

## ОТ МИНИМАЛИЗМА КАФЕДРЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ И МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СИСТЕМ К ЭКОСИСТЕМЕ КАФЕДРЫ РАДИОФОТОНИКИ И МИКРОВОЛНОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: 2022 – СМЕНА ПОКОЛЕНИЙ

*О.Г. Морозов*

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
Российская Федерация, 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10

**Аннотация.** Дана общая характеристика учебно-педагогической и научной деятельности кафедры радиوفотоники и микроволновых технологий в отдельные периоды ее развития. Представлены некоторые результаты проводящихся и постановки задач перспективных научных исследований, выполняющихся в кооперации с другими структурными подразделениями КНИТУ-КАИ, образовавшими экосистему кафедры: трехуровневое образование – фундаментальная и прикладная наука – научно-промышленный и образовательный консорциум организаций партнеров.

**Ключевые слова:** телевидение, мультимедийные системы, радиوفотоника, микроволновые технологии, волоконная сенсорика, СВЧ-сенсорика, квантовые технологии.

### 2007 год. Предисловие

История становления и развития отечественного телевидения, полная чистого подвигничества и энтузиазма влюбленных в него людей, – неотъемлемая часть истории России и Татарстана [1]. Впервые термин использован на французском языке в 1900 году русским учёным Константином Перским во время VI Международного электротехнического конгресса, прошедшего в рамках Всемирной выставки в Париже. При этом уже в конце 1899 г. преподаватель Казанского технического училища Александр Аполлонович Полумордвинов (1874–1942) запатентовал систему с передачей сигналов трех основных цветов. Английский предприниматель и ученый Д. Бэрд (1888–1946), долгое время занимавшийся теоретическими разработками телевидения, купил у Полумордвинова патент. В 1928 г. он уже демонстрировал систему цветного телевидения широкой общественности. Все заговорили о Бэрде как изобретателе цветного телевидения, а он сам ссылаясь на русского изобретателя и неоднократно обращался в Россию, чтобы найти Полумордвинова, но ему это так и не удалось [2, 3]. Более современный «русский след» в разработке магнитной видеозаписи оставил Александр Матвеевич Понятов, уроженец села Русская Айша Казанского уезда Казанской губернии (ныне — деревня Русско-Татарская Айша Высокогорского района Татарстана), глава известной фирмы Amrex, название которой и сложилось из его инициалов и первых букв слова *excellence* (превосходный). В 1951 г. фирма Amrex первой приступила к разработке видеомэгнитофона на основе поперечно-строчной записи видеосигнала [2].

Символ технического прогресса, чудо XX века, телевидение – передача видео и звуковой информации по каналам связи – постепенно перестало удивлять людей, превратившись в XXI веке из недоступной роскоши в атрибут любой квартиры, в элементарный источник и дополнительных видов информации цифрового формата [1]. Не вступая в полемику с автором данного высказывания, можно лишь сказать, что только технологии телевидения, как ярчайшего представителя классических радиотехнических и современных мультимедийных систем, способны справиться с лавинообразно растущими разнообразием,

объемами и потоками информации, а также стать основой для образовательного процесса – как системообразующей многофункциональной технологии, объединяющей все области фотоники и радиотехники в одно целое.

Подтверждением этому является пионерское вступление Татарстана в эру цифрового телевидения, в том числе и на плечах выпускников Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева (КГТУ-КАИ).

Учебно-педагогическая и научно-исследовательская деятельность кафедры телевидения и мультимедийных систем (ТМС) Института радиоэлектроники и телекоммуникаций (ИРЭТ) КГТУ-КАИ направлена на подготовку специалистов высокой и высшей квалификации, способных поддержать лучшие традиции и открыть новые перспективы развития отечественной радиотехники, фотоники и инфотелекоммуникаций как в фундаментальных, так и прикладных исследованиях.

### **2007 год. Общая характеристика учебно-педагогической и научной деятельности**

Кафедра телевидения и мультимедийных систем организована в октябре 2005 г. на базе кафедры радиоэлектронных и квантовых устройств и научно-исследовательского центра прикладной электродинамики. Заведующий кафедрой – докт. техн. наук, проф. О.Г. Морозов.

Ведущие преподаватели кафедры: канд. техн. наук, доценты Пикулев А.Н., Нуреев И.И., Самигуллин Р.Р., Мягченков А.В., ст.преп., зам. зав. кафедрой Дорогов Н.В., зав. лабораторией Акульшин А.И.

Кафедра являлась выпускающей по специальности 210303 (201500) – «Бытовая радиоэлектронная аппаратура», направления 210300 «Радиотехника». Подготовлены документы для открытия новой специальности 210405 (201100) – «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» направления 210400 «Телекоммуникации».

Основные учебные дисциплины кафедры: «Основы телевидения», «Современные системы телевидения», «Космическое телевидение», «Телекоммуникационные технологии», «Радиоэлектронные средства бытового назначения», «Устройства записи и воспроизведения звуковых и видео сигналов», «Оптические и микроволновые технологии», «Цифровые и мультимедийные технологии».

За короткий срок со дня основания кафедры в ее активе: одна монография «Перспективные методы и средства траекторных измерений», четыре учебных пособия, два из которых, «Основы телевидения» и «Основы рефлектометрии», имеют гриф УМО по образованию в области телекоммуникаций. В планах кафедры получение грифов УМО для методических материалов всех основных учебных дисциплин.

Кафедра принимает активное участие в подготовке кадров высшей квалификации. Защищены 2 кандидатские диссертации. В составе кафедры 3 аспиранта и 3 магистра, которые после защиты диссертаций пополняют ряды ее преподавателей. Перспективно работают над своими кандидатскими диссертациями 5 соискателей – представители ведущих радиотехнических и инфотелекоммуникационных предприятий Республики Татарстан и Москвы.

Кафедра имеет развитые научные связи с Международным научным обществом инженеров по оптоэлектронным технологиям (SPIE, США), Международной академией связи (МАС, Россия), академиком которой является зав. кафедрой О.Г. Морозов, научно-исследовательским институтом аэроупругих систем (НИИ АУС, Феодосия) и национальным аэрокосмическим университетом (ХАИ, Харьков) Украины.

## 2007 год. Основные направления научно-исследовательской деятельности

Направление фундаментальных исследований – развитие теории и техники симметричной двухчастотной рефлектометрии на базе амплитудно-фазового метода преобразования одночастотного когерентного излучения в симметричное двухчастотное.

Направления прикладных исследований реализуются совместно с кафедрой радиоэлектронных и квантовых устройств РЭКУ (зав. каф., докт. техн. наук, проф. Г.И. Ильин) и научно-исследовательским центром прикладной электродинамики НИЦ ПРЭ (директор, докт. техн. наук, проф. Г.А. Морозов):

- телевизионные, опто- и радиоэлектронные информационно-измерительные системы и системы управления;
- лазерные открытые, волоконно-оптические и микроволновые информационно-измерительные системы и системы связи;
- мультимедийные промышленные и бытовые системы.

*Комплекс технических средств «КАСКАД» для испытания новых образцов аэроупругих систем.* В состав разработанного комплекса средств для исследования траектории полета аэроупругих систем «КАСКАД» входят: в базовом варианте – импульсный лазерный дальномер «КАФА», телевизионная система автоматического сопровождения и определения угловых координат исследуемого объекта «РИТМ», система сбора и обработки информации на базе промышленного компьютера «БОКС»; в модернизированном варианте – лазер подсветки, прецизионный симметричный двухчастотный дальномер для привязки к местности по реперным точкам полигона, телевизионно-теодолитная система из трех камер, система сбора и обработки информации с оптическим каналом связи [4]. На рис. 1 представлен комплект аппаратуры, входящий в состав комплекса в базовом варианте.



Рис. 1. Аппаратура комплекса технических средств «КАСКАД» для проведения внешнетраекторных измерений полета аэроупругих систем

Основной проблемой, решенной при разработке комплекса, явилась проблема регистрации данных об угловых скоростях, которая была решена с помощью «грубого» контура слежения – опорно-поворотной платформы и «точного» контура – телевизионной передающей камеры. В модернизированном варианте опорно-поворотная платформа, как фактор, определяющий основную погрешность измерения угловых координат, была исключена из структуры комплекса. Конструктивно комплекс расположен в КУНГе автомобиля КАМАЗ-4280, который снабжен автономным источником энергоснабжения. В модернизированном варианте автомобиль является средством доставки аппаратуры и центром управления комплекса. Из центра управления осуществляется привязка телевизионных камер с помощью симметричного двухчастотного дальномера и приемников GPS, а также координация спуска аэроупругих систем.

Комплекс обладает следующими техническими характеристиками: диапазон рабочих дальностей составляет 15 км, погрешность измерения дальности - 2,5 м, диапазон со-

проведения по угловым координатам – 80° по горизонтали и 120° по вертикали, погрешность определения угловых координат – 10". (Внедрен в НИИ АУС, Феодосия, Крым).

*Волоконно-оптические информационно-измерительные системы с датчиками на основе двух скрученных волокон и решеток Брэгга.* Разработанные волоконно-оптические датчики на двух скрученных волокнах с замкнутыми концами и переменным шагом скрутки были использованы для создания интеллектуальных узлов перспективных транспортных средств (ИУПТС), в частности, парашютных шнуров и строп из капрона и СВМ, а также криогенных топливных баков для сжиженного природного газа из стеклопластика. Возможность создания ИУПТС определялась близкими характеристиками материалов, используемых как для их создания, так и создания ВОД [5].

Чтобы показать возможности применения данного типа ВОД на практике, было измерено механическое напряжение, прикладываясь к датчику, который был вплетен в различные типы строп грузовых парашютных систем. Приложенное механическое напряжение также оценивалось по показаниям стендового индикатора, которое использовалось для сравнения. Соотношения между механическим напряжением, измеренным датчиком (ряд 2, квадратные метки), и механическим напряжением, измеренным стендом (ряд 1, ромбовидные метки), приведены на рис. 2 для строп типа ЛТК-15-60. Как видно из рис. 2, оба результата хорошо согласуются, поэтому, используя разработанный ВОД, можно упростить процесс измерения механических воздействий.

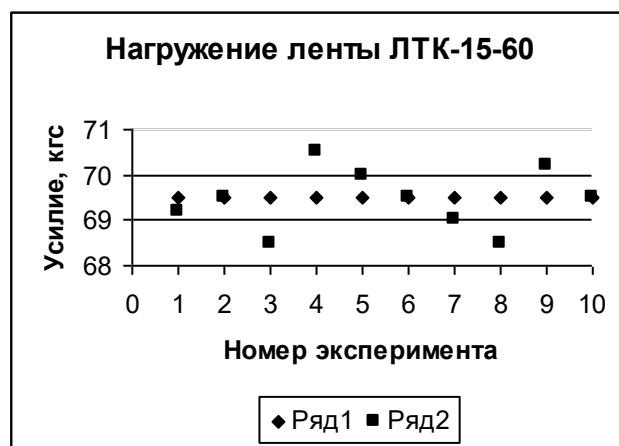


Рис. 2. Соотношения между механическим напряжением, измеренным датчиком и стендом для строп типа ЛТК-15-60

В настоящее время активно ведутся исследования по применению двухчастотных и многочастотных методов анализа спектральных характеристик волоконно-оптических решеток Брэгга, являющихся основными элементами, используемыми в линиях связи со спектральным уплотнением, сетях передачи кабельного телевидения, измерительных системах [6].

*Оптико-механические блоки лазерных и волоконно-оптических спектрометров аэрозолей для нанотехнологических производств.* На кафедре радиоэлектронных и квантовых устройств КГТУ им. А.Н. Туполева была разработана серия «СПЕКТР-АЧ» широкодиапазонных приемно-регистрирующих систем (ПРС), предназначенная для измерения амплитуд случайной последовательности оптических импульсов в динамическом диапазоне  $10^5$ , погрешности измерения амплитуд 10% и дискретизации по 16 каналам.

Для измерения размеров частиц аэрозоли в помещениях микротехнологического производства на основании полученных выше результатов был разработан фотоэлектрический спектрометр аэрозолей, позволяющий измерить размеры частиц в широком диапазоне размеров, вплоть до 0,15 мкм. Прибор построен на принципе регистрации фотоприемником излучения света, рассеянного одиночной частицей, попавшей в счетный объем внутри резонатора лазера со сканированием длины.

Эквивалентная реализация внутривибраторного расположения счетного объема и модуляции с помощью пьезозеркала могут быть осуществлены соответственно на базе внутриволоконного расположения и использования решеток Брэгга или с помощью

интерферометра Фабри-Перо с расположением счетного объема в его зазоре. Основное назначение предложенных методов – исследование частиц, размер которых меньше или равен  $\lambda/4$ . При использовании ультрафиолетовых лазеров чувствительность может составить 0,02 мкм, что приемлемо для контроля чистоты помещений и изоляторных зон, в которых реализуются нанотехнологии.

*Мультимедийные промышленные и бытовые системы.* Совместно с НИЦ ПРЭ КГТУ им. А.Н.Туполева разрабатываются: методы повышения эффективности использования каналов передачи мультимедийной информации; АРМ обеспечения экологической безопасности предприятий; системы контроля обводненности водонефтяных эмульсий, основанные на применении микроволновой сепарации нефти и метода видеоизмерения уровня сепарированных компонент; системы контроля следов нефти в сточных промышленных водах с использованием лазерных и телевизионных круговых датчиков; модельный ряд бытовых комплексированных микроволновых печей, в структуру которых встроены плоские телевизионные экраны, FM, DVD, IP и т.д.

### 2007 год. Заключение

В разделах статьи «2007 год. ...» приведены некоторые результаты проводящихся и постановки задач перспективных научных исследований кафедры ТМС на стадии становления кафедры, которые определены минимализмом ее состава и лабораторий. Вне зависимости от областей применений все они направлены либо непосредственно на совершенствование, либо используют современные телевизионные и мультимедийные технологии. Не являются исключением и системы обеспечения нанотехнологических производств, на которых через год или два будут производится нанодисплеи с диагональю в 60 дюймов, превосходящие по своим характеристикам PDP, LCD и OLED экраны. Основная задача – внедрение и коммерциализация полученных результатов, поиск инвестиций в перспективные разработки.

### 2007-2011 годы. ФЦП в интересах Минобороны, Росрезерва, Минпрома и Минобра РФ в сотрудничестве с НИЦ ПРЭ 2007-2011 годы. Разработка АРМ специалиста эколога

По заданию ГРАУ Минобороны РФ в рамках Федеральной Программы "Реструктуризация запасов ракет, боеприпасов, взрывчатых материалов, приведение системы их хранения и эксплуатации во взрывопожаробезопасное состояние на 2005-2010 годы» разработан программный комплекс контроля экологической безопасности при демилитаризации вооружений и военной техники, хранения, погрузочно-разгрузочных работах и перевозке взрывоопасных элементов вооружения и военной техники «АРМ-ОЭБ» НИЦПРЭ.5215.05-01. Комплекс поставлен на снабжение ВС РФ (Федеральный номенклатурный номер № 7031571613590) [7-12].

#### 1. Наименование

Программный комплекс контроля экологической безопасности выполнения технологических функций предприятия АРМ-Э.

#### 2. Состав

Программный комплекс АРМ-Э представляет собой совокупность взаимосвязанных программных изделий (средств), реализующих функции обеспечения автоматизированного контроля экологической безопасности выполнения технологических функций предприятия.

Программный комплекс контроля экологической безопасности выполнения тех-

нологических функций предприятия АРМ-Э включает в свой состав программные средства, комплект программных документов, банки данных об экологическом состоянии объектов выполнения технологических функций предприятия, программные средства обеспечения функции автоматизированного мониторинга уровня экологической безопасности выполнения технологических функций предприятия.

### 3. Общие задачи комплекса АРМ-Э

Вопросы Экологической службы предприятия не могут быть решены без создания иерархической коммуникационной системы. В ее качестве может быть использована Единая система управления предприятия с включением в нее АРМ эколога.

Для того чтобы определить состав АРМ эколога необходимо определить его место в структуре предприятия, а также его цели и функции (см. рисунок).

Можно выделить три основные цели:

- ✓ обеспечение экологической безопасности выполняемых подразделениями предприятия работ различного характера;
- ✓ оптимизация планирования природоохранных мероприятий;
- ✓ минимизация штрафных и компенсационных выплат, исполняемых предприятием в случае нарушения правил экологической безопасности.

Указанные цели достигаются в процессе реализации следующих функций специалиста-эколога:

- ✓ взаимодействие с должностными лицами, осуществляющими экологически опасные работы (участие в координации работ, информирование о возможном развитии событий и т.п.);
- ✓ ведение визуального и документального контроля (контроль соблюдения регламентов, контроль качества работ и т.п.);
- ✓ ведение инструментального контроля;
- ✓ анализ данных и прогноз рисков экологической безопасности;
- ✓ формирование отчетных документов для вышестоящих, смежных и внешних подразделений.

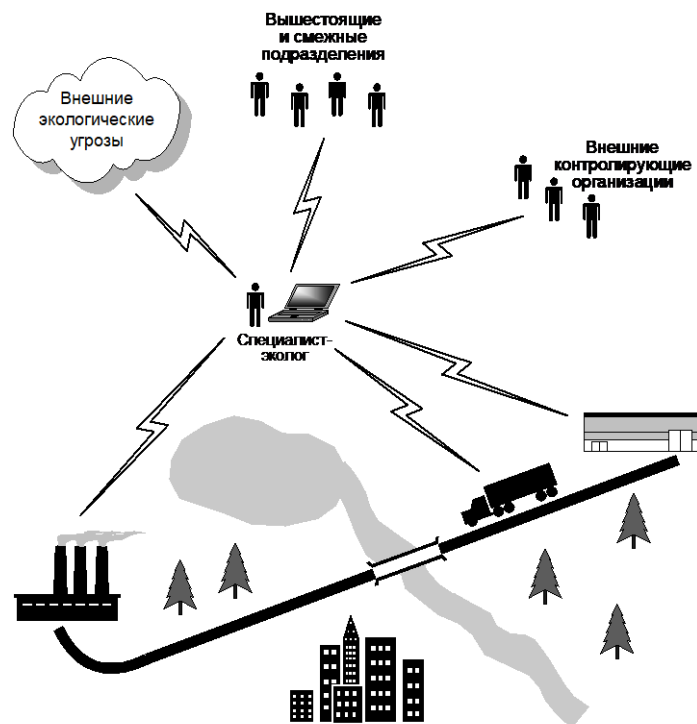


Рис. 3. Функциональное наполнение АРМ-ОЭБ

**Важно!!!** Специалисту-экологу в своей деятельности необходимо учитывать наличие и характер угроз экологической безопасности, не связанных прямо или косвенно с деятельностью подразделений предприятий.

Анализ приведённых выше функций и целей позволяет выделить основные задачи, решение которых должно обеспечивать АРМ эколога:

- ✓ сбор, объединение и отождествление разнородной по качеству и значимости информации о номенклатуре и количестве выбросов и сбросов, накоплении отходов, аварийных ситуациях, природоохранных мероприятиях и возмещении ущерба;
- ✓ анализ состояния экологической безопасности в подразделениях, реализующих хранение опасных веществ;
- ✓ обнаружение, классификация и оценка степени опасности экологической ситуации;
- ✓ подготовка управленческих решений либо выработка рекомендаций по текущей ситуации;
- ✓ ведение банков данных о состоянии ОПС и банков ЧС;
- ✓ визуализация и документирование информации;
- ✓ планирование мероприятий по повышению экологической безопасности подразделений предприятий.

Учитывая возможный значительный территориальный разброс подразделений предприятий, разрабатываемое АРМ эколога должен обеспечивать решение данных задач, в том числе и во взаимодействии с другими АРМ должностных лиц предприятий (в том числе АРМ экологов других предприятий) в структуре Единой системы управления предприятия или Системы экологического менеджмента (СЭМ) подразделения или предприятия в целом.

#### **4. Состояние разработки**

I. Рабочая конструкторская документация и опытный образец одной из версий АРМ эколога прошли государственные испытания и утверждение межведомственной комиссии. РКД присвоена литера «О<sub>1</sub>».

II. В данной версии решаются следующие задачи:

1) Задача «ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА «НОРМАТИВНЫЕ, ПРАВОВЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ СЭМ» предназначена для:

повышения оперативности и обоснованности решений, принимаемых экологом в различных ситуациях;

обеспечения необходимого сервиса при организации доступа эколога к нормативной, правовой и методической информации в ходе своей повседневной деятельности в рамках СЭМ;

организации централизованного оперативного обновления информации по нормативно-правовым документам на всех создаваемых АРМ-ОБС-Э.

2) Задача «ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА «НОРМАТИВНО - СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ СЭМ» предназначена для обеспечения специалиста-эколога данными, необходимыми для расчёта и оценки различных экологических характеристик. К указанному перечню данных следует отнести наиболее значимые характеристики веществ-загрязнителей и установленные параметры их содержания в окружающей среде.

3) Задача «ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА «РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЭМ» предназначена для хранения и представления экологу вспомогательных параметров и данных, используемых расчетными задачами анализа и, в перспективе, прогноза экологической ситуации. В отличие от предыдущей задачи в рассматриваемой системе должны храниться данные, не имеющие самостоятельного смыслового значения и используемые лишь в составе алгоритмов расчетов тех или иных параметров экологиче-

ской обстановки. Эти данные, как правило, должны дополнять и уточнять информацию, представляемую в информационно-справочной системе «Нормативно-справочные данные СЭМ».

Информационная система «РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЭМ» должна содержать следующие данные:

- табличные зависимости для определения степени вертикальной устойчивости атмосферы по прогнозу погоды;
- значения глубины зоны поражения в зависимости от эквивалентного количества веществ-загрязнителей и скорости ветра;
- значения скорости переноса переднего фронта облака зараженного воздуха в зависимости от скорости ветра и т.д.

4) Задача «ДОКУМЕНТООБОРОТ СЭМ» предназначена для автоматизации:

- процессов приема, обработки и анализа поступающих формализованных и неформализованных документов СЭМ, в том числе и в бумажном виде;
- процессов формирования и учета исходящих формализованных и неформализованных документов СЭМ;
- выполнения специалистом-экологом мероприятий по обеспечению экологической безопасности в ходе проведения работ.

5) Задача «СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА СЭМ» предназначена для получения информации о работе программного комплекса в целом и обладает развитой справочной системой, поясняющей порядок работы с выполняемыми задачами.

III. АРМ специалиста эколога мультисистемный – может поставляться на платформе Microsoft Windows и Linux.

IV. АРМ содержит в своей структуре картографический сервер.

V. Расчетные модели реализованы на базе рекомендаций и РД, утвержденных различными ведомствами.

VI. Документация, разработанная в структуре АРМ может быть использована для подготовки предприятия к добровольной или внешней сертификации в системе ГОСТ Р ИСО 14000. Система экологического менеджмента, созданная в рамках родственной разработки, внедрена в структуре Росрезерва.

### **2007-2011 года. Микроволновые технологии обработки полимеров**

Работа проводилась при финансовой поддержке Минпрома РФ в рамках Государственного контракта №16.513.11.3114 по программе «Нанотехнологии» и Государственного заказа Минобрнауки РФ «Фундаментальные исследования и прикладные научные исследования в области образования» [13-17].

1. В настоящее время СВЧ-технологии находят все большее применение в процессах обработки различных материалов. Преимущественные качества технологии СВЧ-обработки позволяют осуществлять такие технологические операции как нагрев, сушка, вулканизация и девулканизация, упрочнение и деструкция материалов, ряд других процессов, что делает их привлекательными для температурной обработки (сушки) полимерных композиционных материалов (ПКМ).

Определена структура СВЧ-установки для обработки протяженных (листовых) изделий из препрегов терморезистивных полимерных композиционных материалов, позволяющей наилучшим образом обеспечить равномерность температурной обработки заготовок изделий.

2. В течение технологического процесса, заключающегося в изменении свойств терморезистивных полимеров (отверждение), происходит и изменение его комплексной



проводимости на СВЧ-частотах. Таким образом, контроль за изменением комплексной проводимости обрабатываемого материала может быть использован для мониторинга параметров технологического процесса и качества получаемых продуктов. Известные методы для измерения комплексной проводимости ограничены лишь оценками резонансной частоты и фактора качества с использованием датчика на планарном резонаторе, векторного анализатора или пик-детектора с использованием соответствующего математического аппарата.

Разработан процесс измерений, который заключается в контроле как минимум двух точек при попадании двух частотных составляющих в спектральную область контура отражения резонансного датчика. По первой точке оценивается предполагаемое положение центральной частоты контура, производится перестройка исходной частоты генерации в его центр, определяется точность настройки по результатам измерений во второй точке, фиксируются данные измерений. На следующем шаге, определяемом дискретностью измерений – определяется направление частотного смещения центральной частоты контура и повторяется указанная выше процедура.

3. Важнейшей проблемой для современной полимерной промышленности является вторичная переработка (рециклинг) бывших в употреблении пластмасс. Данным материалам присуще свойство длительное время сохраняться в естественных условиях по причине высокой стойкости к воздействиям окружающей среды. Утилизацию полимерных отходов можно рассматривать не только как экологическое действие, но и как экономическое, поскольку материалы и энергия поступают в повторное использование.

Получен положительный эффект применения МВТ в химической деструкции ПЭТФ, который приводит к значительному сокращению времени деполимеризации (в 15 раз) и уменьшению энергозатрат по сравнению с обычным термическим нагревом при приблизительно равном количестве полученного первичного полимера.

### **2012 год. Экосистема. Научно-исследовательский институт прикладной электродинамики, фотоники и живых систем**

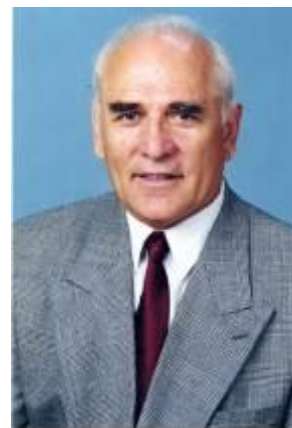
История научно-исследовательского института прикладной электродинамики, фотоники и живых систем (НИИ ПРЭФЖС) начинается с подписания в декабре 1987 г. совместного приказа Минрадиопрома СССР и Минвуза РСФСР об открытии в КАИ отраслевой научно-исследовательской лаборатории (ОНИЛ МРП). В 1994 г. ОНИЛ МРП преобразована в научно-исследовательский центр прикладной электродинамики (НИЦ ПРЭ), а в 2012 г. – в НИИ ПРЭФЖС. Основателем НИИ ПРЭФЖС является Заслуженный работник высшей школы РФ, Заслуженный деятель науки и техники РТ, д.т.н., профессор Морозов Г.А., руководивший ОНИЛ МРП и НИЦ ПРЭ, первым директором – д.т.н., профессор Морозов О.Г.

В структуру института входят три научно-образовательных центра.

#### **1. НОЦ «НИЦ Прикладной электродинамики», руководитель – проф., д.т.н. Морозов Г.А.**

##### **Основные направления деятельности:**

- высокоинтенсивные микроволновые технологии обработки и синтеза материалов;
- синтез СВЧ-устройств для мониторинга и метрологического обеспечения функционально адаптивных микроволновых



Профессор, д.т.н.  
Г.А. Морозов

технологических реакторов;

- системы антенных измерений, синтез антенн и систем управления ФАР/АФАР на основе классических и радиодифракционных технологий,
- разработка АРМ обеспечения экологической безопасности на базе волоконно-оптических и микроволновых инструментальных модулей с использованием специального программного обеспечения.

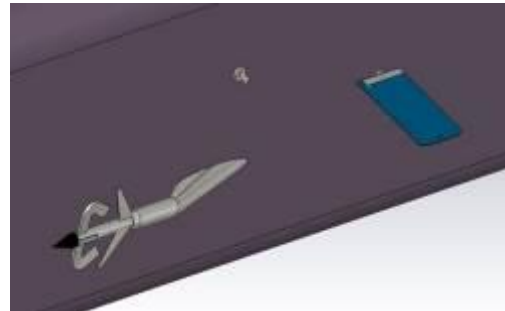
### Полученные результаты:

Создано новое научное направление «Микроволновые процессы, комплексы и технологии», которое утверждено решением головного Совета по радиоэлектронике Министерства образования РФ. Получены оригинальные результаты в задачах разогрева тяжелых нефтей, жидких и твердых нефтешламов, обеззараживания пластовой воды, ускоренного процесса пиролиза изношенных автомобильных шин в рамках договоров с ПАО «Татнефть». В рамках ФЦП по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России выполнены работы по развитию микроволновых технологий и реакторов для деполимеризации термопластичных полимеров до уровня исходного мономера, синтеза изделий из терморезистивных полимеров, сушки АБС пластика.

Созданы СВЧ-устройства для мониторинга и метрологического обеспечения функционально-адаптивных микроволновых реакторов на основе коаксиальных кабельных, планарных и волноводных структур с периодическими неоднородностями, образующими резонансную брэгговскую структуру. Одно из их применений – коаксиальный уровнемер, позволяющий в зависимости от конфигурации производить измерение в дискретном и непрерывном режимах, а также контролировать диэлектрические свойства жидкости, в том числе многослойных.



Микроволновые технологии  
в структуре нефтепереработки



Технологии синтеза антенн

Разработанное в рамках ФЦП по реструктуризации запасов ракет, боеприпасов и взрывчатых материалов «Автоматизированное рабочее место обеспечения экологической безопасности АРМ-ОЭБ» принято на снабжение Вооруженных Сил России, а система экологического менеджмента внедрена в структуре Росрезерва. Результаты работы по программе «Нанотехнологии» переданы в структуры Минпрома РФ.

Полученные результаты легли в основу кандидатских диссертации Васильев С.В., Насыбуллина А.Р., Севастьянова А.А., Куревина В.В. и будут использованы в докторской диссертации Насыбуллина А.Р. Вопросы синтеза антенн на основе метода сфокусированной апертуры составили основу докторской диссертации Веденькина Д.А. (научный консультант – Заслуженный деятель науки и техники РТ, д.т.н., проф. Седельников Ю.Е.).

## **2. НОЦ «Волоконно-оптические технологии», руководитель – проф., д.т.н. Морозов О.Г.**

Лаборатория волоконно-оптических технологий является одной из ведущих лабораторий НИИ ПРЭФЖС. В распоряжении лаборатории находится современное оборудование мирового класса по записи волоконных брэгговских решеток (ВБР) произвольной конфигурации. Метрологическое и технологическое обеспечение лаборатории включает ряд оптических анализаторов спектра, интеррогаторов, рефлектометров от лабораторного до полевого исполнений, каплер-машину, восстановитель покрытий, сварочный аппарат и т.д.

### **Направления исследований:**

- разработка и изготовление волоконных брэгговских решеток (ВБР) произвольной конфигурации;
- разработка и изготовление прецизионных волоконно-оптических лазеров метрологического назначения;
- волоконная сенсорика и бюджетные интеррогаторы ближнего ИК-диапазона;
- комплексы ПО для интеграции систем волоконно-оптического мониторинга в системы АСУ ТП;
- радиофотонные системы генерации, фильтрации и обработки радиосигналов в оптическом диапазоне;
- синтез солитонов для волоконно-оптических систем связи;
- полигармонические радиофотонные методы интеррогации точечных, квазираспределенных и распределенных волоконно-оптических датчиков в системах измерений различного назначения.

### **Полученные результаты:**

В рамках государственной программы, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. N 218 "О мерах государственной поддержки развития кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства, в рамках подпрограммы "Институциональное развитие научно-исследовательского сектора" государственной программы Российской Федерации "Развитие науки и технологий" на 2013 - 2020 годы" на основе сенсоров собственной разработки создана система волоконно-оптического мониторинга температуры, давления и состава выхлопных газов для двигателя автомобиля КАМАЗ. В рамках программы ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (Фонд содействия инновациям) создана встроенная волоконно-оптическая система мониторинга температуры шин и образования дуги в НКУ АО НПО «Каскад».

Разработаны научно-технические основы и защищены кандидатские диссертации построения волоконно-оптических систем охраны периметра (к.т.н. Куприянов В.Г.), климатических испытаний (к.т.н. Денисенко П.Е.), внутрискважинной телеметрии (сотрудники ИПЗ Феофилактов С.В., Черепанов Д.А.), сетей связи TWDM-PON (к.т.н. Алюшина С.Г.), контроля щеточно-коллекторного узла электрических машин (к.т.н. Кузнецов А.А.), для которых созданы ВБР со специальными конфигурациями, бюджетный интеррогатор ближнего ИК-диапазона и специальное ПО.



Профессор, д.т.н.  
О.Г. Морозов



Датчик контроля износа щеток



Датчик температуры



Датчик давления

Значительных успехов НИИ ПРЭФЖС достиг в разработке радиофотонных технологий, которые основаны на использовании оригинального амплитудно-фазового преобразования оптической несущей радиосигналами на основе метода Ильина-Морозова. Следует выделить разработку систем измерения мгновенной частоты радиосигналов в оптическом диапазоне (к.т.н. Нургазизов М.Р.), фотонных фильтров микроволновых сигналов (к.т.н., PhD Садеев Т.С.), систем бриллюэновской радиофотоники (к.т.н. Талипов А.А.).

Дальнейшее развитие данная идеология получила в докторской диссертации Нурева И.И. «Радиофотонные полигармонические системы интеррогации комплексированных волоконно-оптических датчиков», защищенной в декабре 2016 г.

**3. НОЦ «Техническая электродинамика, фотоника и живые системы», руководители – профессор, д.т.н. Морозов Г.А., доцент, к.б.н. Самигуллин Д.В. Направления исследований:**

- исследование механизмов передачи информации в живых системах;
- изучение молекулярных механизмов воздействия ЭМВ различных диапазонов на организм человека и животных;
- анализ механизмов развития социально значимых заболеваний нервной системы и разработка новых методов их лечения;
- разработка механизмов терапевтического воздействия низкоинтенсивных КВЧ-устройств и лазеров для стимуляции процессов регенерации нервной ткани;
- низкоинтенсивные микроволновые технологии стимуляции жизнедеятельности растений и человека;
- оптические методы и средства измерения температуры клеток.



Доцент, к.б.н.  
Д.В. Самигуллин

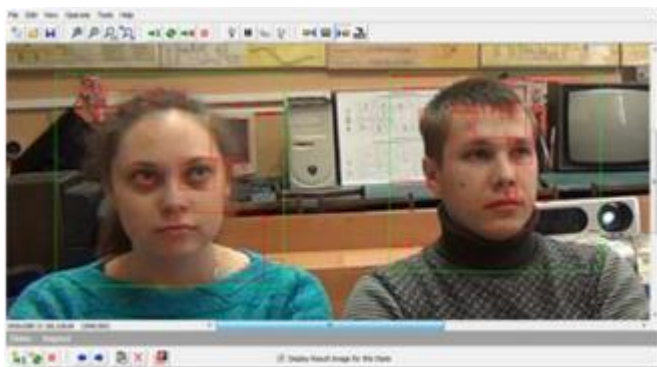
**Полученные результаты:**

Совместно с КИББ КазНЦ РАН в 2013-2015 гг. выполнен полный комплекс работ по гранту ФГБУ «Российский фонд фундаментальных исследований», проект «Взаимодействие холинергических и пуринергических механизмов регуляции синаптической передачи в наружных мышцах глаза».

Создана научная школа по развитию низкоинтенсивных микроволновых технологии стимуляции жизнедеятельности растений и человека, которая высоко зарекомендовала себя на международном уровне. Ведутся совместные работы с НИИ сельского хозяйства РТ, Татарской лесной опытной станцией, ООО «Алчак» по воспроизводству семенного фонда зерновых, лесных и овощных культур.

Под руководством д.б.н. Гришина С.Н. на базе КИББ КазНЦ РАН и КНИТУ-КАИ была создана совместная межотраслевая межведомственная лаборатория «Механизмы пе-

редачи информатизации в живых системах», которой сейчас руководит Д.В. Самигуллин. Проведены первые эксперименты для решения задач активации L-дора, воздействия на мышцы спортсменов, создания волоконно-оптических зондов для измерения температуры клеток.



Контроль освоения информации по мортательному рефлексу



Поле сеянцев после обработки КВЧ-излучением

Ретроспектива подготовки научных кадров в ОНИЛ МРП и НИЦ ПРЭ не уступает лучшим кафедрам КНИТУ-КАИ. Материалы исследований, проведенных в лаборатории и центре, вошли в восемь докторских (С.О. Острова, З.А. Баширов, М.Ф. Тюхтин, Ю.Е. Седельников, Г.А. Морозов, О.Г. Морозов, В.И. Анфиногентов, С.Н. Гришин) и двадцать три кандидатских диссертаций (Е.М. Головин, З.Р. Идиатуллов, С.Н. Лахтин, О.В. Потапова, Н.Е. Стахова, В.Н. Степанов, А.Ф. Аглиуллин, В.А. Тюрин, А.В. Мягченков, С.В. Васильев, М.Р. Галимов, Р.Т. Каюмов, Р.Р. Самигуллин, А.С. Шакиров, М.С. Лапочкин, А.Г. Маркаров, С.П. Гынку, Т.К. Гараев, А.В. Григорьев, С.А. Лучкин, Р.Р. Низамутдинов, В.Н. Пичугин, Г.И. Сагадеев).

Материалы новых исследований легли или лягут в основу докторских диссертаций представителей научных школ Морозова Г.А., Седельникова Ю.Е., Морозова О.Г., Анфиногенова В.И., Нуреева И.И., Сахабутдинова А.Ж. За 10 лет существования НИИ ПРЭФЖС защищено 26 кандидатских (А.А. Кузнецов, Р.Ш. Мисбахов, А.А. Иванов, Т.А. Аглиуллин, П.Е. Денисенко, С.Г. Алюшина, С.В. Феофилактов, А.И. Шакирова, О.А. Степущенко, В.И. Артемьев, В.В. Куревин, А.А. Талипов, М.Р. Нургазизов, В.Г. Куприянов, А.Р. Насыбуллин, Т.С. Садеев, А.А. Севастьянов, М.В. Богатов, Р.Р. Самигуллин, Д.И. Садикова, Л.М. Фасхутдинов, В.В. Пуртов, Т.Р. Сахбиев, С.В. Смирнов, О.А. Степущенко, А.А. Василец) и 4 докторских диссертации (А.Ж. Сахабутдинов, В.Ю. Виноградов, Р.Ш. Мисбахов, А.А. Кузнецов).



Профессор, д.т.н.  
Ю.Е. Седельников



Профессор, д.т.н.  
В.И. Анфиногентов



Профессор, д.т.н.  
А.Ж. Сахабутдинов



Профессор, д.т.н.  
И.И. Нуреев



Профессор, д.т.н.  
Р.Ш. Мисбахов

За время существования ОНИЛ МРП и НИЦ ПРЭ получено свыше 50 авторских свидетельств СССР, патентов РФ на изобретения, промышленные образцы (совместно с ПАО «ПОЗИС»), полезные модели. Издано три монографии, опубликовано более 400 научных работ. Сотрудники института принимали участие в 30 международных научно-технических конференциях за рубежом (США, Турция, Франция, Германия, Южная Корея, Нидерланды, Испания, Индия, Италия, Финляндия, Польша, Украина). Наши экспонаты были представлены на Международных выставках в Ганновере, Брюсселе, Харбине, Ченду, Сеуле, где были награждены медалями и дипломами различных степеней. Разработка на основе специализированного ПО для анализа и визуализации данных «Интеллектуальный композит» принимала участие в выставках Казанского вертолетного завода, ВУЗПРОМЭКСПО, на международном авиационно-космическом салоне МАКС-2013, где была удостоена диплома 1 степени. Молодые ученые института четырежды становились лауреатами конкурса «50 лучших идей для Республики Татарстан» (Айбатов Д.Л., Насыбуллин А.Р., Садыков Р.Р., Кузнецов А.А.).

За период работы НИИ ПРЭФЖС дополнительно получено свыше 50 патентов РФ на изобретения, полезные модели, свидетельств на программное обеспечение. Издано 18 монографий, в том числе четыре за рубежом, 23 учебных пособий, в том числе два учебных пособия с грифом Минобра РФ, опубликовано более 400 научных работ, в том числе в журналах первого и второго квартилей баз цитирования Scopus и Web of Science [18].

Сотрудники института входят в редакционные коллегии ведущих научных журналов РФ в области микроволновых технологий, радиофотоники и волоконной оптики: «Физика волновых процессов и радиотехнические системы», «Нелинейный мир», «Вестник Поволжского государственного технологического университета». Проф. Морозов О.Г. является соредактором научного издания «Proceedings of SPIE» (Вашингтон), входящего в базы цитирования Scopus и Web of Science. Ряд сотрудников являются рецензентами журналов IET Microwaves, Antennas & Propagation, Sensors, Fibers, Applied Sciences, Telecom, Photonics, Electronics, Nanomaterials, International Journal of Molecular Sciences, Materials, Measurement, Renewable Energy.

### **2016 год. Экосистема. Учебно-научный центр «Информационные технологии в системах связи» (УНЦ «АйТиКом»)**

«Учебно-научный центр «Информационные технологии в системах связи» (УНЦ «АйТиКом») до 11 февраля 2020 года носил название «Группа подготовки «Волоконно-оптические системы связи»» (ГП ВОССМ).

В 2016 году в Группе подготовки «Волоконно - оптические системы структурного мониторинга» по предложению Генерального директора ПАО «Таттелеком» Шафигуллина Л.Н. открыт профиль «Фиксированные сети связи широкополосного доступа», отличающийся от существующих эксплуатационно-сервисной направленностью.

С 2019 года профиль расширен и носит новое название «Инфокоммуникационные технологии в услугах связи».

**Направление – 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

**Профиль подготовки** - Фиксированные сети связи широкополосного доступа; с 2019 года два профиля - «Инфокоммуникационные технологии в услугах связи» и «Программно-защищенные инфокоммуникации».

**Условия обучения:** ускоренные индивидуальные программы для лиц, имеющих среднее профессиональное (преимущественно по радио-телекоммуникационным направлениям) или высшее образование

Выпускник, окончивший вуз по данному профилю, будет способен решать важные технологические задачи, среди которых:

- приемка и освоение вводимого инновационного оборудования;
- монтаж, наладка, испытания и сдача в эксплуатацию опытных образцов изделий, узлов и систем;
- внедрение и эксплуатация информационных систем, обеспечение защиты информации и объектов информатизации;
- разработка норм, правил и требований к технологическим процессам обмена информацией на расстоянии.

На сегодняшний день более половины обучающихся УНЦ «АйТиКом» - выпускники Казанского техникума информационных технологий и связи (КТИТС). У нас обучаются выпускники Казанского радиотехнического колледжа, Казанского авиационно-технического колледжа имени П.В. Дементьева, Уфимского колледжа радиоэлектроники, телекоммуникаций и безопасности, Технического колледжа и Колледжа информационных технологий КНИТУ-КАИ, Пермского радиотехнического колледжа им. А.С. Попова, а также выпускники других средних и высших учебных заведений, временно работающие по непрофильным специальностям.

Большинство студентов - сотрудники предприятий связи: ПАО «Таттелеком», МТС, ВЫМПЕЛКОМ, Мегафон, КГС, Уфанет, ТМТ.

#### **Направление – 12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика»**

**Магистерские программы:** «Физика и техника радиофотонных систем», «Современные квантовые технологии».

Вид деятельности: Инженер – исследователь волоконно-оптических, квантовых и радиофотонных сенсорных и телекоммуникационных систем, квантовых коммуникаций, квантового интернета, радиофотонных радаров, Интернета-вещей на радиофотонных принципах.

Базой производственной практики являются предприятия ведущих операторов связи Таттелеком, МТС, Билайн, Мегафон, Казанский квантовый центр «КАИ-Квант», НИИ Прикладной электродинамики, фотоники и живых систем, УИЦ «Проектная зона «Прометей» КНИТУ-КАИ.

За пять лет работы выпущено 353 бакалавров и 8 магистров, трое из которых стали кандидатами технических наук [19].

### **2019 год. Экосистема. Учебно-инжиниринговый центр «Проектное пространство «Прометей»**

Учебно-инжиниринговый центр «Проектное пространство «Прометей» создан как преемник легендарного СКБ «Прометей» и располагается в том же месте 5-го учебного здания КНИТУ-КАИ, хотя имеет существенно более мощную структуру и наполнение.

История студенческого конструкторского бюро (СКБ) «Прометей» началась в 1962 году. 6 апреля 2022 года – 60-летний юбилей славной истории, начавшейся на радиофакультете КАИ. Свое название «Прометей» получил в честь музыкальной симфонии русского композитора А.Н. Скрябина, который впервые в истории внес в нотную партитуру дополнительную, обозначающую цвет строчку *Luce*, став таким образом первым светомузыкантом. Инженеры и студенты КАИ конструировали в 60-е–80-е годы XX века уникальные светомузыкальные инструменты и исполняли на них визуальные партии в разных залах.

### Основные задачи и функции современного УИЦ:

- Организация и обеспечение учебно-проектной деятельности;
- Координация проектно-инжиниринговой деятельности сотрудников и студентов;
- Развитие международной деятельности в области совместных международных проектов;
- Формирование заявок на участие в конкурсах и грантах;
- Профорientационная деятельность.

### Структура:

- Лаборатория волоконной сенсорики;
- Лаборатория встроенных компьютерных систем;
- Лаборатория технологий 5G и Интернета вещей;
- Лаборатория метаматериалов;
- Лаборатория аудиовизуальных технологий;
- Рекрутинговый центр;
- Компьютерный зал проектной зоны;
- Лекционный зал проектной зоны.



### 2020 год. Экосистема. Сетевой научный журнал «Электроника, фотоника и киберфизические системы»



Сетевой научный журнал «Электроника, фотоника и киберфизические системы» создан для публикации результатов оригинальных научных исследований в области электроники, фотоники и их приложений в технических и живых киберфизических системах. Журнал ставит перед собой цель повышения научного, образовательного и методического уровня специалистов в различных областях, связанных с электроникой и оптикой различных диапазонов частот и длин волн [20].

Журнал издается с 2021 года.

Регистрационный номер Эл № ФС77-82193 от 26 октября 2021г.

К публикации принимаются научные статьи, аналитические обзоры, оригинальные учебно-методические материалы, обзоры научных событий, соответствующие тематике журнала по следующим направлениям:



Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы: 05.11.07, 05.11.13, 05.11.16.

Радиотехника и связь: 05.12.04, 05.12.07, 05.12.13.

Информатика, вычислительная техника и управление: 05.13.01, 05.13.05, 05.13.18.

Основной язык журнала - русский с метаданными на английском языке. Если статья публикуется на английском языке, то метаданные приводятся на русском.

Издание выходит 4 раза в год.

ISSN 2782-5507.

### **2022 год. Общая характеристика учебно-педагогической и научной деятельности кафедры радиопотоники и микроволновых технологий**

15 лет назад в ИРЭТ была создана выпускающая кафедра Телевидения и мультимедийных систем, опирающаяся на одну из специальностей радиотехнического блока «Бытовая радиоэлектронная аппаратура» и читающая один общий курс в институте по основам телевидения [21]. У истоков кафедры стояли зав. кафедрой Радиоэлектронных и квантовых устройств д.т.н., проф. Г.И. Ильин и директор НИЦ ПРЭ д.т.н., проф. Морозов Г.А. С их поддержкой кафедра обрела 4,5 ставки ППС и 1,5 ставки УВП, а также свое постоянное место жительства на первом этаже здания НИЦ ПРЭ. Благословляли кафедру ректор КАИ д.т.н., проф. Дегтярев Г.Л. и директор ИРЭТ к.т.н., проф. Щербаков Г.И. В составе кафедры были профессор Морозов О.Г. (зав. кафедрой), доценты Пикулев А.Н. и Нуреев И.И., старшие преподаватели Дорогов Н.В. и Самигуллин Р.Р., вскоре также получивший степень кандидата технических наук. На первого зав. лабораторией кафедры Акульшина А.И., только что окончившего КАИ, и опытного инженера, а также рабочего высшей квалификации Урываева В.Е., окончившего КАИ в 1978 г., легли основные заботы по созданию условий для образовательного и научно-исследовательского процесса.

Прошло полтора десятилетия. Сегодня кафедра Радиопотоники и микроволновых технологий, получившая свое новое название в 2014 г., - это мощный образовательный и научно-исследовательский комплекс, развивающий компетенции радиопотоники, фотонных СВЧ-кристаллов, метаматериалов, антенных систем с фотонным диаграммообразованием, векторных анализаторов фотонных сетей и устройств, распределенной и брэгговской сенсорики, техники микроволновых резонансных сенсоров и многого другого [22]. В ближайших планах сотрудников кафедры освоение квантовых и терагерцевых технологий. Такому быстрому развитию способствует крепкое сотрудничество с НИИ ПРЭФЖС, преобразованного в институт из НИЦ ПРЭ, создание и развитие базы для студенческих исследований в рамках УИЦ «Проектное пространство «Прометей»», работа с КИББ КазНЦ РАН в совместной лаборатории исследования механизмов передачи информации в живых системах и с НПФ «Сенсорика», Сколково в совместной лаборатории волоконно-оптических технологий.




В основе российских связей кафедры лежит триумвират трех ВУЗов Поволжья – КНИТУ-КАИ, УГАТУ, ПГУТИ. Кафедра со дня основания является организатором международной научно-технической конференции «Оптические технологии телекоммуникаций», которая проходит под эгидой международного научного общества инженеров-оптоэлектроников SPIE. Во всех трех ВУЗах при поддержке кафедры РФМТ созданы научные студенческие ячейки SPIE и оптического общества Америки OSA. Сегодня планы трех ВУЗов и их кафедр РФМТ, ЛСиИТС, ТС нацелены на выполнение совместных работ в рамках программы «Приоритет-2030» [23].



### 2022 год. Смена поколений

Смена образовательных и научных специальностей в 2022 году с учетом их соответствия современным тенденциям развития мировой науки и образования, поставил перед кафедрой задачу формирования учебных и научных планов нового поколения. Это учебные планы по 25 УГС «Электроника, фотоника, приборостроение и связь» в части направлений подготовки 25.03 – Радиотехника, 25.04 – Фотоника, 25.08 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи в части бакалавриата и магистратуры; 25.11 – Оптические и оптико-электронные приборы и системы в части специалитета. Открывается направление подготовки 2.2.7 – Фотоника для подготовки кадров высшей научной квалификации – аспирантура. Создается диссертационный докторский совет по указанной специальности.

Новые направления научных исследований кафедры радиофотоники и микроволновых технологий, которые легли в основу ее участия в программе развития КНИТУ-КАИ «Приоритет-2030» по двум стратегическим проектам [23] - “Интегральные цифровые, микроволновые и оптические квантовые технологии нового поколения” и “Технологии регионального мониторинга и управления экологической безопасностью для устойчивого развития территорий”. Поставлены задачи на проектирование радиофотонных систем в области квантовых коммуникаций и сенсорики парниковых газов, реализующих прорывные взаимосвязанные информационные технологии и технологии снижения углеродного следа в атмосфере. Новые технологии требуют освоения новых компетенций студентами и сотрудниками кафедры, направленных на проектирование и производство интегральных микроволновых и фотонных схем, без которых говорить о их новизне и прорывном характере, а также о выполнении проекта «Приоритет-2030» просто нецелесообразно.

Учитывая необходимость привлечения новых сил с новыми компетенциями планируется возложить управление и дальнейшее развитие экосистемы кафедры на ведущих молодых ученых:

	<p>Нуреев Ильнур Ильдарович, д.т.н., доцент, профессор кафедры, директор НИИ ПРЭФЖС и УИЦ «ПП «ПРОМЕТЕЙ»»</p>
	<p>Сахабутдинов Айрат Жавдатович, д.т.н., доцент, профессор кафедры, председатель диссертационного совета и научный руководитель аспирантуры, главный редактор журнала «Электроника, фотоника и киберфизические системы»</p>
	<p>Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой</p>

	<p>Насыбуллин Айдар Ревкатович, к.т.н., доцент, заведующий конструкторско-технологической кафедрой по технологиям электроники и фотоники</p>
	<p>Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент, руководитель учебно-научного центра «Инфокоммуникационные технологии в системах связи» (УНЦ «АйТиКом»)</p>

В таблице не указаны конкретные даты и названия структурных подразделений, которые они выберут и будут возглавлять. Хочется пожелать им успехов и сил для развития их будущих подразделений в наше беспокойное время.

### Список литературы

1. *Даутова, Р.В.* Становление и развитие телевидения в Татарстане. Вторая половина 1950-х – 1985 гг.: автореф. дис.... канд. ист. наук. – Казань, 2004. – 27 с.
2. *Урвалов, В.А.* Развитие телевидения и роль российских ученых / В.А. Урвалов. - Санкт-Петербург: Интернет-ресурс НТО РЭС им. А.С.Попова. - URL: [https://fiz.1sept.ru/2003/04/no04\\_1.htm](https://fiz.1sept.ru/2003/04/no04_1.htm) (дата обращения 01.03.2022). – Текст: электронный.
3. *Орлова, А.Н.* А.А. Полумордвинов – изобретатель первой системы цветного телевидения / Интернет-ресурс исторической секции МГП РНТО РЭС им. А.С. Попова. - URL: <http://www.install-pro.ru/archive/004/74-75.shtml> (дата обращения 01.03.2022). – Текст: электронный.
4. Перспективные методы и средства траекторных измерений / Васильев С.В., Ильин Г.И., Морозов Г.А., Морозов О.Г. и др.; под редакцией О.Г. Морозова и Ю.Е. Польского. - Казань: ОАО «Новое знание», 2005. - 128 с.
5. *Морозов, О.Г.* Интеллектуальные конструкционные узлы перспективных летательных аппаратов на базе встроенных волоконно-оптических датчиков / О.Г. Морозов, Г.И. Ильин, Ю.Е. Польский // Аэрокосмические технологии и оборудование: Матер. Всерос. НПК, Казань, 2004. - Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2004. - С.589-594.
6. *Morozov, O.G.* Two-frequency analysis of fiber-optic structures / O.G. Natanson, D.L. Aibatov, G.I. Il'in, E.A. Kalatcheva // Optical Technologies for Telecommunications. Proc. of SPIE. - SPIE, Bellingham, 2005. - V.6277. - P. OE-1-11.
7. *Куревин, В.В.* Территориально распределенные системы хранения опасных веществ и вопросы обеспечения их экологической безопасности / В.В. Куревин, О.Г. Морозов, С.С. Зайдуллин, В.Ю. Виноградов, Э.Р. Галимов, И.А. Абдуллин // Вестник Технологического университета. - 2016.- Т. 19, № 13.- С. 164-169.
8. *Куревин, В.В.* Исследование проблемы обеспечения экологической безопасности на предприятиях с территориально распределенной системой хранения опасных ресурсов /

В.В. Куревин, О.Г. Морозов, С.С. Зайдуллин и др. // Вестник Технологического университета. - 2016.- Т. 19, № 23.- С. 131-135.

9. Куревин, В.В. Информационные технологии управления экологической безопасностью территориально-распределенных систем хранения опасных веществ. Часть 1 / В.В. Куревин, О.Г. Морозов, Г.А. Морозов и др. // Вестник Технологического университета. - 2016. - Т. 19, № 23.- С. 139-143.

10. Куревин, В.В. Информационные технологии управления экологической безопасностью территориально-распределенных систем хранения опасных веществ. Часть 2 / В.В. Куревин, О.Г. Морозов, Г.А. Морозов и др. // Вестник Технологического университета. - 2017. -Т. 20, № 1. - С. 111-115.

11. Куревин, В.В. Автоматизированное рабочее место обеспечения экологической безопасности при эксплуатации взрывоопасных веществ / В.В. Куревин, Г.А. Морозов, О.Г. Морозов и др. // Журнал экологии и промышленной безопасности. - 2010. - № 3 (47). - С. 44-46.

12. Куревин, В.В. Техническое обеспечение экологической безопасности территориально распределенных систем хранения опасных веществ / В.В. Куревин, О.Г. Морозов, Г.А. Морозов и др. // Инженерный вестник Дона. - 2016. - № 3 (42). - С. 18.

13. Морозов, Г.А. Резонансные методы мониторинга технологических процессов отверждения полимеров в функционально адаптивных СВЧ-реакторах / Г.А. Морозов, О.Г. Морозов, А.Р. Насыбуллин и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2012. - Т. 14, № 1-2. - С. 568-572.

14. Анфиногентов, В.А. Выбор оптимальной структуры построения СВЧ-комплекса обработки термореактивных композитных материалов // В.И. Анфиногентов, Г.А. Морозов, О.Г. Морозов и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2012. -Т. 14, № 1-2. - С. 525-528.

15. Морозов, О.Г. Резонансный метод мониторинга технологического процесса отверждения полимеров / О.Г. Морозов, Г.А. Морозов, Р.Р. Самигуллин и др. // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. - 2012. - № 1 (15). - С. 67-74.

16. Морозов, Г.А. Формование изделий из радиопрозрачных материалов с использованием СВЧ-излучения / Г.А. Морозов, О.Г. Морозов, А.Р. Насыбуллин и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2012. - Т. 14, № 1-2. - С. 573-576.

17. Морозов, Г.А. Современные подходы к построению адаптивных СВЧ технологических комплексов обработки высоковязких водонефтяных смесей / Г.А. Морозов, О.Г. Морозов, Я.Н. Шангараева // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. - 2012. - Т. 15, № 4. - С. 59-66.

18. Научно-исследовательский институт Прикладной электродинамики, фотоники и живых систем КНИТУ-КАИ: [сайт]. – URL: <http://niiprefgs.kai.ru> (дата обращения: 01.03.2022).

19. Учебно-научный центр «Инфокоммуникационные технологии в системах связи» (УНЦ «АйТиКом») КНИТУ-КАИ: [сайт]. – URL: <http://vossm.kai.ru> (дата обращения: 01.03.2022).

20. Электроника, фотоника и киберфизические системы: [сайт]. – URL: <http://elphotkai.ru> (дата обращения: 01.03.2022).

21. Морозов, О.Г. Колонка редактора / О.Г. Морозов // Электроника, фотоника и киберфизические системы. - 2021. – Т. 1(1), - С. 5-6. – URL: <https://elphoto.kai.ru/article/view/304> (дата обращения: 01.03.2022). - Текст: электронный.

22. Кафедра радиوفотоники и микроволновых технологий КНИТУ-КАИ: [сайт]. – URL: <http://kai.ru/web/mwpt> (дата обращения: 01.03.2022).

23. Морозов, О.Г. ПРИОРИТЕТ 2030: новые направления научных исследований кафедры радиوفотоники и микроволновых технологий / О.Г. Морозов, И.И. Нуреев, А.Ж. Сахабутдинов и др. // Электроника, фотоника и киберфизические системы. - 2021. - 1(2), С. 45-58. - URL: <https://elphoto.kai.ru/article/view/343> (дата обращения: 01.03.2022) – Текст: электронный.

## **FROM THE MINIMALISM OF THE DEPARTMENT OF TELEVISION AND MULTIMEDIA SYSTEMS TO THE ECOSYSTEM OF THE DEPARTMENT OF RADIO-PHOTONICS AND MICROWAVE TECHNOLOGIES: 2022 - GENERATION CHANGE**

*O.G. Morozov*

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI  
Russian Federation, 420111, Kazan, K. Marx, 10

**Annotation.** A general description of the educational, pedagogical and scientific activities of the Department of Radiophotonics and Microwave Technologies in certain periods of its development is given. Some results of the ongoing and tasks setting for promising scientific research are presented. Its are carried out in cooperation with other structural divisions of KNRTU-KAI, which formed the ecosystem of the department: three-level education - fundamental and applied science - scientific, industrial and educational consortium with partner organizations.

**Keywords:** television, multimedia systems, radio photonics, microwave technologies, fiber sensing, microwave sensing, quantum technologies.

Статья поступила в редакцию 01.03.2022г.