

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ

УДК 621.315

А. Х. СУЛТАНОВ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Обсуждаются разработки современных научных направлений в области инфокоммуникационных технологий в Институте инфокоммуникационных технологий Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та. К таким направлениям относятся: сетевые цифровые технологии эксплуатируемых сетей, исследование возможности повышения эффективности волоконно-оптических систем передачи, повышение информационной емкости сигнальными и структурными методами, создание новой информационной технологии обработки данных систем космического наблюдения на основе фрактальных и вейвлет-преобразований. *Инфокоммуникация; телекоммуникация; сетевые технологии; волоконно-оптические системы; информационная емкость; космические системы наблюдения; вейвлет-преобразования; фрактальные преобразования*

Инфокоммуникации — новый термин, означающий неразрывную связь информационных и телекоммуникационных элементов информационного обмена. Инфокоммуникационный сектор занимает достойное место в экономике как мирового сообщества, так и каждой страны в отдельности. Так, по данным Организации по экономическому сотрудничеству и развитию в 2000 г. его общий доход составил 2 трлн дол., что составляет 5 % валового мирового продукта. Инфокоммуникации и инфокоммуникационные технологии (ИКТ) вместе образуют инфокоммуникационную инфраструктуру общества, степень развитости которой будет определять, насколько успешно наша страна входит в Глобальное информационное общество. Развитие трех основных составляющих инфокоммуникационной инфраструктуры: множества устройств информационного обмена человека — от стационарного телефона до мобильного компьютера, местных телекоммуникационных сетей и глобальных транспортных магистралей, — целиком зависит от развития экономики страны. Информационная и телекоммуникационная составляющие развиваются в процессе конвергенции — взаимного проникновения.

В настоящее время в инфокоммуникациях обращаются большие финансовые потоки, поэтому инфокоммуникации, с одной стороны — это высокие технологии, а с другой — большая экономика. Таким образом, инфокоммуникации являются сплавом технологий и финансов.

К ключевым ИКТ в настоящее время относятся:

- телефонная связь (стационарная или фиксированная);
- мобильная связь (в основном сотовая мобильная связь);
- интернет;
- персональный компьютер.

Общее направление развития ИКТ начала нынешнего века характеризуется следующими понятиями в отношении технических средств: универсализация, интеграция, интеллектуализация, а в части услуг — глобализация, персонализация.

Стремительное увеличение объемов сетевого обмена влечет за собой серьезные перемены во многих аспектах связи. В частности, все сильнее будет ощущаться недостаточность условной единицы (своеобразного «атома» цифровой сети), называемой «основным цифровым каналом» (ОЦК) с пропускной способностью 64 кбит/с и возникает тенденция к его укреплению.

Следующая после ОЦК иерархическая единица — первичный цифровой канал (ПЦК) со скоростью передачи 2048 кбит/с. Однако ПЦК не эффективен в качестве коммутируемой единицы в системах с коммутацией каналов, так как для передачи речевой информации он велик, а видеoinформации в реальном масштабе времени — мал. Это обстоятельство в сочетании с ожидаемым бурным ростом трафика высокоскоростной речевой информации приведет к постепенно-

му вытеснению коммутации каналов коммутацией пакетов и к усилению потребности в увеличении пропускной способности систем передачи (при более эффективном использовании среды передачи).

Существующее ныне соотношение между оптическими и электронными технологиями в будущем постепенно будет меняться в пользу первых. Этот процесс получил название «фотонизация» телекоммуникационной сети.

Несмотря на высокие темпы развития информационных технологий в последнее десятилетие, Россия не смогла обеспечить сокращение разрыва с промышленно-развитыми странами в уровне информатизации экономики и общества. Отчасти такое положение вызвано общеэкономическими причинами (недостаток инвестиций, низкий уровень материального благосостояния большинства населения и т. п.). Вместе с тем, недостаточное развитие ИКТ в России (а также и в Поволжско-Уральском регионе) определяется целым рядом факторов, создающих искусственные препятствия для ускорения информатизации, для широкого внедрения и эффективного использования ИКТ в государственном и негосударственном секторах экономики, для развития отечественного сектора по производству ИКТ. К числу таких негативных факторов относятся и недостаточное внимание к уровню подготовки кадров как в области создания, так и в области использования ИКТ.

Решить задачу подготовки (и переподготовки) кадров могут высшие учебные заведения, в которых уже ведется подготовка специалистов с высшим образованием как в области телекоммуникаций, так и в области информатизации.

Одним из таких вузов является *Уфимский государственный авиационный технический университет*, в котором осуществляется обучение магистров, инженеров и бакалавров по информационным технологиям, инженеров по телекоммуникационным специальностям.

Подготовка специалистов по направлению «Телекоммуникации» ведется с 1996 года.

Кафедра телекоммуникационных систем создана в 1999 году.

Ведется подготовка инженеров направления 210400 «Телекоммуникации» по специальностям: 210402 «Средства связи с подвижными объектами», 210404 «Многоканальные телекоммуникационные системы», 210405 «Радиосвязь, радиовещание и телевидение». Работает аспирантура по специально-

сти 05.13.13 «Телекоммуникационные системы и компьютерные сети».

Всего с 2001 г. выпущено 272 инженера. Аспирантами и соискателями кафедры за последние 3 года защищено 6 кандидатских диссертаций.

Недостатки и сложности подготовки специалистов в области ИКТ в УГАТУ:

- распределение потенциала по нескольким подразделениям университета;
- отсутствие единого подхода к наполнению образовательной программы по ИКТ (например, основы теории цепей, электроника, математика);
- низкая оснащенность учебного процесса современной техникой, слабая лабораторная база;
- проблемы взаимодействия с зарубежными разработчиками и производителями оборудования, а также операторами связи, связанные с тем, что вуз является непрофильным в области инфокоммуникаций.

Преодолеть указанные недостатки позволит создание на базе кафедры ТС Института ИКТ по модели зарубежных вузов, а также вузов РФ (СПбГУТ, КГТУ, СГАУ).

Преимущества создания института в рамках УГАТУ:

- объединение интеллектуального потенциала;
- концентрация материальных (технических и денежных) средств для создания современных учебных лабораторий, стимулирования работы преподавателей (особенно молодых), проведения фундаментальных, научно-исследовательских, опытно-конструкторских и инновационных работ;
- привлечение специалистов с производства (операторов связи и разработчиков оборудования).

Основной целью создания института ИКТ является повышение уровня подготовки и переподготовки кадров в области информационных и коммуникационных технологий.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- привлечь внебюджетные спонсорские средства на оснащение материально-технической базы при подготовке специалистов в области инфокоммуникаций;
- повысить статус структуры, осуществляющей подготовку и переподготовку специалистов по инфокоммуникациям, что сделает привлекательным размещение тренинг-центров ведущих зарубежных телекоммуникационных компаний;

- сформировать специальный фонд (по типу попечительского) для вознаграждения преподавателей с целью привлечения молодых ученых из числа выпускников университета, а также для оплаты курсов лекций ведущих профессоров России и зарубежья в области инфокоммуникаций.

Одним из направлений исследований в области сетевых цифровых технологий вновь созданного института ИИКТ является изучение возможности повышения эффективности работы известных (а порою уже эксплуатирующихся) систем передач. Доработка (переработка) существующих принципов функционирования систем передач (PDH, SDH и др.) с целью проведения их адаптации к заданным условиям эксплуатации (для решения той или иной телекоммуникационной задачи в заданных условиях, включая набор используемого оборудования) является актуальной. Выполнение подобной доработки возможно как экспериментально (непосредственно настраивая ту или иную конкретную сеть), так и аналитически — с применением математического моделирования процессов работы устройств сети и преобразования сигналов в них (используя лишь некоторые данные, полученные эмпирически, например, характеризующие помехи и искажения).

Проводимые работы направлены на моделирование процессов работы компонентов сетей. Целью этих работ является создание в конечном итоге компьютерного полигона, имитирующего процессы передачи и приема сигналов в сети с учетом как внешних, так и внутренних искажающих факторов, алгоритмических и конструктивных особенностей известных систем передач (SDH и PDH), каких-либо дополнительных особенностей, характерных для эксплуатирующихся систем передач в России. Отличие данного компьютерного полигона от известных аналогов (имитирующих, например, процессы измерений на сети, так называемые виртуальные приборы¹, или имитирующих процессы преобразования сигналов в волоконно-оптических² компонентах управления) состоит в существенном увеличении глубины аналитической проработки. Это позволит повысить адекватность моделирования, а также расширить сферу применимости данного инструментального полигона.

Если за рубежом построение и эксплуатация сетей связи производится, как правило, в строгом соответствии со стандартами, то в России требования стандартов «до конца» практически никогда не соблюдаются. Яркими примерами отклонений от требований стандартов является: эксплуатация оборудования за пределами срока службы (по длительности эксплуатации), за пределами технических условий на оборудование (по условиям эксплуатации по наличию внешних искажающих воздействий на промышленных предприятиях) и на условия применения (подсоединение в сеть оборудования различных производителей с неполным соответствием сигналов взаимодействия, превышение длины цепей и т. д.). Работая в перечисленных выше условиях, оборудование не может обладать идеальными характеристиками (параметрами помехоустойчивости и надежности, представленными в технических условиях). Для моделирования реальной работоспособности оборудования предложено использовать матричный подход, основанный на специально разработанных матрицах и операций с ними (что обладает математической новизной), а также аппарат статистических решений. Последний применяется для прогнозирования характеристик сети с учетом предыстории реальной эксплуатации.

Кроме методов оценки событий, происходящих в сети, предложены мероприятия по модернизации систем передач, направленные на повышение эффективности взаимодействия компонентов сети. Одним из способов решения данной задачи явилась попытка внедрения динамической маршрутизации для сигналов служебных подсистем независимо от способа передачи абонентских сигналов (в SDH и PDH используется коммутация каналов). Под служебными сигналами понимаются сигналы системы синхронизации и системы сигнализации (пример ОКС № 7). Математическое моделирование процесса динамической маршрутизации сигналов служебных подсистем направлено на получение графа этих виртуальных сетей (наложенных на физическую топологию допустимых решений) и трафиковых долей потоков исходя из выбранных оптимизационных критериев. Для сигналов ОКС № 7, допускающих пакетную передачу и трафик, состоящий из нескольких маршрутов, в качестве критерия предложено было минимизировать сред-

¹ Виртуальная система FLEXANET компании ICT electronics, система NQMS компании Consultronics, виртуальные среды сбора и обработки данных HP VEE фирмы Hewlett-Packard и LabWindows фирмы National Instruments

² Виртуальные пакеты VeemPROP или LinkSIM с библиотекой волоконно-оптических компонентов

невзвешенную сумму задержек пакетов на узлах связи. Для сигналов синхронизации со строго радиальной топологией сети синхронизации было предложено минимизировать цифровой джиттер, вносимый оборудованием при переключении. Моделирование проводилось с учетом реальной работоспособности оборудования.

Эти предложенные методы оценки и повышения работоспособности систем передач могут использоваться для расчета диапазонов конструктивных параметров телекоммуникационной системы, которыми она должна обладать в задаваемом (оператором) применении (чтобы обеспечить прием сигналов в соответствии с GoS и QoS стандартами).

Другое ведущее направление посвящено исследованию полностью оптических технологий передачи информации. Любое, даже незначительное изменение основ передачи и обработки (управления) сигналов на физическом уровне вызывают существенные потрясения (изменения) на всех вышестоящих уровнях так называемой семиуровневой модели¹, причем тем существеннее, чем выше данный уровень. Данный тезис легко можно подтвердить следующим несложным примером. В недалеком прошлом, когда стала понятна недостаточность традиционного TDM-уплотнения для существенного расширения пропускной способности как существующих, так и строящихся сетей, активно изучалась возможность использования солитонных режимов передачи в волокне. Однако неожиданная идея об использовании передачи традиционно уплотненных TDM-сигналов на близких длинах волн вылилась в целую отрасль передачи с уплотнением по длинам волн (WDM-технология). Отсюда очевидно, что все вышестоящие методы обработки сигналов, а также концепции построения систем передачи², в значительной степени зависят от физических основ построения сетей. Следовательно, разработка новых принципов управления, обработки оптических сигналов, построения архитектур транспортных сетей в направлении к полностью оптической концепции передачи является актуальной технической задачей.

На кафедре ТС УГАТУ в русле данного направления проводятся работы следующего характера: исследование возможности повышения эффективности работы (применения)

традиционных компонентов волоконно-оптической техники; исследование возможности создания новых компонентов волоконно-оптической техники.

Исследуется возможность использования усилителя EDFA (световода EDFA) в новом (нетрадиционном) режиме включения. Известный режим включения EDFA предполагает отдельную подачу информационного сигнала ($\lambda = 1550$ нм) и сигнала накачки ($\lambda = 980$ нм). Это требует, чтобы лазер накачки был расположен в непосредственной близости от EDFA, либо выделение отдельного (желательно многомодового) канала передачи под сигнал накачки. Оба требования практически сводят на нет достоинство самого способа EDFA — обработка (в данном случае усиление) сигнала в оптической форме без применения электронных компонентов с итоговым снижением стоимости сети. Разрабатываемый способ предполагает совместную подачу к световоду EDFA информационного сигнала и накачки — по единственному одномодовому световоду. Это позволяет удалить электронные и электрические компоненты из зоны усиления (тем самым расширить область применения рассматриваемого метода усиления) без задействования отдельного оптического канала. С теоретической точки зрения предложенный метод можно рассматривать как расширение технологий WDM. Последние, как известно, предполагают совместную передачу сигналов на разных длинах волн, но одинаковых по структуре (все сигналы импульсные) и по мощности! В новом способе объединяемые сигналы являются существенно различными, что требует дополнительных исследований по помехоустойчивости и надежности передачи применительно к WDM-технологиям. В том числе — исследований по разработке специальных (применительно к данной задаче) ступенчатых и многослойных волокон.

Этот же способ совместной передачи для существенно различных сигналов может быть применен не только к системе усиления (в частности, EDFA), но и к другим системам управления, использующихся в архитектуре полностью оптических сетей. Подробное описание способа дистанционной накачки EDFA с теоретической и экспериментальной точек зрения представлено в [1]. Здесь является ло-

¹Известно, что модель взаимодействия открытых систем имеет семь структурных уровней.

²Под «системой передачи» в данном контексте понимается способ организации (с целью передачи) и способ обработки (с целью наиболее правдоподобного приема информации) сигналов.

гическим переход ко второму пункту исследований, проводимых на ТС УГАТУ.

Исследуется возможность создания полностью оптического коммутатора, переключающего информационные оптические сигналы (с возможностью адаптации к различным рабочим длинам волн) посредством управления также оптическим сигналом. В конструкции устройства не предполагается использовать электронные, оптоэлектронные, а также механические компоненты. Физической основой для переключения является интерферометр Фабри–Перо, в котором область между зеркалами (смеситель) может менять свое значение коэффициента преломления под действием управляющего излучения. Подробное описание полностью оптического способа коммутации представлено в [1].

Следует отметить, что для осуществления эффективной коммутации в интерферометре¹ необходимо использовать значительную интенсивность оптического сигнала, что вызывает кроме требуемого эффекта нелинейного преломления еще и негативное действие других нелинейных эффектов. Первым среди негативно действующих нелинейных эффектов является вынужденное рассеяние Мандельштама–Бриллюэна (ВРМБ). Действие ВРМБ сводится к появлению механической волны в среде, и тем самым повышенного отражения обратно (в том числе и на смещенной длине волны из-за эффекта Доплера) как управляющего, так и информационного сигналов. Это, безусловно, приводит к сильной потере качества передачи.

Снизить действие ВРМБ было предложено путем использования смесителя из специального материала. А именно, смесителя, изготовленного из прозрачного нанокристаллического кварца или ситалла. В данном случае наноструктурный материал предполагается получать деформационным методом (в отличие от напылительных методов или наращивания). Этот материал, практически не меняя другие оптические свойства, демпфирует волну ВРМБ за счет своих измененных механических свойств — повышенной твердости и одновременно пластичности. Несколько фотографий прозрачных ситалловых образцов, из которых предполагается изготавливать смеситель интерферометра, полученных после деформационной обработки, т. е. содержащих наноструктуру, представлены на рисунке: слева — изначальный образец, справа — образец, полученный в результате обработки.

ва — образец, полученный в результате обработки.

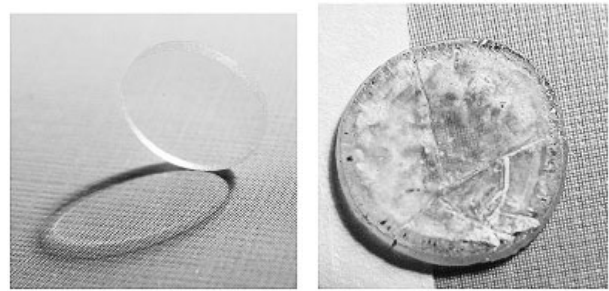


Рис. Фотографии ситалловых образцов до обработки и после обработки с наноструктурными образованиями

Технический интерес в применении таких полностью оптических коммутаторов состоит при построении полностью оптических разветвленных архитектур. Появление разветвленных сетей связано с тем, что волоконно-оптическая «паутина» охватывает не только здания одного города, но и помещения внутри одного здания. Кроме того, предложенный метод коммутации не зависит от конкретного значения длины волны (возможна подстройка в определенном диапазоне длин волн), так как для изменения результирующей интерференционной картины важной является величина изменения длины волны $\Delta\lambda$, а не начальное значение λ_0 . С этой точки зрения предложенный коммутатор легко вписывается в технологию WDM с учетом всевозможных нюансов маршрутизации.

Проводятся работы в области сигнальных и структурных методов повышения информационной емкости телекоммуникационных систем и сетей.

В настоящее время исчерпываются возможности дальнейшего повышения пропускной способности (информационной емкости) систем передачи сообщений на основе использования традиционных методов сигнально-информационного уплотнения (частотного, временного, кодового, пространственного, сжатия данных), что обусловлено ограниченностью частотно-временного ресурса, недостаточным быстродействием аппаратных средств передачи сообщений, необходимостью изменения алгоритмов и протоколов взаимодействия между элементами открытых систем, приводящих к изменению функциональной и структурной целостности систем и сетей. Возникает потребность в модерни-

¹ Физической основой коммутации является изменение длины волны переключаемого сигнала в среде смесителя, от чего зависит результирующая интерференционная картина.

зации уже существующих и проектировании систем передачи сообщений без существенного увеличения материальных, финансовых и иных затрат на модернизацию. Недостаточная теоретическая и методологическая проработка проблемы повышения информационной емкости систем и сетей, учитывающих информационную избыточность передаваемых сообщений, и влияние пространственно-временного изменения потребной нагрузки (трафика) на структурную организацию телекоммуникационных систем и сетей.

Цель исследований состоит в разработке методологических и теоретических основ повышения информационной емкости систем и сетей на основе системных концепций вторичного уплотнения сигналов (совокупности методов объединения неортогональных в гильбертовой метрике сигналов) и ситуационно-адаптивного планирования (совокупности методов реконфигурации структуры и оптимизации параметров) телекоммуникационных систем при условии сохранения их функциональной и структурной целостности, а также реализации предложенных подходов для модернизации систем передачи видеоизображений и сетей сотовой радиосвязи.

Сформулированы и решаются следующие основополагающие задачи: разрабатывается концепция вторичного уплотнения сигналов, базирующаяся на методологических принципах решения обратных задач фильтрации (оценивания) и нелинейного функционального преобразования случайных процессов и последовательностей. Разрабатываются модели, методы и алгоритмы вторичного уплотнения сигналов на основе решения обратных задач линейной фильтрации, нелинейного функционального преобразования случайных процессов и последовательностей. Разрабатывается концепция ситуационно-адаптивного планирования сетей мобильной связи, базирующейся на описании трафиковых процессов в системе с помощью скрытых марковских моделей, методы, алгоритмы и методики ситуационно-адаптивного планирования сетей мобильной связи, конфигурации транспортных сетей в условиях структурных ограничений. Разрабатываются модели контроля и диагностики иерархических сетей на основе обобщенных потоковых моделях Кирхгофа, алгоритмы контроля и диагностики иерархических сетей в условиях параметрических и структурных неисправностей.

К области применения результатов следует отнести следующие:

1) передача сигналов управления и служебной информации в системах подвижной радиосвязи (особенно в системах радиосвязи с микросотовой архитектурой, где требуется скоротечное управление сетью);

2) в системах теле-, радиовещания для передачи дополнительных сообщений и организации интерактивного режима, позволяющих увеличить их пропускную способность в 1,5 раза;

3) ситуационно-адаптивное планирование позволяет прогнозировать появление и развитие ситуаций (территориально-временное изменение трафика нагрузки) в реальном масштабе времени (от 0,5 мин (в дневное время) и 15 мин (в ночное время)), что в свою очередь позволяет принять соответствующие меры по перераспределению ресурсов и парированию последствий негативного влияния ситуаций в системе мобильной связи;

4) алгоритмы канального и частотно-территориального планирования позволят проводить оптимизацию канального и частотного плана в реальном масштабе времени в течение от нескольких секунд до 1–2 мин;

5) на основе разработанных стохастических моделей ситуационно-адаптивного планирования выработаны рекомендации по модернизации конфигурации сети сотовой связи ОАО «ВымпелКом» в Уфе, позволяющих снизить эксплуатационные расходы на 12,7%;

6) разработанные декомпозиционные алгоритмы и методы решения обратных задач фильтрации могут быть использованы в теории управления: модальное, релейное многосвязными системами управления, в том числе и для систем координированного и согласованного управления.

Интересным «смешением» сигнальной и физической тематик исследования является направление интеллектуальной обработки данных космических систем наблюдения. Направление посвящено разработке концептуальных, методологических и теоретических основ информационной технологии обработки данных КСН, ориентированной на обработку сигналов в условиях априорной неопределенности знаний об обнаруживаемом сигнале, неоднородности фоноцелевой обстановки и малом отношении сигнал/шум.

Разработка данного направления определяется необходимостью создания информационной технологии, ориентированной на решение проблемных вопросов обработки данных КСН, таких как: обнаружение и оценка скрытых сигналов, обнаружение и оцен-

ка сигналов неизвестной формы, обнаружение сигналов в условиях априорной неопределенности, обнаружение и оценка сигналов в нестационарном шуме, обнаружение и оценка субпиксельных сигналов, разработка и создание информационных систем спутникового мониторинга для оценки экологического состояния окружающей среды и контроля чрезвычайных ситуаций.

Основная идея разрабатываемой информационной технологии основывается на использовании фрактального самоподобия структуры космических изображений, связанного со статистической однородностью их строения на различных пространственных масштабах, и применение в обработке методов мультимасштабного анализа на основе вейвлет-преобразований и квазинепрерывных рекурсивных разверток. Информационная технология базируется на инвариантных по отношению к пространственным масштабам методах и алгоритмах обнаружения и оценки параметров сигналов, связанных с аномальными структурными образованиями (точечными, диффузными, регулярными, случайными), возникающими под воздействием аномальных процессов различной природы.

Результатами работы являются концептуальные и теоретические основы новой информационной технологии анализа и обработки данных космических систем наблюдения, в основе которой лежит системная интеграция мультимасштабных концепций фрактальных множеств, непрерывного вейвлет-анализа, дискретных вейвлет-преобразований и рекурсивных квазинепрерывных разверток многомерных пространств в одномерные, позволяющая повысить эффективность обнаружения и оценки параметров аномальных сигналов в условиях априорной неопределенности и сложности фоноцелевой обстановки. Разрабатываются новые подходы к решению проблемы обнаружения полезных сигналов на основе принципов мультимасштабной и непрерывно-масштабной селекции, базирующиеся на переводе проблемы обнаружения, в координатно-масштабную вейвлет-плоскость и введении мультимасштабного и непрерывно-масштабного параметров обнаружения, позволяющие снизить порог обнаружения слабых сигналов неизвестной формы на фоне неоднородных шумов в среднем в 1–2 раза. Исследуются математические модели данных КСН на основе представления квазинепрерывных разверток многомерных пространств в классе стоха-

стических интегралов по траекториям винеровских случайных процессов и формализма континуальных интегралов Фейнмана, позволяющие оценивать вероятностные характеристики данных. Разрабатываются новые математические методы: метод приближенной стохастической эквивалентности, позволяющий модифицировать исходные стохастические линейные дифференциальные уравнения, описывающие процессы формирования сигналов, приводя их к заданному стандартному функциональному типу, в котором функция, порождающая случайность, входит как однородный член, что в частности дает возможность применения в обработке классических схем фильтрации типа Калмана-Бьюсси; метод стохастической экстраполяции изображений, основанный на доминирующей роли межмасштабных корреляций и оптимизации формы вейвлетовских функций, позволяющий, в частности, производить оценку параметров сигналов, размеры которых меньше пространственного разрешения систем наблюдения (субпиксельный анализ). В рамках геоинформационного подхода разрабатывается новая универсальная структура информационных систем обработки и анализа данных КСН, для обнаружения, оценивания и интерпретации аномальных образований, основанная на мультимасштабном процессинге, позволяющая адаптироваться к решению широкого круга практических задач спутникового мониторинга.

С целью получения возможности сбора статистики собственными силами ведутся работы по созданию и запуску университетского микроспутника. Подготовка проекта производится в кооперации с предприятиями Федерального космического агентства, немецкого космического агентства, МВТУ им. Баумана. В полетную программу микроспутника входит решение следующих задач: практическая апробация новых научных разработок в области телекоммуникаций и информационных технологий, осуществление систематического дистанционного контроля состояния окружающей среды и природных ресурсов, тематическая обработка и распространение оперативной картографической информации, полученной на основе обработки данных дистанционного зондирования для нужд сельского, лесного и водного хозяйств, городского и промышленного строительства, Министерства природных ресурсов и МЧС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Султанов, А. Х.** Волоконно-оптические системы передачи: вопросы оценки работоспособности / А. Х. Султанов, Р. Г. Усманов, И. А. Шарифгалиев [и др.]. М. : Радио и связь, 2005. 372 с.
2. **Султанов, А. Х.** Методы повышения работоспособности сетей связи с системой сигнализации ОКС № 7 в процессе эксплуатации / А. Х. Султанов, В. Н. Акульшин, И. Л. Виноградова. М. : Радио и связь, 2006. 278 с.



ОБ АВТОРЕ

Султанов Альберт Ханович, проф., зав. каф. телекоммуникац. систем. Дипл. инж. по многоканальн. электросвязи (Новосиб. электротехн. ин-т связи, 1973). Д-р техн. наук по управл. в техн. системах (УГАТУ, 1996). Иссл. в обл. телекоммуникационных оптоэлектронных аэрокосмических систем.