. динамических процессов в верхней атмосфере. Обнинск. 1972. С. 268-277. 12. *Лагутин М.Ф.* Методика и ошибки определения орбит метеоров радио-методом. Сб. статей "Метеоры". 1963. №2-3. С. 12-21. Изд-во ХГУ. 13. *Лебединец В.Н., Лагутин М.Ф., Лысенко И.А.* Влияние атмосферного турбулентного ветра на измерение скоростей и радиантов метеоров. Сб. статей "Метеоры". 1960. С.21-23. Изд-во ХГУ. 14. *Лагутин М.Ф., Кащеев Б.Л.* Влияние поляризационного эффекта на радиосигналы, рассеиваемые метеорными следами // Радиотехника и электроника. 1964. Т.IX. №8. С. 1494-1495. 15. *Лагутин М.Ф., Смагин Д.М., Гульмедов Х.Д.* Определение торможения радиометеоров. Астр. циркуляр. (Изд-во Бюро Астросовета АН СССР) 1970. №577. С.5-7. 16. *Лагутин М.Ф., Смагин Д.М.* Метод обработки отраженных сигналов при радиолокации метеоров непрерывным излучением// "Кометы и метеоры". Изд-во Бюро Астросовета АН СССР. 1970. №18. С. 42-47. 17. *Лагутин М.Ф., Смагин Д.М. и др.* Радиолокационные наблюдения метеоров в Ашхабаде// Изв. АН ТССР. 1970. №6. 18. *Лагутин М.Ф., Смагин Д.М.* Вимірювання параметрів метеорів при безперервному радіовипромінюванні. Матеріали конференції "Радіотехніка та керування". Вид. ХГУ. 1972. С. 61-64. 19. *Лагутин М.Ф., Полчанинов В.С., Романенко А.И.* К вопросу о наблюдениях слабых метеоров непрерывно-волновым методом. Астр. циркуляр. Астросовета АН СССР. 1973. №775. С. 4-6. 20. *Лагутин М.Ф., Мустецов Н.П., Стонога В.А.* Исследование высотного распределения натрия методом оптической локации// Изв. АН ТССР. 1976. №4. С. 117-119. 21. *Лагутин М.Ф.* К вопросу о происхождении атомов металлов в нижней ионосфере Земли. Астр. вестник. 1974. Т.VIII. №3 С. 145-153. 22. *Лагутин М.Ф., Беседовский Н.Ю.* Деятельный сканирующий электрофотометр. Бюлл. Абастуманской астрофиз. обс. 1980. №53. С.15-18. 23. *Lagutin M.F.* The interpretation of laser observation of sodium layer on the base of meteors influx dynamical // Abstr. Of 7-th ILRC. Manlo Park. USA. 1975. P. 35-36. 24. *Овезгельдыев О.Г., Беркелеев М.Б., Лагутин М.Ф.* Магнитосфера- природная лаборатория в изучении актуальных процессов межпланетной пыли // Изв. АН ТССР. 1983. №1. С.32-43. 25. *Овезгельдыев О.Г., Лагутин М.Ф. и др.* О лидарном наблюдении избыточной концентрации атмосферных аэрозолей над Ашхабадом // Изв. АН СССР. 1981. №6. С. 108-110. 26. *Лагутин М.Ф., Овезгельдыев О.Г.* Лазерные наблюдения атмосферного аэрозоля в период действия вулкана Эль-Чи-Чон // Тез. доклад II Всесоюзного симп. МПСА. М. 1986. С.38. 27. *Лагутин М.Ф., Рыбалко А.И. и др.* Исследование атмосферного аэрозоля в южном полярном районе // Труды X Всесоюзн. симп. Томск. 1989. Ч.I С. 25-26. 28. *Лагутин М.Ф.* Лазерная резонансная локация в экологии космического пространства. //Радиотехника. 1996. №100/96 С. 173-187. 29. *Лагутин М.Ф. и др.* Лазерное зондирование верхней атмосферы на Антарктической станции Молодежная // ДАН СССР. 1981. Т.258. №2. С. 334-335. 30. *Лагутин М.Ф., Мегель Ю.Е., Мустецов Н.П.* Исследование атмосферы лидарным методом в Антарктиде // Метеорологические исследования в Антарктиде. Л. Гидрометиздат. 1986. Ч.II. С. 96-102. 31. *Лагутин М.Ф., Рыбалко А.И., Зарудный А.А.* Сезонные вариации атмосферного натрия в Антарктиде // Инф. бюлл. САЭ. Л. Гидрометиздат. 1980. №110. С. 78-85. 32. *Зарудный А.А., Мегель Ю.Е., Лагутин М.Ф.* Лидар для исследования мезосферных примесей // Оптика атмосферы и океанов. 1988. Т.1. №6. С. 83-89. 33. *Верхоробин А.Л., Лагутин М.Ф., Зарудный А.А., Торжков В.П.* Результаты экспериментальных исследований динамики параметров нагреваемого слоя // Оптика атмосферы и океанов. 1993. Т.6. №5. С.553-558. 34. *Зарудный А.А., Басецкий В.Л., Плетнев В.Г.* Лазеры повышенной спектральной яркости для исследования движения атмосферы // Радиотехника. 1998. №102 С. 170-175. 35. *Шурыгин И.Г., Лагутин В.М. и др.* УФ-лидар для озонзондирования // Оптика атмосферы. 1990. Т.3. №10. С. 1056-1059. 36. *Лагутин М.Ф., Рожницкий М.М. та ін.* Люмінісценція двокомпонентних систем при стаціонарному та імпульсному режимах збудження // Укр. фіз. журнал. 1974. Т.19. №4. С. 131-137. 37. *Lagutin M.F., Verchorobin A.L.* The internal gravity wave lidar statistical detecting technique and experimental data // Abstr. 15-th ILRC. Tomsk. 1990. P. 166-168. 38. *Lagutin M.F.* Complex research of mesosphere by laser, radiometeor probin and by the method photometric observation // Abstr. of 8-th ILRC ( Standford. USA) 1977. 39. *Огиенко А.А., Кириченко Л.О., Герасин С.Н. и др.* Особенности аддитивных и мультипликативных флуктуаций ЭКГ, выявленных при спектральном и фрактальном анализе // Вестн. ХПУ. 1999. Вып. №46. С. 30-33 40. *Буц В.В., Огиенко А.А., Лагутин М.Ф.* Нелинейная обработка сигналов с использованием стохастического резонанса // 12-я Международная конференция "Теория и техника передачи, приема и обработки информации". Гуапсе. Харьков: ХТУРЭ. 1996. С. 39. 41. *Лагутин М.Ф., Огиенко А.А., Лагутин В.М. и др.* Синергетический подход к анализу кооперативного влияния низкоинтенсивного КВЧ воздействия и тепловых шумов на одноклеточные организмы // Радиотехника. 2001. №122. С. 20-26. 42. *Лагутин М.Ф., Басецкий В.Л.* К вопросу о КВЧ биоэлектродинамике и терапии // 3-я Межд. конф. "Теория и техника передачи, приема и обработки информации". Гуапсе. Харьков: ХТУРЭ. 1997. С.310. 43. *Лагутин М.Ф., Огиенко А.А.* Формулировка и обоснование структурных элементов дискретной модели водной среды // Вестн. ХПУ. 1999. Вып. №65. С.54-58 44. *Лагутин М.Ф., Огиенко А.А.* Конструктивная роль шума в процессах самоорганизации // Радиоэлектроника и информатика. 1998. №3. С. 149-154 45. *Лагутин М.Ф., Кузин А.И.* Компьютерный электрогастроэнтерограф // Радиотехника. 2001. №121. С. 119