Закрытое акционерное общество
«МОСКОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕЛЕВИЗИОННЫЙ ИНСТИТУТ»
(ЗАО «МНИТИ»)

ТЕХНИКА СРЕДСТВ СВЯЗИ

Серия **ТЕХНИКА ТЕЛЕВИДЕНИЯ**

научно-технический сборник

В НОМЕРЕ

Нас поздравляют 3

Вилкова Н.Н. В авангарде развития телевизионных технологий 9

Вилкова Н.Н., Вознесенский А.А. АРПАТ: итоги и перспективы 12

Кукк К.И. От технологии телевизионного вещания к промышленному производству (структурные сдвиги в телевизионном вещании) 15

Сагдуллаев Ю.С. Вещательное и прикладное телевидение. Вчера, сегодня, завтра 20

Ковин С.Д. Опыт создания систем авиационного телевидения в НИО-100 26

Шахрай В.И. Аппаратура для авиационных систем 30

Шабаров В.Т., Кармышин В.П. Аппаратура для телецентров 34

Самович В.В., Дорошенко И.В. Цифровые системы беспроводной передачи видеоинформации 41

Быструшкин К.Н. Впереди – крутой поворот 46

Кошарновский А.Н., Лаас С.В., Смагин М.С. Бортовая электронная аппаратура обработки изображений для беспилотных летательных аппаратов 51

Ломов В.А. Работы в области сбора, обработки и анализа информации 55

Шаймарданов Р.Б., Рукин А.П. Актуальные направления развития геоинформационных систем 57

Любимов Б.О. Построение интегрированных систем отображения информации коллективного пользования 64

Любимов А.О., Любимов Б.О. Проблемы подготовки интерактивного медиаконтента сверхвысокого разрешения для видеостен 71

Хисматов И.Ф., Рожков К.Ю. Коррекция координат положения стационарных объектов в изображениях авиационных систем наблюдения 75

Сухачев А.Б., Шапиро Б.Л., Перчаткин Н.А., Селявский Т.В. Оценка требований к точности стабилизации оптической оси оптико-электронной системы подвижных объектов 80

Платонов В.Н., Дзюба В.И. Совершенствование системы менеджмента качества. Обеспечение надёжности и спецстойкости аппаратуры 84

Заплахов И.О. Суд по интеллектуальным правам – ориентир по разрешению правовых споров в сфере НИОКР 87

©Закрытое акционерное общество «МОСКОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕЛЕВИЗИОННЫЙ ИНСТИТУТ» (ЗАО «МНИТИ»), 2015

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Главный редактор

Н.Н. ВИЛКОВА

Заместитель главного редактора

Ю.Б. ЗУБАРЕВ

Секретарь редакционной коллегии

И.Г. РЫЖКОВА

Члены редакционной коллегии:

А.Г. Барсуков

В.М. Березанский

К.Н. Быструшкин

К.П. Васильев

А.А. Жук

А.Н. Кошарновский

К.И. Кукк

А.Г. Летяго

В.А. Ломов

Б.О. Любимов

Е.З. Сорока

В.Т. Шабаров

В.И. Шахрай

ТЕХНИКА СРЕДСТВ СВЯЗИ

Серия «Техника телевидения»
2015

Компьютерная верстка – М.А. Алексеева
Дизайн – М.А. Костарева
Корректор – А.А. Конькова
Выпускающий редактор – О.Н. Кулешова
Ответственный за выпуск – С.А. Орлов

ЗАО РИЦ «ТЕХНОСФЕРА»
Москва, ул. Краснопролетарская, д.16, стр.2

Отпечатано в ООО «Юнион Принт»
г. Н. Новгород, ул. Окский съезд, д.2

Тираж 500 экз.

Хохлов С.В.
Директор Департамента
радиоэлектронной промышленности

Уважаемая
Надежда Николаевна!

В день 65-летия Вашего института примите сердечные поздравления!

Развитие телевидения и телевизионного вещания в нашей стране неразрывно связано с деятельностью Московского научно-исследовательского телевизионного института. В славную летопись достижений института вписаны собственные разработки перспективных образцов телевизионной техники, унифицированные модели цветных и чёрно-белых телевизоров, ретрансляционные телевизионные станции, позволившие полностью обеспечить потребности населения в современных телевизорах, изготовленных на отечественной элементной базе.

Сегодня значительная роль принадлежит МНИТИ как головному предприятию Минпромторга России в области телевизионной техники в подготовке и реализации программы перехода России на цифровой формат вещания.

В 2013 году объём производства средств радиосвязи, радиовещания и телевидения увеличился на 29,9% по сравнению с 2012 годом. На долю предприятий разработчиков и производителей аппаратуры телерадиовещания приходится не менее 70% выпускаемых в России телевизоров, а потенциальные производственные мощности производителей цифровых передатчиков позволяют удовлетворить до 90–95% потребностей страны.

Награждение ЗАО «МНИТИ» престижной премией имени выдающегося изобретателя В. Зворыкина явилось достойной оценкой вклада института, отдающего все свои знания на развитие телевидения.

В этот знаменательный день от всей души желаю Вам, Надежда Николаевна, сотрудникам и ветеранам института крепкого здоровья, счастья, успехов в труде и личной жизни.

Гуляев Ю.В. ,
академик РАН

Дорогие коллеги!

Поздравляю вас и вашу организацию от имени Президиума Российской академии наук!

Необходимым условием успешного развития России является сплочение фундаментальной и прикладной наук, дальнейшее развитие микроэлектроники, информационных технологий, интеллектуальных систем обработки информации и совершенствование систем управления.

ЗАО «МНИТИ» как одна из лидирующих организаций страны по разработке и выпуску наукоёмкой продукции широкого спектра назначения на основе телевизионных технологий успешно вносит свою лепту в укрепление позиций и престижа Российской Федерации на мировой арене. Участие телевизионного института в международных выставках всегда приносит призовые награды и демонстрирует возможности выхода на мировой рынок.

Считаю важным отметить, что в настоящее время ЗАО «МНИТИ» является одной из немногих организаций Российской Федерации, где успешно развиваются такие фундаментальные направления науки и техники, как распознавание образов и искусственный интеллект. Более того, институт на базе выполненных НИОКР достигнутого уровня технологии и опыта за последние пять лет развития создал и нарастил свои научные школы, воспитал профессиональных исследователей и разработчиков интеллектуальных систем машинного зрения.

Особенно радует тот факт, что в организации активно культивируется традиция преемственности поколений. Ещё на этапе обучения в колледжах и вузах молодые исследователи, аспиранты и студенты проходят практику в стенах института, набираясь при этом опыта, знаний и практических навыков в коллективе профессионалов.

Искренне желаю успехов всем сотрудникам организации и надеюсь, что традиции ЗАО «МНИТИ» будут способствовать расширению научно-технической деятельности, развитию цифровых телевизионных технологий и укреплению сотрудничества между академическими, учебными и отраслевыми институтами.

Умбиталиев А.А.
Генеральный директор ОАО «НИИТ»

Дорогая Надежда Николаевна!

От имени коллектива ОАО «НИИТ» и от себя лично поздравляю Вас и коллектив Московского научно-исследовательского телевизионного института с юбилеем!

С момента основания МНИТИ в 1950 году как филиала-лаборатории (МТФЛ) Ленинградского НИИ-380 и по настоящее время наши предприятия связаны общими историей, целями и методами их достижения. Благодаря усилиям МНИТИ и НИИТ в сложные годы воссоздания Российского государства, после тяжелых перестроечных лет сохранено знамя отечественного телевидения – как вещательного, так и прикладного. Сегодня ваше предприятие – ведущий научный и производственный институт, лидер разработчиков современной телевизионной аппаратуры.

Уверен, что со временем позиции и слава МНИТИ только усилятся!

Желаю здоровья и благополучия Вам, процветания и развития МНИТИ в будущем!

Иванов Б.В.
Председатель Совета директоров
ЗАО «Завод им. Козицкого»

Уважаемая
Надежда Николаевна!
Дорогие друзья и коллеги!

Администрация и трудовой коллектив ЗАО «Завод им. Козицкого» сердечно поздравляют вас с 65-летием со дня основания предприятия.

Юбилей МНИТИ – событие отраслевого значения, повод для подведения итогов, признания достижений.

С начала деятельности МНИТИ тесно сотрудничал с ЗАО «Завод им. Козицкого». Начиная с первого отечественного телевизора для массового производства и заканчивая поиском оптимальных решений развития отечественной техники телевизионного направления. Одним из результатов этого сотрудничества стало создание «Ассоциации разработчиков и производителей аппаратуры телерадиовещания», получившей широкое признание.

МНИТИ всегда был и остается на передовых позициях во всех сферах телевизионных исследований и технологий и объединяет специалистов самого высокого уровня. Сейчас, под руководством генерального директора Надежды Николаевны Вилковой, их дело продолжают пользующиеся уважением сотрудники.

В связи с юбилеем хотелось бы поблагодарить Генерального директора и сотрудников МНИТИ Калью Ивановича Кукка, Константина Николаевича Быструшкина, Ларису Николаевну Степаненко, Евгения Зиновьевича Сороку, Александра Ивановича Артамонова, Андрея Александровича Вознесенского и др.

Дорогие коллеги, желаем вам новых трудовых успехов, счастья и благополучия!

Житомирский С.М.
Управляющий Группы промышленных компаний «Корпорация "ТИРА"»

Уважаемые коллеги!

На протяжении 65 лет коллектив ЗАО «МНИТИ» вносит свой немалый вклад в развитие отечественной радиоэлектроники – отрасли, определяющей будущее России и нашего народа.

С момента основания и по настоящее время Московский научно-исследовательский телевизионный институт является ведущей организацией России в области приёмной телевизионной техники.

Уникальные опыт и знания, сформировавшаяся научная школа и богатейшие трудовые традиции обеспечивают вашему предприятию заслуженно высокую репутацию и достойное место на современном рынке.

Хотелось бы особо отметить и с особенной теплотой поздравить с юбилеем ЗАО «МНИТИ» нашего большого друга – генерального директора института Надежду Николаевну Вилкову.

Талант организатора и руководителя, инженера и педагога, творческая энергия, профессиональный потенциал и активная гражданская позиция позволяют Надежде Николаевне не только в течение вот уже 10 лет успешно возглавлять ЗАО «МНИТИ», но и исполнять большую и ответственную работу в качестве президента Ассоциации разработчиков и производителей аппаратуры телерадиовещания АРПАТ.

Ассоциация АРПАТ, объединяющая коллективы 25 ведущих предприятий России, активно способствует научно-технической кооперации отечественных разработчиков и производителей оборудования для цифрового телевидения и радиовещания. Ассоциация последовательно решает задачи укрепления роли российской науки и промышленности в этом перспективном и важном сегменте рынка и содействует участию российских предприятий в реализации государственной программы внедрения эфирного телерадиовещания.

Уважаемая Надежда Николаевна!
Уважаемые друзья и коллеги!

Мы уверены, что вы не остановитесь на достигнутом, и последующие годы в истории ЗАО «МНИТИ» принесут немало поводов порадоваться новым удачам, победам и свершениям на поприще вашей профессиональной деятельности!

Позвольте от лица всех работников Группы промышленных компаний «Корпорация "ТИРА"» поздравить вас с 65-летним юбилеем вашего института и пожелать вам и вашим близким здоровья, счастья и благополучия.

Вместе с вами нам по силам решить любые стоящие перед нами задачи!

С искренним уважением и наилучшими пожеланиями,

Аджемов А.С.,
ректор МТУСИ, д.т.н., профессор

Уважаемая Надежда Николаевна!

Коллектив и ректорат Московского технического университета связи и информатики (МТУСИ) поздравляет сотрудников ЗАО «МНИТИ» с 65-летним юбилеем. В основе многолетней деятельности Вашего института – труд высококвалифицированных специалистов, обеспечивающих выполнение НИОКР на высоком научно-техническом уровне, что свидетельствует об исключительно важном вкладе института в развитие телевидения в нашей стране. Весомый вклад учёные и специалисты института внесли в разработку технологии производства телевизоров, не уступающих по качеству воспроизведения изображений зарубежным. Нельзя не отметить выдающиеся успехи, достигнутые коллективом МНИТИ в развитии систем кабельного телевидения и в области проекционного отображения видеоинформации.

В целом трудно найти область телевизионной техники, которой бы не коснулся творческий интеллект вашего знаменитого коллектива.

МТУСИ и МНИТИ в течение многих лет связаны не только выполняемыми на договорной основе исследовательскими и научно-техническими работами в области разработки телевизионных систем, методов и устройств, но и другими, не менее крепкими, связями, основанными на партнёрских взаимоотношениях специалистов. Выпускники нашего университета, его аспирантуры работали и работают в Вашей организации, приобретая в ходе обучения практические навыки.

Мы уверены в дальнейшем развитии плодотворного сотрудничества и укреплении взаимных связей наших организаций для эффективного решения стоящих перед нами задач в области разработки перспективной цифровой телевизионной техники и обучения специалистов.

Желаем коллективу и руководству ЗАО «МНИТИ» больших творческих успехов и процветания!

Вилкова Н.Н., *к.т.н.*

В АВАНГАРДЕ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В марте 2015 года исполняется 65 лет Московскому научно-исследовательскому телевизионному институту, внёсшему большой вклад в развитие телевизионной техники в нашей стране.

Институт разработал и внедрил в производство унифицированные чёрно-белые и цветные телевизоры, организовал их массовый выпуск на заводах отрасли. На базе разработанных институтом телевизионных ретрансляторов был обеспечен охват телевизионным вещанием значительной части территории страны. МНИТИ принимал непосредственное участие в реализации важнейших государственных заказов в области создания телевизионной аппаратуры, телевизионно-вычислительных систем управления и отображения информации, таких как:

- создание комплекса телевизионной аппаратуры для Центра управления космическими полётами;
- разработка оборудования для Останкинского телевизионного центра;
- разработка цветных телевизионных камер, с помощью которых 7 ноября 1967 г. впервые в России велась цветная внестудийная передача с Красной площади;
- оборудование Олимпийского телерадиокомплекса и всех спортивных сооружений системой отображения информации и телевизионной связи при подготовке и проведении Олимпиады-80 в Москве;
- создание комплекса подготовки и отображения данных для Центральной избирательной комиссии при подготовке и проведении выборов президента Российской Федерации в 1996 и 2000 годах и в Государственную Думу в 1999 году [1, 2];
- создание системы отображения и распределения информации для обеспечения работы Международного экономического форума в г. Санкт-Петербург в 2007 году.

В 2003 году в институте появилось новое направление работ по созданию импортозамещающей технологии на основе зарубежных программируемых логических интегральных схем и отечественных базовых матричных кристаллов и созданию модулей электронной обработки для тепловизионных приборов. Для этого сформировано специальное конструкторское бюро.

В настоящее время институт проводит разработки по следующим основным направлениям [3, 4]:

- создание ситуационных центров, систем видеоконференцсвязи, локальных, региональных и глобальных графических информационных систем с обработкой и передачей информации на базе вычислительных сетей, разработка геоинформационных систем с использованием цифровых электронных карт;
- разработка телевизионных систем вещания, в том числе мобильных, предназначенных для эфирной передачи телерадиопрограмм на заданный район;
- разработка и создание специальной телевизионной техники;
- испытания и сертификация радиоэлектронной аппаратуры, вычислительной и офисной техники, оборудования систем видеонаблюдения.

Заслуживает особого внимания выполнение специалистами МНИТИ опытно-конструкторских работ по созданию ситуационных центров для государственных организаций и силовых структур. В состав отдельных ситуационных центров наряду с традиционными системами обработки и отображения информации включены специализированные комплексы IP-телевидения и картографии [5–8].

Ситуационные центры являются важнейшими элементами АСУ, позволяющими на основе конкретной оперативной обстановки и возможностей реагирующей на неё службы формировать наиболее вероятные варианты развития событий, разрабатывать планы действий и на их основе обеспечивать управление ситуацией посредством доведения до исполнителей приказов и указаний руководства. Современный ситуационный центр включает средства отображения информации коллективного пользования, систему дистанционных докладов и видеоконференцсвязи, рабочие места операторов и группы поддержки принятия решений. Поступающая с объектов управления видео- и аудиоинформация подаётся на рабочее место распределения информации, где осуществляются автоматизированный отбор и первичная обработка информации, которая затем передаётся на рабочие места операторов анализа и обработки. Подготовленная информация представляется лицам, принимающим решение, по их запросу. Для долгосрочного хранения информация направляется в видеоархив, откуда она может быть получена в соответствии с полномочиями по доступу. В целях повы-

шения оперативности подготовки и принятия решений используется подсистема видеоконференцсвязи. Специальное программное обеспечение является отечественным, разработанным специалистами института и соисполнителями.

ЗАО «МНИТИ» разработало семейство специальных радиотелевизионных комплексов, позволяющих осуществить автономную эфирную трансляцию телевизионных и радиовещательных программ в любом оперативно устанавливаемом частотном канале в диапазонах телевизионного и УКВ-ЧМ-радиовещания [9]. Они оснащены средствами формирования и передачи собственных программ, а также обеспечивают приём и передачу внешних радиотелевизионных программ.

В составе мобильного комплекса имеется студия для формирования программ, аппаратная обработки и микширования сигналов, блок записи и архивирования сигналов, автономный радиотелевизионный передатчик с антенно-фидерными устройствами. Зона охвата вещанием определяется высотой передающей антенны мобильных радиотелевизионных комплексов. Для расширения зоны вещания мобильный радиотелевизионный комплекс может дополняться привязным аэростатом, оснащённым радиопередающим оборудованием.

Аппаратура мобильных комплексов размещается в кузовах-контейнерах на автомобилях повышенной проходимости и может работать как от промышленной электросети, так и от дизель-генераторов, входящих в состав комплексов.

Институт активно участвует в работах по созданию цифрового телевизионного вещания в России. ЗАО «МНИТИ» приказом Министерства промышленности и торговли РФ утверждено ведущей научно-исследовательской организацией оборонно-промышленного комплекса по направлению «Цифровое телевидение».

По инициативе Минпромторга России в ноябре 2008 года институт сконцентрировал вокруг себя около трёх десятков предприятий, объединив их в Ассоциацию разработчиков и производителей аппаратуры телерадиовещания (АРПАТ). Сегодня на долю предприятий–членов АРПАТ приходится не менее 70% выпускаемых в России телевизоров, а потенциальные производственные мощности производителей цифровых передатчиков позволяют удовлетворить до 90–95% потребностей страны [10].

ЗАО «МНИТИ» участвует в реализации ФЦП «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009–2015 годы» и выработке технической политики в области телевидения. Институт участвовал в разработке 16 системных проектов для различных регионов России, а также в разработке «Комплексного проекта развития цифрового вещания Российской Федерации».

В целях создания научного задела ЗАО «МНИТИ» в 2011–2014 годах разработан ряд инновационных технологий цифрового телевидения, в том числе совместимой системы стереоскопического 2D/3D цифрового телевидения. Для их проверки во время международной выставки «Связь-Экспокомм-2011» в Москве 10–13 мая впервые осуществлено экспериментальное вещание стереоскопической телевизионной программы по стандарту DVB-T по 34 эфирному каналу. При этом все кодирующее/декодирующее оборудование для передачи 3D-программ было разработано и изготовлено в России. Вещание осуществлялось с телевизионной башни компании «Октод» с Октябрьского поля при помощи цифрового передатчика мощностью 2 кВт.

ЗАО «МНИТИ» систематически участвует в международных выставках, форумах, салонах и других мероприятиях. Высокий научно-технический уровень разработок МНИТИ в области телевидения отмечен рядом почётных дипломов и международных наград. В 2010 году ЗАО «МНИТИ» награждено двумя золотыми медалями на Международной выставке изобретений в Таиланде за разработку «Проектора телевизионных и компьютерных изображений» и «Многокамерной панорамной ТВ-системы». В 2011 году ЗАО «МНИТИ» удостоено звания лауреата Международной премии «Европейский стандарт» за соответствие международным нормам и требованиям, предъявляемым к организации бизнес-процессов, качеству управления и конечной продукции. На 23-й Международной выставке изобретений и новых технологий ITEX-2012 в Малайзии (г. Куала-Лумпур) «Проект российской совместимой системы стереоскопического цифрового телевидения 2D/3D DVB-T» ЗАО «МНИТИ» награждён Золотой медалью имени Николы Тесла Международной федерации изобретателей как «Лучшее изобретение, показанное на выставке ITEX-2012». На V Юбилейном международном салоне «Комплексная безопасность 2012» ЗАО «МНИТИ» награждено дипломом за разработанный в ОКР «Вектор» подвижный пункт управления центра авиации МВД России «ППУ ЦА». Разработки института награждены призами и медалями на международных салонах изобретений. 19 ноября 2014 года ЗАО «МНИТИ» стало лауреатом престижной награды Национальной ассоциации телерадиовещателей (НАТ) России в области телевидения в номинации «За создание и усовершенствование оборудования и технологий в области телерадиопроизводства».

Премия имени Владимира Зворыкина, одного из выдающихся изобретателей электронного телевидения, как известно, присуждается один раз в год за выдающиеся заслуги в области развития технологий и инженерных решений цифрового телевидения.

Ключевые технические решения и разработки специалистов института защищены патентами РФ. Только в области телевизионных технологий за 2010–2014 годы институтом получено 38 патентов.

Сегодня мир стоит на пороге перехода к технологиям цифрового телевидения нового (третьего) поколения. Используемые в нём технологии позволяют в рамках единого информационного пространства не только разработать новейшие средства сжатия цифровых сигналов звука и изображения при более эффективной радиочастотной модуляции, но и создать технологии интерактивных сервисов на основе IP-протоколов, а также обеспечить интеграцию с проводными и беспроводными сетями Интернет. Используемые в них технические решения на порядок сложнее современных технологий цифрового телевидения.

С учётом все более возрастающей сложности современных технологий, а также глобализации рынков телекоммуникационного оборудования и вещательных технологий разработчики систем третьего поколения цифрового телевидения объединяются в международные альянсы и консорциумы. Их целью являются не только ускорение разработки стандартов на новую систему вещания и минимизация затрат на её внедрение, но и создание благоприятных стартовых условий, и защита рынка в интересах собственных производителей приёмного и передающего оборудования [11].

ЗАО «МНИТИ» и NERC DTV (Национальный научно-инженерный центр цифрового телевидения КНР) с 2012 года успешно сотрудничают в международном проекте FOBTV, в рамках которого представители вещательного сообщества и крупнейшие производители приёмопередающей аппаратуры разрабатывают дорожные карты и технологии телевидения завтрашнего дня.

По инициативе обеих компаний в середине 2014 года на совместных совещаниях в КНР было подготовлено предложение о совместной разработке на базе созданного сторонами инновационного научно-технического задела российско-китайской системы цифрового телевидения ультравысокой чёткости UHDTV (4K) следующего (третьего) поколения [11].

Разработка и внедрение в России и Китае совместной системы цифрового телевидения третьего поколения позволили бы создать новые огромные рынки для профессионального оборудования и приёмников цифрового телевидения объёмом в десятки млрд $ USA.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вилкова Н.Н. ЗАО «МНИТИ» сегодня // Техника средств связи. сер. Техника телевидения. – 2010. – Выпуск 1. – С. 12–14.

2. Вилкова Н.Н. 75 лет электронному телевидению в России и первому отечественному электронному телевизору ТК-1 // Электросвязь. – 2013. – № 12. – С. 11–14.

3. Вилкова Н.Н. Телевизионная отрасль России: состояние и перспективы // Технополис. – 2013. – № 28. – С. 6–9.

4. Вилкова Н.Н. Внедрение приёмной аппаратуры для цифрового телевизионного вещания в регионах России // Электросвязь. – 2009. – № 1. – С. 10–14.

5. Вилкова Н.Н. Российские производители оборудования цифрового телевидения на рынке средств ТВ-вещания // Электросвязь. – 2012. – № 10. – С. 12–13.

6. Вилкова Н.Н. Выбор стратегии управления научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами // Цифровая обработка сигналов. – 2013. – № 1. – С. 31–33.

7. Вилкова Н.Н. Телевидение высокой чёткости – очередной шаг к прогрессу телевизионного вещания // Техника средств связи. Сер. Техника телевидения. – 2011. – С. 3–9.

8. Вилкова Н.Н. Ситуационный центр – важнейший элемент АСУ // Организации – для МЧС России. – 2010. – С. 80–81.

9. Вилкова Н.Н., Шабаров В.Т. Мобильные радиотелевизионные комплексы // Аэрокосмическое обозрение. – 2009. – № 5. – С. 53.

10. Вилкова Н.Н. Первая пятилетка АРПАТ // Инфосфера. – 2013. – № 59. – С. 8–11.

11. Вилкова Н.Н., Быструшкин К.Н. Разработка совместной российско-китайской системы цифрового телевидения 3-го поколения // Ионосфера. – 2014. – № 62. – С. 8–12.

Вилкова Надежда Николаевна,
к.т.н., генеральный директор ЗАО «МНИТИ»,
президент Ассоциации разработчиков
и производителей аппаратуры телерадиовещания,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499)763-45-42,
e-mail: mniti@mniti.ru

Вилкова Н.Н.,
к.т.н.

Вознесенский А.А

АРПАТ: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В ноябре 2014 года исполнилось шесть лет со дня образования Ассоциации разработчиков и производителей аппаратуры телерадиовещания (АРПАТ).

Рис. 1. Образование АРПАТ – 18 ноября 2008 года

Целью создания Ассоциации было объединение российских разработчиков и производителей приёмопередающей аппаратуры для координации их деятельности, представления и защиты их общих интересов в ходе внедрения цифрового телевизионного вещания в России.

География предприятий – участников АРПАТ охватывает практически все регионы России. В настоящее время АРПАТ объединяет предприятия, представляющие ведущие научно-исследовательские институты Минпромторга России, Минкомсвязи России и ГК «Ростехнологии», а также заводы-изготовители приёмной и передающей аппаратуры цифрового телерадиовещания:

- ЗАО «МНИТИ» г. Москва
- ФГУП «НИИР» г. Москва
- ООО «Дисплейные системы» г. Москва
- ОАО «НИИТ» г. Санкт-Петербург
- ЗАО «Завод им. Козицкого» г. Санкт-Петербург
- ОАО «МАРТ» г. Санкт-Петербург
- ООО «НПП ТРИАДА-ТВ» г. Новосибирск
- ОАО «Ставропольский радиозавод "Сигнал"» г. Ставрополь
- ОАО «ОНИИП» г. Омск
- ОАО ОмПО «Иртыш» г. Омск
- ОАО «Радиозавод» г. Кыштым
- ЗАО «Корпорация "Радиострой"» г. Москва
- ООО «Мидэкспо – выставки и ярмарки» г. Москва
- ООО «Самсунг Электроникс Рус Калуга» Калужская область
- ЗАО «Элекард Девайсез» г. Томск
- ОАО НПК «НИИДАР» г. Москва
- ОАО «Электросигнал» г. Дербент
- ЗАО «Связь инжиниринг» г. Москва
- ЗАО НТЦ «Модуль» г. Москва
- ООО «Ти Пи Ви Си-Ай-Эс» г. Всеволожск, Ленинградская область
- ООО «Лотте Электроникс – Восточная Европа» г. Калининград
- ООО «Долби Си-Ай-Эс» г. Москва.

Общая численность сотрудников предприятий АРПАТ – свыше двадцати тысяч человек. Научный и технический уровень разработок предприятий АРПАТ неоднократно подтверждён рядом высших наград престижных международных салонов.

За прошедшие годы АРПАТ проявила себя как эффективная и авторитетная организация, во многом способствующая развитию высокотехнологичной от-

расли радиоэлектронной промышленности в России. Предприятия разрабатывают и производят серийно современные модели цифрового передающего и антенно-фидерного оборудования, а также широкую номенклатуру цифровых телевизоров.

Организации АРПАТ принимают участие в цифровизации России: решают задачи внедрения цифрового телевизионного вещания в части разработки и реализации системных проектов построения сетей цифрового телевидения во всех регионах России и поставок аппаратуры.

Производственный потенциал предприятий АРПАТ позволяет обеспечить потребности российского рынка: до 85% в отечественных цифровых передатчиках (телевизионных и радиовещательных), до 60% – в антенно-фидерном и измерительном оборудовании для цифрового телерадиовещания. На долю произведённых предприятиями – участниками АРПАТ цифровых телевизоров приходится свыше 70% российского рынка.

Так, ООО «НПП "Триада-ТВ"» в общей сложности поставило на объекты РТРС около 2000 передающих устройств различного класса мощности (около 70% поставленных для РТРС передатчиков). Поставки передатчиков будут продолжены и далее.

ОАО «НИИТ» закончило разработку измерительной аппаратуры стандарта DVB-T2 – генератора сигналов и анализатора спектра. Поставки этих приборов осуществляются для мобильных телерадиовещательных комплексов оперативного резервирования стационарных объектов связи и обеспечения телерадиовещания при проведении специальных мероприятий.

На предприятиях, входящих в состав АРПАТ, организовано промышленное производство приёмной цифровой телевизионной аппаратуры стандарта DVB-T2.

Разработки предприятий АРПАТ с успехом демонстрируются на международных выставках.

В рамках VI международной научно-технической конференции «Современные телевизионные технологии. Состояние и направления развития», состоявшейся в ЗАО «МНИТИ» 24–25 октября 2012 г., российскими инженерами была успешно продемонстрирована экспериментальная передача сигналов 3D-телевидения через Интернет.

В 2014 году ЗАО «МНИТИ» и ЗАО «Элекард Девайсез» завершили НИР, в результате которой создана совместимая система передачи стереоскопического цифрового сигнала по сетям цифрового вещания DVB-T2 без выделения дополнительных частотных каналов. При этом практически все необходимые для реализации проекта технологии, аппаратная платформа и программные решения имеются в России или могут быть разработаны российскими компаниями в ближайшее время.

Основным техническим направлением дальнейшего развития цифрового телевизионного вещания является повышение качества телевизионной картинки за счёт увеличения разрешения и размера цветового пространства от ТВЧ до телевидения сверхвысокой чёткости и телевидения ультравысокой чёткости. Развитие технологий ТВЧ придало новый импульс улучшению качества изображения и снизило зрительский интерес к телевидению стандартного качества. В поддержку этого направления в начале 2013 г. Международным союзом электросвязи (МСЭ) принят новый стандарт компрессии H.265 (HEVC). Стандарт H.265 пришел на смену широко распространенному стандарту H.264/MPEG-4 Part 10 (AVC). H.265, по сравнению с H.264, обеспечивает повышение эффективности сжатия до 50% при том же качестве и, тем самым, способствует продвижению существующих и перспективных форматов высокого разрешения.

Ещё до формального принятия нового стандарта ЗАО «МНИТИ» совместно с ЗАО «Элекард Девайсез» в марте 2013 года продемонстрировали действующую кодирующую и декодирующую аппаратуру новейшего алгоритма сжатия H.265 с использованием программного обеспечения, разработанного российскими специалистами. С помощью разработанной аппаратуры проводится тестирование технологии LTE для передачи программ цифрового телевидения.

Значительная роль принадлежит АРПАТ в решении общесистемных вопросов построения эфирного телевизионного вещания. В 2011–2013 гг. ЗАО «МНИТИ» и ФГУП «НИИР» приняли участие в разработке «Комплексного проекта развития цифрового вещания Российской Федерации».

В ноябре 2014 года ЗАО «МНИТИ» на Международном конгрессе НАТ вручена премия имени Владимира Зворыкина за вклад в развитие отечественной телевизионной отрасли и инновационные разработки в области цифрового телевидения в номинации «За создание и усовершенствование оборудования и технологий в области телерадиопроизводства».

За последние годы существенно вырос престиж АРПАТ и входящих в ее структуру предприятий. Этому способствует помощь участника АРПАТ – ООО «Мидэкспо – выставки и ярмарки», организатора многих выставочных и конгрессных мероприятий, продвигающих и рекламирующих отечественную радиоэлектронную продукцию и технологии.

Участник АРПАТ – ЗАО «МНИТИ» – стало членом FOBTV (Future of Broadcast Television Initiative). Его представители участвуют в разработке международных «дорожных карт» развития технологий цифрового телевидения до 2025 года, и теперь для российских специалистов появилась возможность ещё на этапе разработки этих документов готовить соответствующие рекомендации.

В апреле 2013 года по инициативе Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России образован Совет ассоциаций отраслевых предприятий, в состав которого вошли 12 ассоциаций, включая АРПАТ. При участии АРПАТ была проведена работа по созданию при Минпромторге России Координационного совета. Приказом Министра промышленности и торговли РФ от 4 октября 2013 г. № 1598 был создан Координационный совет по вопросам инновационного развития радиоэлектронной промышленности. Этот документ юридически закрепил основные направления государственно-частного партнёрства по развитию научно-производственной базы радиоэлектронной промышленности. В 2014 году в рамках Координационного совета проводилась большая работа по защите отечественных производителей радиоэлектронной продукции: продвигались предложения по налоговому стимулированию деятельности отечественных производителей, тарифно-таможенному регулированию вопросов экспорта-импорта отечественной радиоэлектронной продукции, формировались предложения по импортозамещению в части направлений деятельности предприятий АРПАТ и др.

В свете современных реалий ещё более актуальными направлениями деятельности АРПАТ являются совершенствование законодательной базы, решение проблем импортозамещения, оптимизация международного сотрудничества.

Вступил в силу Федеральный Закон «О промышленной политике» от 31 декабря 2015 г. № 438. Документ направлен, в первую очередь, на организацию инфраструктуры поддержки промышленной деятельности органами государственной власти на всех уровнях и реализации промышленной политики в России. Он систематизирует меры стимулирования предприятий отраслей промышленности путём предоставления государственных и муниципальных преференций, финансовой, информационной, консультационной и других видов поддержки. Реализация положений ФЗ-438 должна способствовать ускоренному внедрению инноваций, в том числе разрабатываемых предприятиями–членами АРПАТ.

Вилкова Надежда Николаевна,
к.т.н., генеральный директор ЗАО «МНИТИ»,
президент Ассоциации разработчиков
и производителей аппаратуры телерадиовещания,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499)763-45-42
e-mail: mniti@mniti.ru
Вознесенский Андрей Александрович,
начальник отдела ЗАО «МНИТИ»,
руководитель аппарата АРПАТ,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 787-00-04,
e-mail: arpat@mniti.ru

***Кукк К.И.**, д.т.н.*

ОТ ТЕХНОЛОГИИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ К ПРОМЫШЛЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ (СТРУКТУРНЫЕ СДВИГИ В ТЕЛЕВИЗИОННОМ ВЕЩАНИИ)

В статье рассматриваются некоторые особенности современного телевидения и наметившихся структурных сдвигов. Даётся оценка процессов конвергенции и основных направлений развития традиционного телевидения.

Телевидение сегодня стало настолько популярной информационной и развлекательной услугой, что доставкой телевизионного контента до потребителя стали заниматься не только традиционные операторы (эфирные, кабельные и спутниковые), но и связные провайдеры, операторы сотовой связи, молодые OTT-провайдеры и др. [1].

И чем многограннее становится телевидение, тем труднее разглядеть его будущее на фоне самых разноречивых прогнозов его развития. Хотя такие прогнозы («дорожные карты») на ближайшую и более дальнюю перспективу нужны как медиакомпаниям и операторам, так и разработчикам и производителям аппаратно-программных средств.

В настоящее время специалистами формулируются требования к перспективному телевизионному вещанию. Этих требований высказывается много. Но в ряде случаев они приводят к переусложнению поставленной задачи. Поэтому предлагается разделить все требования по крайней мере на две части: те, которые организационно и технически имеют решения, или которые не зависят от времени, и те, от которых будет зависеть судьба существующих и зарождающихся компаний, участвующих в процессе телевизионного вещания. На первую часть требований уделять меньше внимания или, в первом приближении, вообще его не уделять.

Например, утверждение, что контент по своему содержанию должен быть качественным. Это похоже на требование: «Еда может быть разнообразной, но она должна быть вкусной». Борьба с пиратским контентом в данном случае не рассматривается, хотя проблема как таковая существует.

Или: «Телевидение всегда и везде, телевидение для всех и каждого, телевидение в покое и движении». Даже для современных технологий для этого нет преград. Были бы деньги. То есть проблема чисто техническая и экономическая.

Или: «Совершенствование нормативных документов в интересах развития отрасли». Для этого существует администрация связи. Просто необходимо больше и своевременно уделять внимание вопросам телерадиовещания и т.п.

Каждый крупный шаг в развитии радиоэлектроники принято сопровождать словом «революция». Это же можно слышать и по отношению к переходу телевидения на цифровой формат. Создаётся впечатление, что мы живем в период перманентных «революций». Фактически развитие радиоэлектроники и телекоммуникационных технологий происходит по классическим эволюционным схемам, однако темпы развития могут быть более или менее высокими и, как правило, любая «революция» терпеливо ждет момента, когда созреют все необходимые условия для очередного появления более совершенных средств или новых услуг и возможности удовлетворения спроса на них. Переход телевидения на цифровой формат продолжается в мире уже более 15 лет, и сроки этого «революционного» процесса достаточно размыты, за исключением ряда территорий. Только в 2012 году цифровизация телевидения в мире преодолела 50%-й рубеж.

Для развития любого направления техники или предоставления тех или иных услуг более подходящим термином, заимствованным из биологии, является «эволюция».

Рождение и становление современного телевизионного гиганта определили такие классические методы доставки контента, как эфирное, кабельное и спутниковое. Непрерывно конкурируя между собой и, как правило, считая проценты охвата в свою пользу, эти три среды доставки смогли охватить как платным, так и бесплатным телевидением почти все население мира.

Существует ещё понятие условно бесплатного телевидения. При платном телевидении плата взимается за контент и за подключение. К условно бесплатному относятся случаи, когда плата взимается только за подключение (например плата за пользование общей антенной в многоквартирном доме при эфирном приёме).

С позиции бизнеса предоставляемые абоненту услуги оплачиваются либо рекламодателем, либо самим абонентом. Во всём мире, в том числе в нашей стране, происходит рост абонентов платного телевидения. И к этому подталкивают сами пользовате-

ли. Российские абоненты в силу своего менталитета делают это менее охотно, но, тем не менее, по прогнозам Медиакоммуникационного союза (МКС), к 2025 году объём платного рынка в России может удвоиться и достичь 831 млрд руб. [2].

В конце 20-го века в упомянутой эфирно-кабельно-спутниковой телевизионной триаде появились элементы беспокойства, связанные с нарождением новой и необычной медиасреды доставки контента – Интернета. Прошло немного времени, и Интернет сейчас превратился во всемирную сеть, способную передавать с высоким качеством данные, речь, видео. В настоящее время число постоянных пользователей Интернета составляет около 3 млрд человек (в 2020 г. с учётом интернет-вещей ожидается 50 млрд подключений). Доля информации, которая черпается из Интернета, растёт с каждым годом, в том числе и видеоинформации (онлайн-телевидение). Если считать, что суточное количество информации, воспринимаемой человеком, ограничено его биологическими свойствами, то естественно ожидать, что должен наступить отток телезрителей к другим средствам доставки информации, построенным на принципах, отличных от классических.

Основным ориентиром любого прогноза являются предпочтения пользователей. То есть будущее телевидения зависит от изменений в склонности пользователей к восприятию контента и его структуры теми или иными способами.

Пользователи телевидения – это практически все жители мира, населяющие более 250 стран. Эти страны расположены на разных ступенях социально-экономического, технического и культурного развития, каждая из них обладает самобытностью и собственной историей. Условно страны делятся на три группы, отличающиеся по удельному национальному доходу. Процесс развития телевизионного вещания в этих группах происходит со смещением во времени. Существенные отличия могут быть и внутри каждой из групп. Поэтому при разработке прогнозов необходимо считаться с национальными особенностями.

МСЭ выполняет благородную задачу по созданию единых рекомендуемых норм и требований, предъявляемых к инфокоммуникационным технологиям, что позволяет упростить взаимодействие между телекоммуникационными сетями.

Все сетовали на то, что аналоговое цветное телевидение в мире распалось на три стандарта: NTSC, PAL и SECAM. При переходе к цифровому вещанию количество стандартов, одобренных МСЭ, увеличилось до четырех: DVB, ATSC, ISDB и DTMB. Внедрение технологии ультравысокой чёткости может привести к ещё большему росту числа стандартов. Поэтому попытки создания единых мировых стандартов или платформ не дадут ожидаемого результата или этот результат будет кратковременным и эфемерным.

Наличие нескольких стандартов не исключает возможностей международного обмена телевизионной информацией. Наиболее примитивный способ – переприём по видеочастоте. В настоящее время существуют и более рациональные способы телевизионного роуминга – это транскодирование и трансмодуляция. Выпускаемые в мире телевизоры становятся все более и более мультистандартными, благодаря успехам в области микроэлектроники. Эти технические решения порой более выгодны той или иной стране, чем подчинение единому или наиболее распространённому стандарту, особенно если ещё необходима выплата лицензионных отчислений.

В нашей стране широко, и в общем-то справедливо используется понятие гармонизации стандартов. Но иногда гармонизация с зарубежными стандартами перерастает в сверхзаимствование и угодничество. Поэтому необходимо возродить былую оригинальность и самостоятельность отечественных стандартов [3].

Конечным показателем эффективности телевидения является его смотрение, то есть среднее время в часах, проводимое зрителем по наблюдению телевизионных программ. Это время существенно зависит от возрастных, половых, социально-культурных, национальных и других признаков аудитории.

Современное так называемое линейное телевидение смотрят на различных экранах: телевизоре, ноутбуке, смартфоне, планшете. Зрители старшего возраста пользуются в основном телевизором. Молодежь предпочитает индивидуальные средства приёма. Но существует такая закономерность: чем меньше экран, тем меньше время просмотра. Наиболее продвинутая молодежь, выросшая в цифровом мире, получила прозвище цифровых аборигенов. Старшее поколение относится к цифровым иммигрантам. За счёт старшего поколения среднее время смотрения продолжает несколько расти. Немаловажную роль в этом играет такой демографический фактор, как растущая средняя продолжительность жизни человека.

Определённой новизной телесмотрения стало одновременное совмещение с использованием компьютера, ноутбука, планшета. Это так называемый режим «второго экрана».

Рассмотрим основные особенности восприятия видео при современном линейном телевидении и особенности восприятия в Интернете.

Особенности существующего линейного телевидения:

- фоновый режим работы;
- соблюдение привычного режима передачи программных продуктов (дисциплина);

- простой доступ к детскому восприятию и сниженный пороговый возраст общения с телевизором;
- наличие прайм-тайма;
- достаточно простая схема взаимодействия с рекламодателями;
- выработка у пользователя привязанности (любви) к тому или иному конкретному каналу;
- в настоящее время соответствует менталитету большей части зрителей.

Необходимо отметить существенное отличие реакции телезрителей на прямой эфир и видеозапись. Прямой эфир – это как бы чистокровное телевидение (парное молоко), а видеозапись – это суррогатное телевидение (порошковое молоко). Линейное телевидение много потеряло из-за сокращения объёмов прямого эфира.

Особенности приёма информации через Интернет:

- интерактивность;
- всепроникаемость;
- быстрый доступ к оперативной (актуальной) информации, представляемой различными поставщиками;
- возможность быстрой смены программной концепции;
- меньшее время восприятия оперативной информации;
- возможность выбора и многократного просмотра интересующей информации.

Если ничего не предпринимать, то со временем Интернет, благодаря своим особенностям и ряду преимуществ, может вытеснить привычное телевидение, и в первую очередь платное.

В сложившихся условиях наиболее разумным решением является конвергенция телевидения и Интернета или, иначе, создание гибридного телевидения. При этом слово и сущность телевидения сохраняются.

Это достаточно очевидное и общее мнение. Однако путей к переходу на гибридное телевидение много и низка вероятность того, что будет найден единственный так называемый глобальный путь.

Переходу на гибридное телевидение способствует рост быстродействия микропроцессоров и объёма электронной памяти.

Важнейшими факторами, которые необходимо учитывать при модернизации телевизионного вещания, являются персонализация и интерактивность. Эти два понятия далеко не новые. Персонализация появилась, как только в домохозяйстве стало больше одного телевизора. Этот процесс ускорился после того, как стал возможным приём телепрограмм на различные устройства (мобильники, смартфоны, планшеты и т.п.). Но именно персонилизация играет решающую роль в необходимости структурного пересмотра программной концепции телевизионного вещания.

Интерактивность родилась вместе с рождением радиовещания, позже телевизионного вещания. Достаточно вспомнить концерты по заявкам радиослушателей или «По вашим письмам». Современное понимание интерактивности более глубокое, когда телезритель превращается в активного участника процесса формирования и распространения телепрограмм. Наибольшими возможностями внедрения интерактивности до настоящего времени обладало кабельное телевидение. Однако этими возможностями пользовалось в начале двухтысячных годов не более 10–15% абонентов. В настоящее время эти возможности существенно расширились.

Но, как показал опрос, проведённый в США и европейских странах в 2013 г., лишь около 50% владельцев телевизоров с услугами интерактивности пользуются этим благом.

Интерактивность – это некая «мина очень замедленного действия». Об интерактивности наслышаны почти все, желание иметь такой сервис есть у большинства, но пользуется этим в настоящее время далеко не каждый.

Одним из решений, но не единственным, симбиоза телевизора и Интернета (Интернет-телевизора) являются так называемые смарт-телевизоры. Телевизионное приемное устройство, построенное по этой технологии, позволяет прямо с телевизора выходить в сеть Интернет, получать доступ к всевозможным онлайн-службам и социальным сетям. Использование стандарта домашней сети по обмену информацией DLNA (Digital Living Network Alliance) позволяет подключать к телевизору персональные компьютеры, планшеты, смартфоны, камеры и другие устройства с поддержкой DLNA. Таким образом, приёмные абонентские устройства по мере совершенствования и смены моделей приобретают всё более универсальный характер.

С учётом важности этого направления конвергенции в июне 2012 года образована международная ассоциация Smart TV Alliance, которая к настоящему времени объединяет около 20 ведущих производителей телевизоров. Важным этапом в работах Smart TV Alliance стала разработка программы поддержки разработчиков приложений, которая позволит им предоставлять свои приложения для смарт-телевизоров и единого интегрированного контроля качества. Целью альянса является разрушение барьеров в сфере разработки и дистрибуции приложений для смарт-телевизоров. Ожидается, что количество приложений в ближайшее время увеличится во много раз.

Из крупных производителей смарт-телевизоров в альянс не вошла компания Samsung, разрабатывающая свою линейку приложений.

Смарт-телевизоры получают признание как среди потребителей, так и среди рекламодателей.

Любые прогнозы опираются на статистику. Необходимо отметить, что мировая статистика в области телевизионного вещания находится на недостаточном уровне. Пожалуй, единственным правдоподобным показателем является количество проданных в год телевизоров, в том числе по их основным характеристикам. Из них две трети идет на замену устаревших моделей, но неизвестно, как при этом обходятся со старыми приёмниками: они утилизируются или используются как вторые, третьи телевизоры в домохозяйстве. Поэтому сегодня нет точных данных о количестве активно работающих телевизоров в мире. По мнению автора, эта величина находится в пределах 2,6–2,7 млрд. шт.

На рис. 1 приведена широко публикуемая диаграмма роста числа телевизоров, подключаемых к Интернету известного и уважаемого английского аналитического агентства Digital TV Research. Но и она содержит ошибки. Из-за отсутствия достоверной информации страдают прогнозы.

Рис. 1

Как отмечалось выше, больше всего можно доверять статистике по продажам. На рис. 2 приведены результаты, полученные известной американской фирмой Deloitte & Touche Tomatsui International («Делойт»), по совокупной продаже изделий по приёму видео и телевидения. Начиная с 2007–2008 г. установилось определённое и довольно постоянное количество производимых в мире телевизоров, которое примерно равно 230 млн шт. Наибольшими темпами растёт количество смартфонов. В определённой степени они потеснили производство ПК и приостановили бурный рост изготовления планшетов. Смартфоны, наряду с мобильными телефонами, стали в настоящее время обязательными составляющими экипировки человека, а следовательно, и моды. Это также определило их быстрый рост и сменяемость.

Очень много в последние годы говорится об OTT-технологии. Это действительно зарождающаяся технология, предоставляющая новые возможности получения платного лицензионного видеоматериала на любые видеоприёмные устройства для большой группы пользователей. С учётом низкой начальной базы,

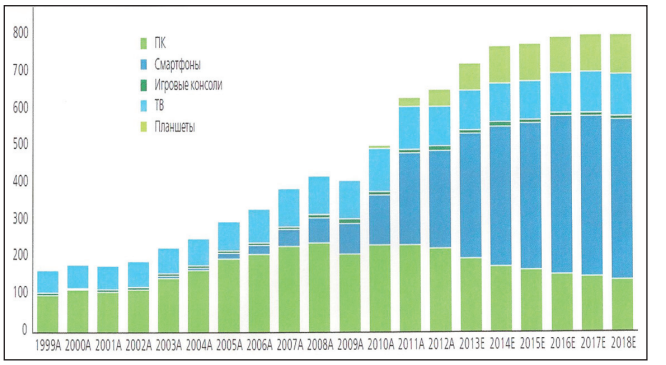

Рис. 2

темпы роста представляются большими. Дальнейший рост OTT-сервиса связан с поиском наиболее приемлемой бизнес-модели, а также законодательного закрепления взаимоотношения между OTT-провайдерами и операторами сетей связи. Структурные сдвиги в модели телевидения не связаны с технологией OTT и в настоящее время не представляют угрозы спутниковому, кабельному и эфирному телевидению. OTT-сервисы займут свою умеренную нишу и к 2025 г. составят 7–9% в объёме медиакоммуникационного рынка.

По общему мнению специалистов, основным трендом развития телевидения на ближайшие годы является внедрение нового стандарта разрешающей способности UHDTV (4K и 8K), принятого Международным союзом электросвязи 23 августа 2012 г. как рекомендация ITU-R BT.2020 [4].

Безусловно, будут решаться и другие технологические задачи в области телевизионного вещания, напрямую не связанные со структурными сдвигами. Технология телевизионного вещания определит требования к промышленному оборудованию и программному обеспечению. Среди них:

- создание новых транспортных средств доставки контента;
- совершенствование средств компрессии видеосигналов;
- создание студийных средств с учётом модернизации технологии создания программ;
- дальнейшая автоматизация технологии телевизионного вещания;
- оптимизация эфирного вещания по критерию минимизации излучаемой в эфир мощности;
- повышение КПД эфирных передающих устройств;
- построение СНТВ в новых диапазонах частот;
- разработка объёмного телевидения на голографических принципах;
- совершенствование средств измерения телесмотрения.

Дальнейшее совершенствование телевизоров – это прямое продолжение рис. 3 «Как время меняет нас». Это повышение разрешения, увеличение цветопередачи, в том числе за счёт повышения ярко-

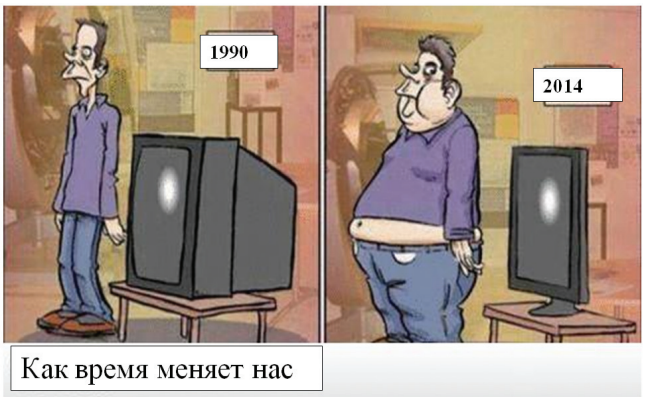

Рис. 3

сти, улучшение качества звука (многоканальный звук), снижение потребления энергии абонентскими устройствами, разработка инструментальных методов оценки качества ТВ-изображения, разработка абонентских широкополосных шлюзов, совершенствование пользовательского интерфейса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для большинства населения мира телевидение, интегрированное с Интернетом, как мощное средство массовой информации, культурно-просветительское и развлекательное средство, а также как составная часть быта человека, сохранится на несколько десятилетий.

Расширяются средства доставки и приёма телевидения. Это будет сказываться на изменениях доли тех или иных средств передачи. Постепенно будет уменьшаться доля, в первую очередь, кабельного телевидения и затем эфирного телевидения. Тем не менее потенциал кабельного и эфирного телевидения ещё далеко не исчерпан. Снижения доли спутникового телевидения пока не просматривается.

По мере становления устойчивой бизнес-модели займет свою нишу ОТТ-телевидение.

Сохранится конкурентная борьба между участниками рынка телевизионного вещания, а следовательно, и многостандартность.

Ожидаются структурные изменения методов вещания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кривошеев М.И., Шавдия Ю.Д., Федунин В.Г. Цифровое телевизионное вещание. Везде и всегда, для всех и для каждого // Труды НИИР. – М.: ФГУП НИИР, – 2014.

2. Крылова А. Медиакоммуникационной отрасли быть // ИнформКурьер – Связь. – 2014. – № 12.

3. Кукк К.И. Национальные особенности перехода на цифровое телевизионное вещание // Вестник связи. – 2010. – № 1.

4. Рекомендация МСЭ BT.2020 (08/2012) – Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange (телевидение сверхвысокой чёткости, 7680 × 4320, 3840 × 2160, 16:9).

Кукк Калью Иванович,
главный эксперт по вопросам внедрения регионального цифрового телевидения ЗАО «МНИТИ»,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 763-45-36,
e-mail: mniti@mniti.ru

***Сагдуллаев Ю.С.**, д.т.н.*

ВЕЩАТЕЛЬНОЕ И ПРИКЛАДНОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ. ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

В данной статье показывается роль отечественных учёных и специалистов в становлении мирового телевидения. Рассматриваются возможные пути развития современных систем вещательного и прикладного телевидения.

КЛЮЧЕВЫЕ МОМЕНТЫ В СТАНОВЛЕНИИ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Как известно, первоначально термин «телевидение» (*видение на расстоянии*) возник в 1890 году. Он впервые прозвучал в докладе «Электрическое телевидение» русского инженера-электрика К.Д. Перского на международном конгрессе в Париже [1].

Одним из основоположников электронного телевидения считается русский учёный Б.Л. Розинг. Он в 1907 г. создал систему «катодной телескопии» с использованием электронно-лучевой трубки для воспроизведения изображений. В мае 1911 г. он продемонстрировал изображения простых движущихся геометрических фигур на действующей установке, передающая часть которой была оптико-механической.

В 2003 г. по инициативе учёных Санкт-Петербургского технологического института и НТОРЭС им. А.С. Попова, при поддержке СМИ и активном участии НИИ телевидения, на фасаде здания Технологического института была установлена памятная доска Б.Л. Розингу – автору идеи электронного телевидения [3].

Проект полностью электронной системы чёрно-белого телевидения был предложен в 1925 г. группой изобретателей во главе с Б.П. Грабовским. Под его руководством 26 июля 1928 г. *впервые в мире* в г. Ташкенте были продемонстрированы на экспериментальной телевизионной (ТВ) установке простейшие движущиеся изображения. В связи с этим событием можно говорить о том, что Ташкент является *родиной электронного телевидения*.

Вот что пишет об этом событии сам Б.П. Грабовский [4]: «.... Ровно в 12 часов дня 26 июля 1928 года по ташкентскому времени были включены передатчик и приёмник. Перед объективом передатчика стоял мой лаборант И. Белянский. Его движимое изображение появилось на экране электронно-лучевой трубки приемника. Изображение было некачественным, но всё же можно было временами различить, что это был мой лаборант И. Белянский. Через несколько дней, а именно 4 августа 1928 года, наши приборы были установлены на улице, и во время удачных моментов работы установок был схвачен движущийся трамвай. Конечно, изображения были некачественными, установки были кустарные, самодельные, но всё же первые опыты были проделаны мною с И. Белянским у нас в СССР, в частности в Ташкенте, в 1928 г.»

Развитие и внедрение систем электронного телевидения продолжилось после изобретения и практической реализации передающих ТВ-трубок с накоплением электрических зарядов. Первая из таких трубок – иконоскоп, был изобретен в 1931 г. независимо друг от друга советским учёным С.И. Катаевым (1904–1991 гг.) (приоритет от 24.09.1931 г.) и выходцем из России (г. Муром), учеником Б.Л. Розинга, впоследствии американским учёным В.К. Зворыкиным (1888–1982 гг.) (приоритет от 13.11.1931) [2]. Накануне 125-летия со дня рождения ему установлены памятники в Москве (Останкино) и на его родине – в Муроме [3].

Эффективное решение проблем телевидения стало возможным благодаря усилиям большого числа специалистов смежных отраслей науки и техники в течение прошлого столетия. Итогом этих работ явилось поэтапное создание в 30–40 годы прошлого столетия электронных систем чёрно-белого телевидения. В 1948 г. в нашей стране был осуществлён переход на современный ТВ-стандарт с разложением на 625 строк, предложенный в 1944 году С.И. Катаевым и С.В. Новаковским.

Вторые 50 лет прошлого столетия в СССР, а затем и в России (после 1991 г.) наряду с аппаратным совершенствованием систем телевидения усилия были направлены на создание:

- развёрнутой сети ТВ-центров для полного охвата территории страны телевещанием;
- космического сегмента телевидения, включающего научное оборудование исследования Земли и планет, оборудование пилотируемых космических станций и космических ретрансляторов ТВ-программ;
- принципиально нового поколения техники телевидения, основанного на твердотельной технологии, первым шагом которого был переход от передающих ТВ-трубок к приборам с зарядовой связью (ПЗС) и др.

В этот период в СССР начиная с 1967 г. был дан старт цветному вещательному телевидению и, соответственно, развитию средств и систем цветного телевидения. Момент создания и внедрения систем цветного телевидения является важным рубежом появления видеоинформационных технологий, обеспечивающих увеличение количества информации, доставляемой до потребителя за счёт формирования цветных ТВ-изображений.

В конце XX века были изобретены КМОП (комплементарная структура металл-окисел-полупроводник) матричные фотоприёмники, которые после изобретения активного пикселя, благодаря относительно дешёвой технологии, совместимой с изготовлением цифровых элементов управления развёрткой, быстро начали конкурировать с ПЗС. Перспектива КМОП-фотоприёмников связана также с возможностью создания видеосистем на кристалле, где кроме фотоприёмника располагается цифровой кодер или цифровой вычислитель параметров сигналов.

К концу XX века (через 100 лет после изобретения в России первой системы цветного телевидения А.А. Полумордвиновым) у населения нашей планеты было ТВ-приёмников в два раза больше, чем стационарных телефонных аппаратов.

Важной особенностью развития телевидения в последнее десятилетие прошлого века и начала XXI столетия является повсеместный переход к цифровому вещательному телевидению в планетарном масштабе. Здесь следует отметить большую роль наших отечественных учёных в современном становлении и развитии систем цифрового телерадиовещания.

Разработка международных рекомендаций по системам цифрового ТВ-вещания в течение многих лет проводилась в 11-й Исследовательской комиссии (ИК 11) под эгидой Международного союза электросвязи (МСЭ). С 1970 по 2000 год председателем ИК 11 МСЭ-Р был доктор технических наук, профессор М.И. Кривошеев, под его руководством было разработано свыше 150 международных стандартов по ТВ-вещанию [7].

Значительные достижения в вещательном телевидении, технике передачи и воспроизведения изображений позволили применять системы телевидения в самых различных областях науки и техники, народном хозяйстве и промышленности.

Как известно, прикладное телевидение включает большое число разнообразных самостоятельных ТВ-систем, отражающих целевой характер их использования. Здесь можно выделить следующие их основные разновидности: космическое телевидение, телевизионную астрономию, подземное и подводное телевидение, телевизионную автоматику, охранное телевидение и многие другие системы.

Системы прикладного телевидения, осуществляющие регистрацию отражённого лучистого (светового) потока в нескольких узких зонах, внутри широкого спектрального интервала от 0,2 мкм до 2,5 мкм, получили в начале 70-х годов в отечественной литературе название спектрозональных ТВ-систем.

Такие системы могут быть оптико-механическими, оптико-электронными или малокадровыми ТВ-системами с использованием различных датчиков и принципов формирования сигналов [2]. В настоящее время они находят широкое применение для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, а также для решения других специальных задач.

УРОВНИ ВИДЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Современные видеоинформационные технологии и системы телевидения характеризуются тремя основными направлениями своего практического развития, которые проявляются в обеспечении:

- высококачественного ТВ-вещания для широких слоёв населения с передачей сигналов социального пакета и платных ТВ-программ по спутниковым, наземным (эфирным) и кабельным линиям связи со стандартной, повышенной и высокой чёткостью в виде двумерных или объёмных изображений;
- формирования видеоинформации для визуального наблюдения, контроля и анализа состояния различных классов объектов, решения информационно-измерительных и управляющих задач в различных отраслях науки, техники, промышленности и в транспортной инфраструктуре;
- выполнения задач многопрограммного ТВ-вещания;
- формирования пакета мультимедийных услуг связи с передачей сигналов по *IP*-сетям.

На рис. 1 представлена общая классификация видеоинформационных технологий и систем, главной составляющей которой являются системы телевидения. Классификация отображает вещательный и прикладной характер использования таких систем [2].

Первый и второй уровни развития видеоинформационных технологий, систем телевидения отображают становление и развитие электронных аналоговых вещательных и прикладных систем чёрно-белого (1935–1948), цветного (1952–1967) и спектрозонального телевидения (1970–1985).

Третий уровень развития видеоинформационных технологий и систем телевидения характеризуется началом внедрения цифровой обработки и передачи сигналов ТВ-изображений в цифровом формате стандартной чёткости для вещательного и прикладного телевидения, а также появлением *IP*-телевидения. Данный этап характеризуется началом цифрового ТВ-вещания в обычном формате и практическим прекращением аналогового ТВ-вещания в передовых

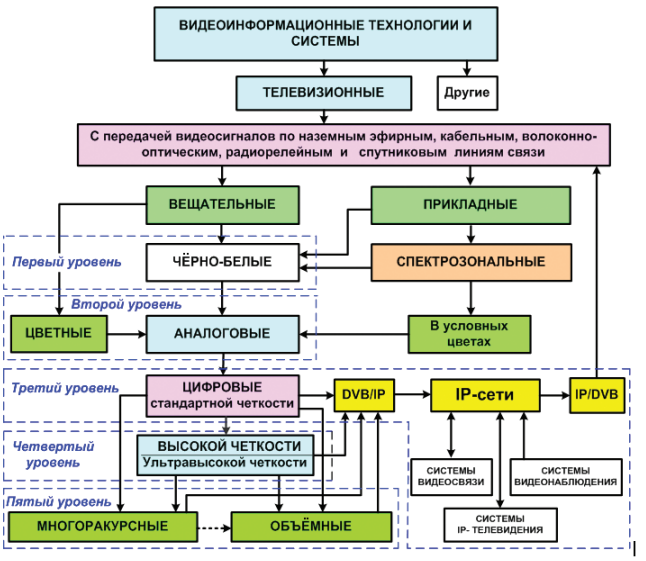

Рис. 1. Общая классификация видеоинформационных технологий и систем телевидения

странах мира, приведением всех звеньев ТВ-тракта полностью к цифровому формату. По решению МСЭ переход на эфирное цифровое телевидение семейства *DVB* для нашей страны должен завершиться в 2015 году. Для всех стран мира этот переход должен будет осуществляться согласно ранее принятым срокам, а если будет задержка – то на вторичной основе.

Четвёртый уровень развития видеоинформационных технологий и систем телевидения непосредственно связан с дальнейшим развитием цифрового ТВ-вещания, передачей и отображением ТВ-информации высокой чёткости различных уровней. Данный этап будет характеризоваться повсеместным переходом к объёмному ТВ-вещанию. Полная реализация данного этапа возможна только в дальнейшей перспективе к 2025–2035 годам.

Пятый уровень развития видеоинформационных технологий и систем телевидения непосредственно связан с внедрением вещательных и прикладных систем с ультравысокой чёткостью изображений объёмного и многоракурсного телевидения.

Отдельное самостоятельное направление видеоинформационных цифровых технологий и систем третьего уровня включает новое *IP*-направление, когда осуществляется передача сигналов вещательного телевидения и решение задач видеонаблюдения, предоставления услуг видеотелефонии и видеоконференцсвязи с использованием *IP*-технологий и сетей связи [6].

Это направление, показывающее проникновение систем телевидения в *IP*-среду, развивается быстрыми темпами. При этом использование операций вида *DVB/IP* и *IP/DVB* позволяет осуществлять обмен, обеспечивать преобразование и циркуляцию видеоинформации с использованием различных сред передачи данных. Надо отметить, что дальнейшее распространение и развитие получат видеоинформационные технологии и системы передачи информации по *IP*-сетям с доставкой различных видов видеоинформационных услуг мобильным пользователям.

Первое десятилетие XXI века характеризуется тем, что вещательное телевидение многих стран мира стало переходить от аналогового к цифровому телевидению, а именно в третий уровень своего развития. Этот переход в планетарном масштабе для всех стран займёт ещё, пожалуй, десятки лет в силу консервативности как самих существующих систем и средств телевидения, так и их потребителей, включая и владельцев этих средств. Представленная классификация видеоинформационных технологий и систем телевидения показывает основные направления становления и будущего возможного развития систем как вещательного и прикладного телевидения, так и *IP*-телевидения на ближайшие десятилетия XXI века.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕЩАТЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Становление цифрового телевидения в сочетании с передовыми телекоммуникационными технологиями обуславливает новый уровень их развития в глобальной мировой инфраструктуре [6, 7]. Следует отметить следующие важные достижения отечественных и зарубежных учёных и специалистов в области разработки и реализации новых видеоинформационных технологий и их составляющих:

- создание эффективных методов и устройств компрессии (сжатия) видеоинформации, канального кодирования и модуляции сигналов;
- поэтапное внедрение систем вещательного цифрового телевидения стандартной и высокой чёткости с передачей сигналов по спутниковым, радиорелейным, кабельным и эфирным каналам связи;
- создание методов, систем и устройств высококачественной видеозаписи цифровых видеосигналов;
- создание портативных репортажных ТВ-станций и установок;
- внедрение систем мобильного телевидения;
- трансляция программ вещательного объёмного телевидения;
- передача сигналов телевидения по *IP*-сетям, внедрение систем видеоконференцсвязи, видеотелефонии, систем *IP*-телевидения и др.

Рассматривая используемые видеоинформационные технологии в тракте формирования, обработки, передачи и приёма сигналов, а также отображения информации, можно выделить три главных ключевых процесса:

- формирование сигналов ТВ-изображений;

- обработку и передачу сигналов телевидения по каналам связи;
- приём и отображение сигналов ТВ-изображений.

Данные процессы фактически определяют вид той или иной системы телевидения, её основные параметры и характеристики. Совершенствование и дальнейшее развитие систем телевидения связаны с этими процессами и требуют нахождения новых методов, эффективных технологий и технических решений по формированию, обработке, передаче и отображению сигналов изображений.

Что является исходным эталоном и аналогом в этих процессах? Как ни странно, но это углубленный учёт, во-первых, особенностей зрительного восприятия оптических изображений человеком и, во-вторых, новых достижений в науке, технике и технологии, в первую очередь микроэлектронике.

Хотя по некоторым параметрам системы телевидения уже превосходят биологическую систему человеческого зрения, тем не менее главный недостаток современных вещательных систем телевидения – их малая разрешающая способность по сравнению с разрешающей способностью зрительного аппарата человека. Это видно из того, что общее число светочувствительных и цветочувствительных элементов – палочек и колбочек, которые имеет глаз, составляет огромное число (порядка 120–125 млн палочек и 5–7 млн колбочек). Далее чрезвычайная простота достижимых задач по анализу изображений с использованием видеосистем технического зрения по сравнению с задачами, которые может решать сам человек, используя зрительное восприятие оптических изображений.

Поэтому, в первую очередь, будущее развитие видеоинформационных технологий формирования и обработки сигналов телевидения должно быть направлено на постепенное устранение этого существенного недостатка путём полного перехода к телевидению высокой чёткости (ТВЧ) и далее, к телевидению сверхвысокой (ультравысокой) чёткости. Это является *первым направлением* развития систем телевидения в ближайшие десятилетия XXI века (повышение разрешающей способности ТВ-систем).

На рис. 2 показаны различные форматы видеоизображений для систем вещательного и прикладного цифрового телевидения стандартной, повышенной, высокой и сверхвысокой чёткости [2].

В формате *Ultra High Definition Television* (*UHDTV*) различают два уровня разрешения – 4K, что соответствует разрешению 3860 × 2160 элементов, и 8K с максимальным разрешением в кадре изображения 7680 × 4320 элементов, что в 16 раз превосходит разрешение стандарта *HDTV* [8]. Увеличение числа исходных элементов в ТВ-изображениях приводит к резкому увеличению необходимой скорости пере-

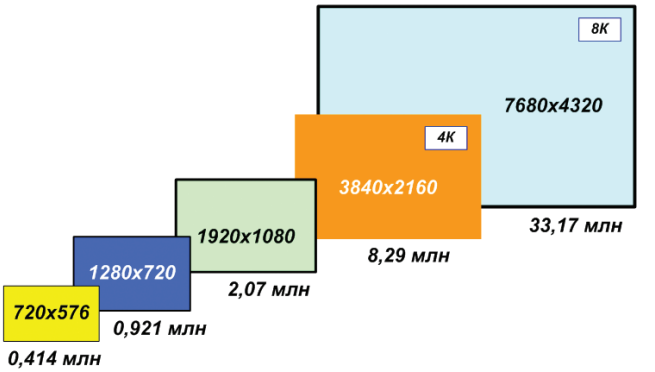

Рис. 2. Форматы систем цифрового телевидения стандартной, повышенной, высокой и сверхвысокой чёткости

дачи видеосигналов в цифровой форме по каналам связи.

Второе направление развития систем телевидения непосредственно связано с первым и включает разработку новых методов передачи сигналов телевидения высокой чёткости в стандартной полосе частот канала связи (повышение эффективности использования каналов связи). Это достижимо при разработке ещё более эффективных методов компрессии видеосигналов, создании новых методов и устройств канального кодирования и модуляции ТВ-сигналов.

Третье направление развития вещательного телевидения неразрывно связано с созданием эффективных устройств отображения двумерной и трёхмерной видеоинформации высокой чёткости (повышение качества воспроизведения видеоинформации и её теоретическое приближение по яркости, цветопередаче и объёмности к оригиналу передаваемой сцены).

Известные средства отображения информации для коллективного пользования представляют собою составной (сборный) большой экран [9, 10], на котором можно одновременно отображать несколько отдельных ТВ-изображений (рис. 3*а*) или одно из них с большей разрешающей способностью (рис. 3*б*).

Наряду с видеоинформацией в виде реальных сюжетов ТВ-программ могут отображаться также и компьютерные изображения, представленные в виде зависимостей, электронных карт и т.д. Такие средства отображения информации имеют практическое применение для решения различных задач видеонаблюдения и управления объектами в космонавтике, на транспорте (железные дороги, городской транспорт, судоходство, авиация), в промышленности (нефтяной, газовой, химической и др.), в отрасли связи, атомных станциях, электроэнергетике и других отраслях.

Они также необходимы в местах массового скопления людей на вокзалах и в аэропортах, при проведении спортивных соревнований, в выставочной деятельности, сфере досуга и индустрии развлечений и т.д.

а)

б)

Рис. 3. Отображение на составном экране нескольких ТВ-изображений или одного из них

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРИКЛАДНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

На сегодня системы прикладного телевидения формируют обычные чёрно-белые, цветные *RGB*-изображения или спектрозональные изображения (чёрно-белые, в «условных» цветах) путём регистрации отражённого или излучённого лучистых потоков от объектов в нескольких спектральных участках (зонах): ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра, с учётом окон прозрачности атмосферы [2].

На рис. 4 показаны разновидности формируемых изображений в системах прикладного телевидения. В зависимости от вида формируемых изображений передающие ТВ-камеры (видеокамеры) называют чёрно-белыми, цветными или спектрозональными. При этом они могут осуществлять формирование сигналов двухмерных, объёмных или многоракурсных видеоизображений [11].

Согласование входного звена передающих ТВ-камер с объектами видеонаблюдения по спектрально-энергетическим признакам определяется выбранными спектральными участками (зонами) регистрации лучистого потока. Согласование по пространственным признакам определяется разрешающей способностью выбранного матричного фотоприёмника и оптической системой – объективом, который может быть с постоянным или переменным фокусным расстоянием, иметь определённую светосилу, работать в различных спектральных участках и т.д.

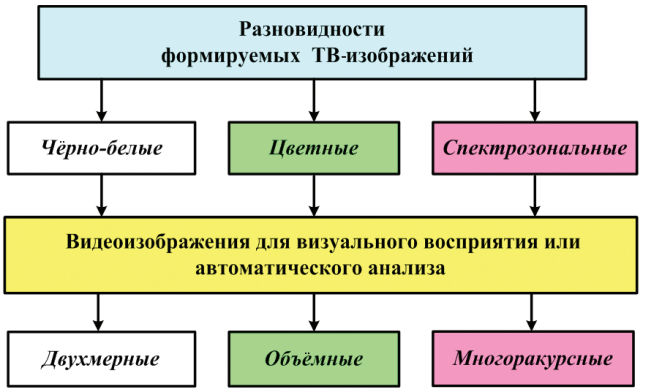

Рис. 4. Разновидности формируемых изображений в системах прикладного телевидения

Развитие микроэлектроники и видеоинформатики с применением их в системах прикладного телевидения будет неразрывно связано с решением задач, включающих разработку новых подходов и принципов формирования изображений с высоким разрешением, в первую очередь с использованием достижений ТВ-микроэлектроники – видеосистем на кристалле с цифровой обработкой сигналов все в одном, а также эффективных методов компрессии и передачи видеосигналов в цифровой форме и их видеозаписи, алгоритмов и эффективных способов автоматической селекции и распознавания различных объектов в многокомпонентных изображениях с использованием вычислительных и программных средств и др.

Системы прикладного телевидения будут находить своё разностороннее применение при решении информационных, измерительных и управляющих задач в различных отраслях науки, техники и промышленности. Будут создаваться более совершенные системы технического зрения и ТВ-автоматики, которые востребованы в робототехнике и в различных технологических процессах.

ПОДГОТОВКА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ ДЛЯ ОТРАСЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

В первую очередь, для развития отрасли важная роль должна отводиться вопросам и системе подготовки специалистов через вузы – университеты и институты, дающие высшее образование и инженерную подготовку кадров по различным специальностям

в области телевидения, а также в смежных областях радиоэлектроники.

Для этого необходимо осуществлять подготовку научных кадров для отрасли телевидения (через докторантуру и аспирантуру) и технических кадров (в вузах) таким образом, чтобы современные и будущие специалисты телевидения могли бы не только эксплуатировать системы вещательного или прикладного телевидения, но и быть подготовленными к самостоятельной разработке новых перспективных видеоинформационных технологий и систем.

Они должны осуществлять генерацию новых идей, передовых научных и технических решений в области разработки систем и устройств формирования, обработки, передачи и отображения ТВ-информации, а также создания алгоритмических и аппаратно-программных средств обеспечения современных систем вещательного и прикладного телевидения.

Это позволит вновь вывести отечественные разработки по ТВ-технике на передовой уровень. Ярким примером этого являются выполненные нашими учёными и специалистами более ста лет тому назад исследования и практические разработки, которые внесли существенный и неоспоримый фундаментальный вклад в появление и развитие телевидения на нашей планете.

Одним из направлений в достижении вышесказанного является оказание всемерной поддержки интеграции и развитию научно-производственных центров и сообществ на различных уровнях. Это будет способствовать обеспечению более эффективного совместного взаимодействия и технического сотрудничества коллективов учебных заведений, научных институтов и промышленных предприятий и помогать ускорению создания и внедрению имеющихся отечественных разработок в области видеоинформационных технологий, систем и устройств вещательного и прикладного телевидения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Телевидение: Учебник для вузов / Джакония В.Е., Гоголь А.А., Друзин Я.В.и др.: Под ред. Джаконии В.Е. – М.: Радио и связь, 2000. – 640 с.: илл.

2. Зубарев Ю.Б., Сагдуллаев Ю.С., Сагдуллаев Т.Ю. Видеоинформационные технологии систем связи. – М.: Изд-во «Спутник +», 2011. – 296 с.

3. Зеленова В.В., Цыцулин А.К. Один юбилей Зворыкина // Вопросы радиоэлектроники, сер. Техника телевидения, 2013. – вып. 2. – С. 137–144.

4. http://www.qrz.ru/articles/article450.html/ Ю. Радченко. Грабовский Б.П. и его Телефот. Мифы и реальность.

5. Манцветов А.А., Цыцулин А.К. Телекамеры на КМОП-фотоприёмниках // Вопросы радиоэлектроники, сер. Техника телевидения. – 2006, вып. 2. – С. 70–89.

6. Сагдуллаев Т.Ю., Сагдуллаев В.Ю. Видеоинформационные системы в IP-сети // Вопросы радиоэлектроники, сер. Техника телевидения. – 2009, вып. 2. – С. 29–50.

7. Сагдуллаев Ю.С. Отечественное телевидение XX и начала XXI столетий. Часть 1, 2, 3 // Broadcasting. Телевидение и радиовещание. – М.: 2012, № 4. – С. 40–42. – № 6. – С. 28–30. – № 7. – С.54–55.

8. Баланин Л.Н. Цифровое телевидение ультравысокой чёткости – новый этап развития телевизионной техники // Вопросы радиоэлектроники, сер. Техника телевидения – 2013, вып. 1. – С. 56–73.

9. Патент РФ № 2455671. Проекционное устройство отображения видеоинформации на составном просветном экране / Вилкова Н.Н., Любимов Б.О., Губко В.Д., Любимов А.О.,Сагдуллаев Ю.С. – опубл. 10.07.2012 г.

10. Сагдуллаев В.Ю., Сагдуллаев Ю.С. Отображение многоракурсной видеоинформации на составном просветном экране // Вопросы радиоэлектроники, сер. Техника телевидения – 2014, вып. 1. – С.116–123.

11. Ковин С.Д., Сагдуллаев В.Ю., Сагдуллаев Ю.С. Системы многоракурсного телевидения. – М.: «Спутник +», 2014. – 185 с.

Сагдуллаев Юрий Сагдуллаевич,
главный научный сотрудник ЗАО «МНИТИ»,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 787-45-36,
e-mail: sagdul@mniti.ru

Ковин С.Д., *к.т.н.*

ОПЫТ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ АВИАЦИОННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ В НИО-100

НИО-100 – одно из ведущих структурных подразделений ЗАО «МНИТИ», и основными его задачами являются исследование и разработка систем прикладного авиационного телевидения. Более 25 лет, до 2008 года, НИО-100 руководил Березанский В.М. За этот период под его руководством подразделение решило большое количество ответственных задач, устойчиво занимало первые места при ежегодном подведении итогов в институте. С 2008 г. руководство подразделением было доверено автору статьи. В данной статье рассмотрены основные итоги работы НИО-100 за последние годы и приводятся основные направления его дальнейшего развития.

Итоги производственной деятельности подразделения можно определить, исходя из трёх основных показателей: объём выполняемых работ (*V*), количество НИОКР (*N*), число сотрудников (*M*). На рис. 1 в относительных величинах (за единицу приняты цифры 2008 г.) приведены графики изменения названных выше величин с 2008 до 2014 г.

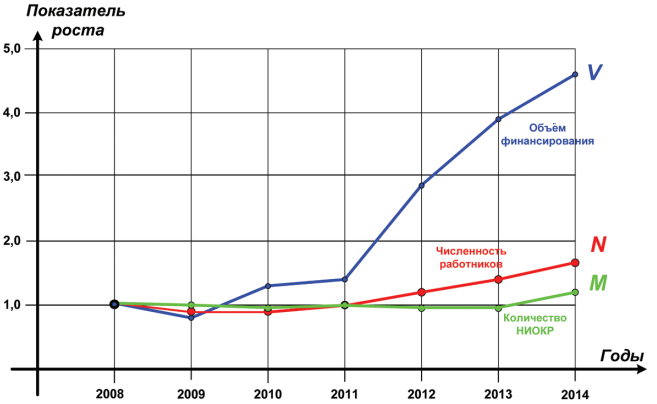

Рис. 1

Анализ графиков представленных зависимостей показывает, что за прошедший период при увеличении численности сотрудников на 70% и сохранении примерно того же количества тем объём выполняемых работ увеличился более чем в 4 раза. Если принять во внимание, что результаты 2008–2009 гг. объясняются общей экономической ситуацией того времени, можно отметить 1,5–2-кратный рост объемов каждый год начиная с 2011 г. При этом число сотрудников увеличивалось меньшими темпами, что обусловлено дефицитом в рассматриваемый период квалифицированных кадров, готовых работать за предлагаемую заработную плату.

В последнее время ситуация с кадрами меняется, о чём будет сказано ниже. В целом на сегодняшний день НИО-100 продолжает оставаться одним из ведущих подразделений института, регулярно занимая призовые места по итогам работы за год: 3-е место в 2014 г. и 1-е место в первом полугодии 2014 г. К числу мероприятий, за счёт которых были достигнуты высокие показатели, можно отнести:

- определение перспективных направлений развития научных исследований и разработок;
- оптимальное планирование выполнения НИОКР;
- подбор, подготовка и расстановка научно-технических кадров.

Рассмотрим их подробнее.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ

Как уже упоминалось, НИО-100 исторически занималось исследованиями и разработками в области создания систем прикладного авиационного телевидения. С учётом этого в 2008 г. было принято решение о том, что при определении перспективных направлений развития подразделения необходимо находиться в рамках своей основной компетенции. Это не означало, что работы, относящиеся, например, к использованию телевидения в иных условиях, например в космосе, отвергались, однако приоритет всегда отдавался тем работам, которые вписывались в основную тематику подразделения.

Такой подход позволил за прошедшие 7 лет разработать ряд новых образцов телевизионной (ТВ) техники. К их числу относятся: опытные образцы малогабаритной тепловизионной (ТПВ) системы слежения и ТВ–ТПВ обзорно-пилотажной системы нового поколения, экспериментальные образцы ТВ–ТПВ-системы слежения, спектрозональной ТВ-системы. Ведутся исследования по созданию многоракурсных, многоспектральных и стереоскопических систем [1–4].

Перспективные направления развития подразделения обеспечиваются параллельным созданием научно-технического задела. Силами сотрудников НИО-100 при этом были развёрнуты следующие работы:

- использование матричных датчиков изображения, работающих в видимой, ближней, средней и дальней областях ИК-спектра, создание на их основе передающих ТВ- и ТПВ-камер;
- создание интегрированных ТВ–ТПВ-систем с синтезом изображения;
- разработка новых алгоритмов автосопровождения и автоматического обнаружения, имеющих высокую помехоустойчивость, инвариантных к изменениям контраста, масштаба и ракурса объектов;
- использование современных высокопроизводительных процессоров, программируемых логических матриц с высокой степенью интеграции и создание спецвычислителей на их основе и др.

Проведение этих работ позволяет существенно повысить конкурентную способность заявок при проведении конкурсов на новые работы и снизить технический риск при выполнении текущих НИОКР.

2. ПЛАНИРОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ НИОКР

В марте 2008 г. был составлен новый перспективный план развития НИО-100. Его замысел предусматривал использование созданного за предыдущие годы задела в области создания систем слежения и освоения нового направления в создании систем прикладного авиационного телевидения – многоспектральных обзорно-пилотажных систем, предназначенных для оснащения пилотируемой и беспилотной авиационной техники. План предусматривал рациональную этапность реализации сформированных в нём предложений по совершенствованию систем слежения и созданию обзорно-пилотажных систем. Предполагалось параллельное создание опытных образцов с достижимыми на текущий период техническими характеристиками и одновременно макетных образцов, где бы апробировались перспективные схемотехнические решения. План был поддержан генеральным директором ЗАО «МНИТИ» и приведён в действие. В дальнейшем данный план уточнялся в 2010 и 2012 годах.

Рассмотрим (в ретроспективе и перспективе) основные этапы мероприятий по реализации плана перспективного развития НИО-100 применительно к созданию многоспектральных обзорно-пилотажных систем, предназначенных для оснащения пилотируемой и беспилотной авиационной техники.

Одним из новых направлений работ, проводимых в последние годы в НИО-100 ЗАО «МНИТИ», являются повышение технического уровня и обеспечение безопасности полётов современных и перспективных авиационных комплексов (АК) различного назначения, которые предусматривают размещение в составе их бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) многофункциональных оптико-электронных визирных систем (МОЭВС) или так называемых *обзорно-пилотажных систем*. Такие системы должны обеспечивать круглосуточное выполнение следующих основных задач:

- обзор земной и водной поверхностей в целях обнаружения и распознавания летчиком ориентиров, взлётно-посадочной полосы (ВПП) и площадок десантирования (в том числе необозначенных специальными средствами) и их автоматическое опознавание;
- прицельное десантирование и сброс специальных грузов днём и ночью;
- контроль попадания сбрасываемого груза на площадку;
- коррекция координат и курса самолёта по одному распознанному и сопровождаемому ориентиру;
- выдача в сопрягаемые системы из состава БРЭО АК угловых координат заданного объекта для последующей начальной выставки курса самолёта на стоянке и др.

Выполнение разработки МОЭВС нового поколения потребовало создания нового облика подразделений разработчиков. Так, например, созданная изначально как вспомогательная, лаборатория САПР за последние пять лет почти в два раза увеличила свой численный состав. Из двенадцати её человек половина являются заместителями главных конструкторов по различным заказам (рис. 2).

Рис. 2. Сотрудники лаборатории САПР ТВ-систем. Слева руководитель лаборатории – С.Н. Пахомов

Существенное сокращение сроков выполнения работ потребовало создания нового подразделения – лаборатории полунатурного и математического моделирования, где на ранних стадиях разработки определяется рациональный вариант построения аппаратуры, проводится отработка алгоритмического и программного обеспечения. На рис. 3 приведена фотография сотрудников лаборатории моделирования систем прикладного телевидения. Кроме решения названной основной задачи эта лаборатория участвует на последующих этапах соответствующих ОКР, что позволяет в кратчайшие сроки согласовать схемотех-

нические и программные решения, выбираемые при разработке аппаратуры.

Молодые сотрудники лаборатории разрабатывают с использованием специального программного обеспечения документацию одновременно для нескольких заказов. Темами разработок лаборатории являются: аппаратура в целом, электронные блоки, печатные платы, кабели и монтажные чертежи, нестандартное оборудование, приводы и др. По основным направлениям разработок, например по созданию МОЭВС, где на сегодняшний день на разной стадии одновременно выполняются 5 заказов, в лаборатории создаются группы из 3–4 сотрудников.

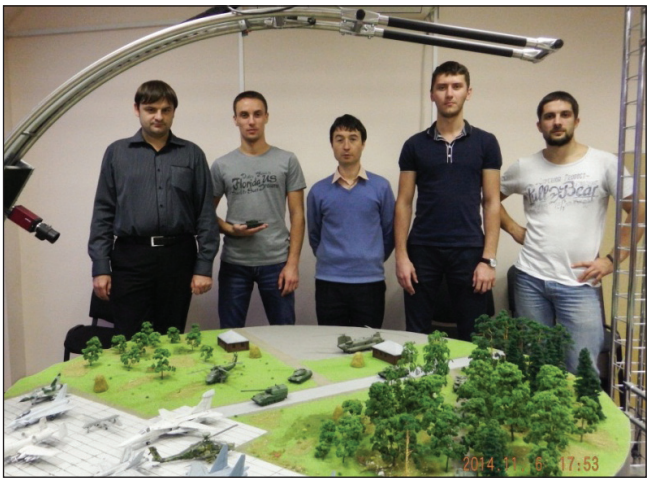

Рис. 3. Сотрудники лаборатории моделирования систем прикладного телевидения

С учётом проведённых мероприятий первый образец МОЭВС был разработан в лаборатории в 2009 г. (рис. 4). В дальнейшем его характеристики улучшались, и на сегодняшний день при головной роли подразделения по 6 работам по созданию БРЭО АК в части разработки МОЭВС создано 10 опытных образцов различных модификаций. Полученные при этом результаты реализуются в ходе ведущейся разработки АК военно-транспортной авиации типа ИЛ-76, АН-124. Ориентировочный срок завершения этих работ – 2017 г.

Рис. 4

Дальнейшее развитие МОЭВС идёт в направлении создания нового поколения гиростабилизированной многоспектральной аппаратуры высокого разрешения и чувствительности, обеспечивающей круглосуточное применение в сложной метрологической обстановке, решающей задачи улучшения качества изображения, синтеза многоспектральных изображений и автоматического слежения за выбранными участками местности или объектами.

3. ПОДБОР И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

К началу 2008 г. структура НИО-100 состояла из двух отделов и двух лабораторий. Средний возраст сотрудников составлял 48 лет, причём в основном за счёт 12 человек, которым не исполнилось на тот момент 25 лет. За прошедшее время ситуация существенно изменилась. Интересная работа и достойная заработная плата, в том числе зачисляемым в штат молодым специалистам, позволила, даже с учётом проводимой при приёме на работу селекции кандидатов, существенно укрупнить и омолодить коллектив. На сегодняшний день структура НИО-100 состоит из 2 отделов и четырех лабораторий, средний возраст сотрудников НИО-100 составляет 40 лет. Кроме того, в последние годы научно-технический коллектив НИО принимает активное участие в работе с молодежью – студентами Московского технического университета связи и информатики (МТУСИ) и Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (МГТУ им. Баумана).

Так, начиная с 2013 года на основе заключенного долгосрочного договора между ЗАО «МНИТИ» и МТУСИ студенты факультетов радио, телевидения и информационных технологий, обучающиеся по специализации «Радиосвязь, радиовещание и телевидение, программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем», в количестве 10–15 человек ежегодно проходят производственную практику (ПП) в ЗАО «МНИТИ» в летний период. В результате прохождения ПП студенты осуществляют закрепление знаний и умений, полученных в процессе теоретического обучения в вузе.

Для прохождения ПП студенты распределяются по лабораториям разрабатывающих подразделений, получают индивидуальные задания с учётом интересов студентов и их специализации. По окончанию ПП студенты представляют индивидуальные отчёты. Ряд студентов после окончания вуза приходят на работу в ЗАО «МНИТИ». Другой формой взаимодействия разрабатывающих подразделений НИО-100 со студентами вузов является написание студентами рефератов (обзоров) по авиационному телевидению на основе выдаваемых ежемесячных индивидуальных заданий. Общее число вовлеченных в эту работу студентов составляет 40–50 человек.

В 2014 году подписано Положение о совместной научно-исследовательской лаборатории при кафедре телевидения и звукового вещания им. С.И. Катаева научно-исследовательской части Федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего профессионального образования МТУСИ и ЗАО «МНИТИ». Целью совместной НИЛ является проведение научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских работ (ОКР) в области вещательного и прикладного цифрового телевидения по перспективным научно-техническим направлениям работ «МНИТИ» в области авиационного телевидения.

Работы коллектива НИО-100 ЗАО «МНИТИ» по разработке систем и аппаратуры авиационного телевидения получили высокую оценку со стороны заказчиков и правительства РФ. Специалисты награждались орденами и медалями, им присвоены звания «Заслуженный машиностроитель РФ», «Почётный радист РФ», а также другие награды и поощрения.

Сотрудниками НИО-100 за последние 5 лет было опубликовано более 60 работ в журналах и материалах международных научно-технических конференций, в том числе было издано 4 монографии, получено более 10 патентов РФ на изобретения. По результатам проведённых исследований и разработок в НИО-100 была защищена в 2013 году одна кандидатская диссертация и сейчас готовятся к защите две диссертации.

К славному юбилею ЗАО «МНИТИ», его 65-летию, коллектив НИО-100 приходит с важными научными достижениями и высокими производственными показателями, продолжает успешно трудиться на благо родины и своевременно выполнять на должном научно-техническом уровне поставленные задачи, проводить разработки, направленные на повышение безопасности и обороноспособности нашего государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковин С.Д., Сагдуллаев Ю.С. Спектрозональное телевидение и тепловидение в задачах идентификации объектов // Вопросы радиоэлектроники, сер. Техника телевидения. – 2013. – Вып. 2. – с. 123–136.

2. Ковин С. Д., Сагдуллаев Ю. С., Галиев А. Л. Телевизионные датчики для визуального анализа объектов земной поверхности // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2014 г. – № 9. – С. 68–71.

3. Ковин С.Д., Сагдуллаев В. Ю., Сагдуллаев Ю. С. Системы многоракурсного телевидения. – М.: «Спутник +», 2014. – 184 с.

4. Ковин С.Д., Сагдуллаев Ю.С. Оценка эффективности одноканальных и многоканальных систем дистанционного зондирования. Материалы научно-технической конференции «Системы наблюдения, мониторинга и дистанционного зондирования Земли». – М.: МНТОРЭС им. А.С. Попова. – М.: МНТОРЭС им. А.С. Попова, филиал ФГУП «ГНП РКЦ «ЦСКБ-ПРОГРЕСС» – «НПП «ОПТЭКС», 2014.– С. 35–39.

Ковин Сергей Дмитриевич,
начальник НИО-100 ЗАО «МНИТИ» ,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 787-00-37,
e-mail: mniti@mniti.ru

***Шахрай В.И.**, к.т.н.*

АППАРАТУРА ДЛЯ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Научно-техническая деятельность специального конструкторского бюро СКБ-1 ЗАО «МНИТИ» связана с созданием аппаратуры для авиационных систем различного назначения. Коллектив СКБ-1 является головным подразделением по целому ряду НИОКР, а также участвует в серийном выпуске созданной продукции.

Наиболее значимыми направлениями работ СКБ-1 являются:

- трансляционно-командные системы управления беспилотными летательными аппаратами (БЛА);
- аппаратура цифровой обработки изображений и автосопровождения объектов;
- контрольно-проверочная аппаратура для авиационных оптико-электронных систем специального назначения;
- вертолётные системы точного висения и обзора (СТВО).

По направлению трансляционно-командных систем управления коллектив СКБ-1 имеет большой опыт, полученный при создании образцов телевизионно-командной системы «Т-1» и её модификаций. Аппаратура «Т-1» была принята на снабжение ВС РФ и впоследствии поставлялась в различных модификациях на экспорт в зарубежные страны.

Типовая структура трансляционно-командной системы беспилотного летательного аппарата представлена на рис. 1.

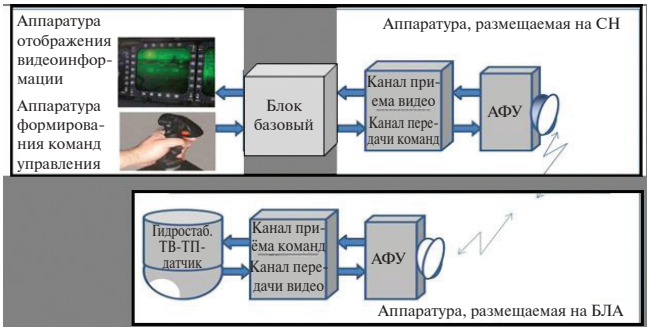

Рис. 1. Типовая структура трансляционно-командной системы управления БЛА

На БЛА размещается гиростабилизированный ТВ-ТП-датчик с аппаратурой обнаружения и автосопровождения, а также элементы дуплексной линии передачи данных (ЛПД), включая передатчик видеоинформации, приёмник команд и остронаправленное антенно-фидерное устройство (АФУ). Аппаратура, размещаемая на пункте управления, включает остронаправленное антенно-фидерное устройство, приёмник видеоинформации, передатчик команд и базовый блок, выполняющий интерфейсные функции взаимодействия с оператором и другими подсистемами пункта управления. В настоящее время образцы нового поколения трансляционно-командной системы Т1-02 проходят летные испытания.

Аппаратура Т1-02 создана на базе последних достижений прикладной науки и техники. В её состав входят телевизионный низкоуровневый модуль-корректор ТВ-МК, базовые блоки А2-00 и Б2-02 и телевизионно-командная радиолиния. Аппаратура телевизионной и командной радиолиний, входящих в состав системы, построена с использованием цифровых синтезаторов частот, обеспечивающих высокую стабильность и повышающих надёжность приёма видео и командной информации.

Для перспективных авиационных систем в настоящее время разрабатывается модульный комплект трансляционно-командной системы с цифровым тепловизионным модуль-корректором и цифровой радиолинией. Модульность исполнения обеспечивает возможность его размещения на различных авиационных системах и носителях. Применение перспективных методов сжатия и помехоустойчивого кодирования, использование шумоподобного сигнала (ШПС) преобразования с псевдослучайными последовательностями, построение антенных систем на базе узконаправленных фазированных антенных решёток (ФАР) обеспечивают высокую помехозащищённость и надёжность связи при работе на больших дальностях.

Основой для создания бортовой авиационной техники является научно-техническая деятельность СКБ-1 в области цифровой обработки изображений. В рамках этого направления ведётся разработка автоматов автосопровождения объектов. За последние годы подразделением накоплен огромный опыт в создании аппаратных средств, разработке алгоритмов и программного обеспечения цифровых телевизионных автоматов, реализованных в целом ряде серийных образцов, созданных для различных применений.

Рис. 2 иллюстрирует основные применения телевизионных автоматов, разработанных в СКБ-1.

Рис. 2. Области применения автоматов ЗАО «МНИТИ»

Все автоматы сопровождения объекта, разработанные ЗАО «МНИТИ» для авиационных и мобильных применений, обеспечивают работу в широком диапазоне температур, в условиях воздействия вибрационных и ударных нагрузок. Методы, алгоритмы и аппаратурная реализация блоков автосопровождения защищены авторскими свидетельствами и патентами на изобретения. Первые два блока ТАС-3 и ТАСО-2 предназначены для работы в составе обзорно-прицельных систем самолётов и вертолётов. Блок БА-2 выполнен в ракетном конструктиве. Автомат ТАСО-АВК предназначен для реализации режима управления ТВ-камерами аэростатного мобильного комплекса. С его помощью реализуются репортажная видеосъёмка подвижных объектов и компенсация смещения камер в пространстве, вызванного колебаниями аэростата при ветровых воздействиях. Вычислители ТСК-В и СТВО-2 созданы для работы в составе вертолётных систем точного висения.

Все блоки автоматики последнего поколения реализуются на отечественной элементной базе (ПЛИС, микроконтроллеры) с максимальным соблюдением принципа открытой архитектуры, с возможностью быстрого перепрограммирования и модификации алгоритмов функционирования. Высокие характеристики и надёжность слежения обеспечиваются комбинированной структурой автоматов, объединяющей различные алгоритмы автосопровождения (центроидные, корреляционные, реперные и др.), с развитой логикой их взаимодействия.

Особое место в деятельности СКБ-1 занимают работы по созданию системы точного висения и обзора (СТВО) для вертолётов. Создаваемая аппаратура является аппаратурой двойного назначения и предназначена для обеспечения обзора рабочей площадки и облегчения пилотирования вертолёта при выполнении работ на режимах висения, в том числе с грузом на внешней подвеске. Применение данной аппаратуры значительно повышает эффективность выполнения монтажных и спасательных работ, выполнение посадки в сложных условиях и на ограниченных площадках.

По функциональному назначению система точного висения вертолёта может быть отнесена к классу угломерно-высотомерных радиотехнических систем. Система может быть установлена как на новые типы вертолётов, так и на ранее изготовленные вертолёты, находящиеся в эксплуатации.

В вычислителе системы реализованы следующие основные алгоритмы:

- многоканальный алгоритм выбора и автосопровождения реперов;
- алгоритмы информационного обмена с навигационной аппаратурой вертолёта, аппаратурой управления, ТВ-камерами, автопилотом, аппаратурой отображения и регистрации видеоинформации;
- алгоритмы вычисления координатного смещения и скоростей линейного перемещения вертолёта;
- алгоритм оценки высоты висения;
- алгоритмы фильтрации и формирования выходных управляющих сигналов.

Выбор реперов реализуется с использованием тех же аппаратно-программных средств, что и режим автосопровождения. При этом оценка информативности производится по максимуму экстремума локальной автокорреляционной функции (АКФ) изображения в области следящего строба.

$\Delta R\,(i, j) = R\max(i, j) - \max R(i + \alpha, j + \beta)$, где

i, j – координаты положения строба, в которой производится текущий анализ локальной дисперсии,

$R(i, j)$ – значение экстремума АКФ в точке нулевого сдвига;

$R(i + \alpha, j + \beta)$ – значения АКФ в точках с фиксированным координатным сдвигом α, β относительно координат экстремума.

На последовательности ТВ-кадров осуществляется автосопровождение каждого из выбранных реперов следящими стробами путём нахождения координат экстремума ВКФ участков текущего изображения с соответствующими эталонами. При снижении вертолёта участки реперных зон на изображении смещаются к периферии и могут достигать границ растра. В этом случае автоматически производятся повторный выбор и захват новых реперов с сохранением положения точки слежения и расчётного значения высоты на момент перезахвата.

Координатные смещения в продольном Δy и поперечном Δz направлениях определяются путём вычисления отклонений точки слежения относительно центра координат по известным значениям высоты полёта H, угла зрения β ТВ-камеры и стандарта разложения ТВ-растра следующим образом:

$$\Delta(y) = \frac{2 \cdot H \cdot n(y)}{N(y)} \cdot \mathrm{tg}\left[\frac{\beta(y)}{2}\right];$$

$$\Delta(z) = \frac{2 \cdot H \cdot n(z)}{N(z)} \cdot \mathrm{tg}\left[\frac{\beta(z)}{2}\right],$$

где $n(y)$, $n(z)$ – координаты точки слежения на растре в ТВ-элементах в соответствующих направлениях y, z; $N(y)$, $N(z)$ – число ТВ-элементов разложения растра по направлениям координат y, z.

В общем случае при захвате произвольных реперов на местности в системе обеспечивается оценка текущего значения относительной высоты висения вертолёта над заданной точкой. Исходными данными для оценки относительной высоты в СТВО служат количество телевизионных элементов $zr(n)$ между координатами реперов в плоскости изображения на текущем (n-м) ТВ-кадре и значение $zr(0)$, равное числу телевизионных элементов между координатами реперов на кадре захвата (перезахвата) реперов. При отслеживании положения точки висения текущее значение относительной высоты определяется как $H_{отн}(n) = zr(0)/zr(n)$, где $zr(0)$ – количество телевизионных элементов между координатами реперов на кадре захвата, $zr(n)$ – количество телевизионных элементов между координатами реперов на текущем кадре.

На рис. 3 представлены фрагменты видеозаписи лётных испытаний работы ТВ-системы висения, иллюстрирующие оценку относительного значения высоты. Текущее значение высоты отображается положением бегунка на шкале высоты, находящейся в правой части растра.

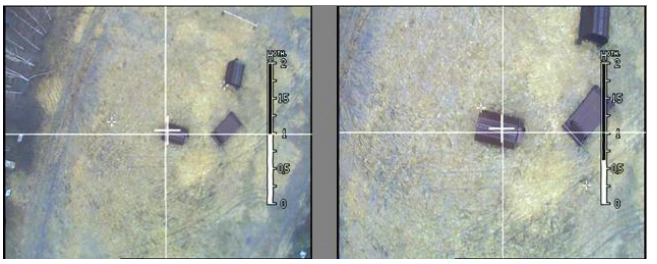

Рис. 3. Режим висения со снижением с оценкой относительного значения высоты

При установке на рабочей площадке, над которой проводятся работы, специальных реперов-указателей в СТВО предусмотрен режим предварительного ввода расстояния между реперами lr. Если такая установка выполнена перед основной работой, то после целеуказания (захвата реперов) на экране индицируется не относительная, а абсолютная шкала высот в метрах. Абсолютная высота висения вертолёта вычисляется в соответствии с выражением

$$H = \frac{lr \times z}{2(zr1 + zr2) \times \tan\left(\frac{\beta}{2}\right)},$$

z – число видимых элементов разложения в угле β;
$zr1$, $zr2$ – координаты реперов на ТВ-растре.

Необходимо отметить, что показания высоты, формируемые СТВО, соответствуют высоте висения вертолёта над плоскостью установки реперов-указателей. При работе над высокими объектами (мачты ЛЭП, телебашни, колокольни и др.) полученные значения будут соответствовать истинной высоте висения над рабочей площадкой, тогда как показания радиовысотомера в указанных условиях могут быть ошибочными.

На рис. 4 представлена выборка из кадров видеозаписи лётных испытаний работы ТВ-системы висения, иллюстрирующая оценку абсолютного значения высоты с использованием реперной базы ($lr = 10$ м).

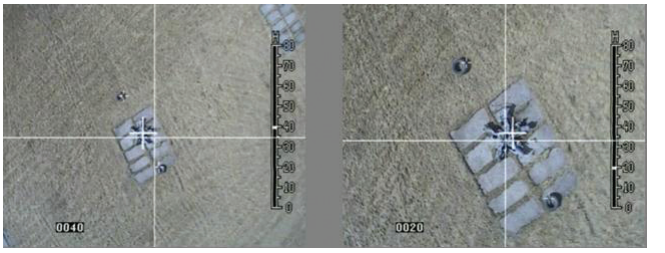

Рис. 4. Режим висения со снижением с оценкой абсолютного значения высоты

Погрешность оценки высоты висения dH зависит от величины реперной базы lr, текущей высоты висения H и ошибки оценки координат реперов dz:

$$dH = \frac{lr \cdot z}{(2 \cdot zr \pm 1) \cdot \mathrm{tg}\left(\frac{\beta}{2}\right)},$$

где z – число видимых элементов в угле β.

В таблице приведены расчётные данные погрешностей оценки высот висения в СТВО dH, полученные для диапазонов изменения высоты 15 × 45 м при базовом расстоянии Lr между реперами от 3 до 9 метров.

Таблица

Относительная погрешность, %			
lr/H	15	30	45
3	1,527	3,054	4,583
4,5	1,018	2,078	3,054
6	0,752	1,527	2,291
9	0,504	1,018	1,527

При практических условиях проведения монтажных работ длина троса, как правило, не превышает 15 м, при этом погрешность оценки истинной высоты в системе висения составляет (0,5–1,5)%. Работа системы СТВО на вертолёте МИ-8 в показана на рис. 5.

Созданные в ЗАО «МНИТИ» образцы аппаратуры точного висения и обзора прошли отработку в составе вертолётного пилотажного стенда ЛИИ им. М.М. Громова и лётные испытания на вертолётах МИ-26 и М-8. По результатам летных испытаний аппаратура подтвердила заданную эффективность и получила высокую оценку лётного состава.

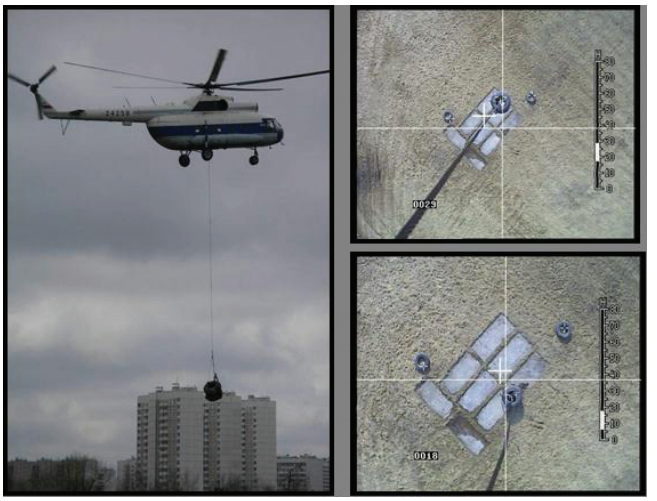

Рис. 5. Работа системы СТВО на вертолёте МИ-8 в режиме укладки груза на внешней подвеске

ЛИТЕРАТУРА

1. Шахрай В.И. Метод оценки текущих координат беспилотных летательных объектов с использованием бортовой телевизионной-тепловизионной системы // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. – 2013. – Вып. 1, 2. – С. 126–129.

2. Шахрай В.И., Арзуманян Э.П. Оценка характеристик системы точного висения вертолёта // Всероссийская научно-техническая конференция «Навигация, наведение и управление летательными аппаратами (Москва–Раменское, 20–21 сентября 2012 г.): тез. докл. – Москва, 2013. – С. 63–66.

Шахрай Василий Иванович,
зам. генерального директора ЗАО «МНИТИ»,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 763-45-36,
e-mail: mniti@mniti.ru

Шабаров В.Т. ***Кармышин В.П.***

АППАРАТУРА ДЛЯ ТЕЛЕЦЕНТРОВ

Достижения ЗАО «МНИТИ» в области разработки приёмных телевизионных устройств значительны и общеизвестны. Специалисты института внесли большой вклад в создание аппаратуры для передающих телевизионных центров, в том числе в разработку вещательных и специальных телевизионных камер и аппаратуры телекино. Этими отечественными изделиями оснащались Останкинский телевизионный технический центр в Москве и десятки телецентров в других крупных городах страны.

На протяжении многих лет с момента начала цветного телевизионного вещания из Останкино все мы, телезрители, смотрели на экранах своих телевизоров цветные художественные и документальные фильмы, передаваемые с использованием телекинодатчиков, разработанных в МНИТИ и серийно изготавливаемых на Шяуляйском телевизионном заводе (Литовская ССР).

В год 65-летия ЗАО «МНИТИ» уместно вспомнить историю создания таких уникальных по своим характеристикам изделий, как цветные камеры КТ-103Ц, камера для Центра управления полётами, камера высокой чёткости, телекинодатчики и др.

В статье в хронологическом порядке изложены этапы разработки и внедрения аппаратуры, представлены проблемы, которые приходилось решать разработчикам, приводятся основные параметры этих передовых для своего времени изделий, с успехом демонстрировавшихся на нескольких международных выставках.

КАМЕРЫ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Работы по созданию первых цветных телевизионных камер и канала обработки телевизионных сигналов сыграли большую роль в дальнейшем развитии отечественной студийной техники.

Макет первой студийной камеры цветного телевидения «Спектр-1» был изготовлен в 1957 г. в НИИ Радио. Камера, разработанная коллективом под руководством Сергея Васильевича Новаковского (разработчики: В.А. Булдаков – ответственный исполнитель, А.И. Разин, Г.В. Жирнова, В.И. Мащенко, Г.В. Воронецкий, Н.Ф. Яковлев и др.), была выполнена на трёх опытных образцах суперортиконов ЛИ-201 и работала с системой оптики типа RGB.

С помощью этой камеры осуществлялись первые опытные передачи цветного телевидения из экспериментальной студии НИИ Радио во время ll-й сессии МККР в 1958 г., а затем в течение года проводились регулярные экспериментальные передачи с ВДНХ. В этих передачах принимали участие дикторы московского телецентра на Шаболовке В. Леонтьева, А. Шилова, С. Жильцова и артисты московской эстрады.

В МНИТИ работа по созданию передающих камер цветного телевидения началась с 1963 г., когда коллектив разработчиков студийной аппаратуры был переведён из НИИ Радио.

В первых цветных телевизионных камерах МНИТИ использовались светоделительные системы типа RGB и YRGB. В качестве преобразователей свет-сигнал применялись суперортиконы диаметром 3" или 4,5" и видиконы диаметром 1". Выбор оптической схемы построения цветных телевизионных камер и типа передающих трубок определялся характеристиками последних (разрешающей способностью, отношением сигнал/шум, спектральной чувствительностью, габаритными размерами и пр.), которые на тот период времени во многом не отвечали требованиям цветного телевизионного вещания, так как создавались для чёрно-белого телевидения.

Первая камера цветного телевидения «Спектр-2», разработанная в МНИТИ в 1963 г. (главный конструктор – В.А. Булдаков, разработчики: А.И. Разин, В.И. Мащенко, Н.Ф. Яковлев, И.Г. Александрова, Г.В. Воронецкий, А.Н. Баулин, Е.М. Кузнецова), была выполнена на трёх отечественных суперортиконах ЛИ-202 диаметром 76 мм с цветоделительной системой типа RGB и турелью с четырьмя объективами. Камера имела в своём составе узлы автоматического управления отдельными параметрами. На рис. 1 представлена телевизионная камера «Спектр-2» во время испытаний.

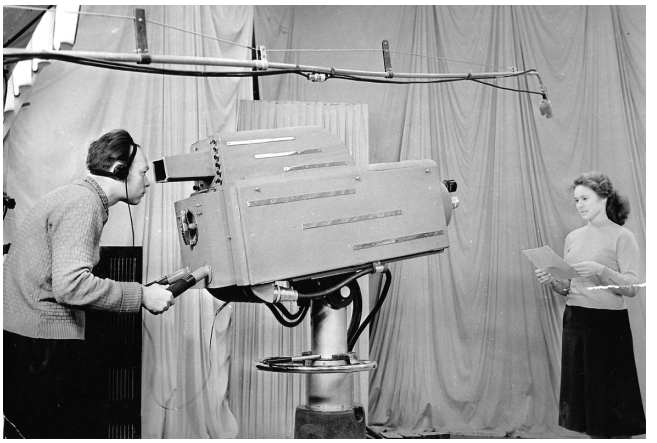

Рис. 1. Испытания камеры «Спектр-2»

В целях получения изображения достаточно высокого качества в камере применялись система принудительной вентиляции для стабилизации температуры мишеней суперортиконов, а также система защиты мишеней от «запечатывания» при передаче относительно неподвижных изображений. Эти вынужденные меры по повышению качества изображения приводили к увеличению габаритных размеров и массы камеры до 800 × 450 × 500 мм и 100 кг соответственно.

Следующая модель камеры «Спектр-4» (рис. 2) на трёх суперортиконах применялась в комплексе аппаратуры цветного телевидения с большим экраном, который был установлен специалистами МНИТИ в Институте хирургии им. А.А. Вишневского для демонстрации хирургических операций большой аудитории медицинского персонала в целях его обучения. Две камеры с камерными каналами разработки МНИТИ впервые обеспечили ТВ-трансляцию парада на Красной площади в 1967 г., а также экспонировались на международных выставках «Экспо-67» в Монреале, «Экспо-68» в Лондоне и «Наука и техника» в Лейпциге. Камеры типа «Спектр-4» использовались в период 1967–1969 гг.

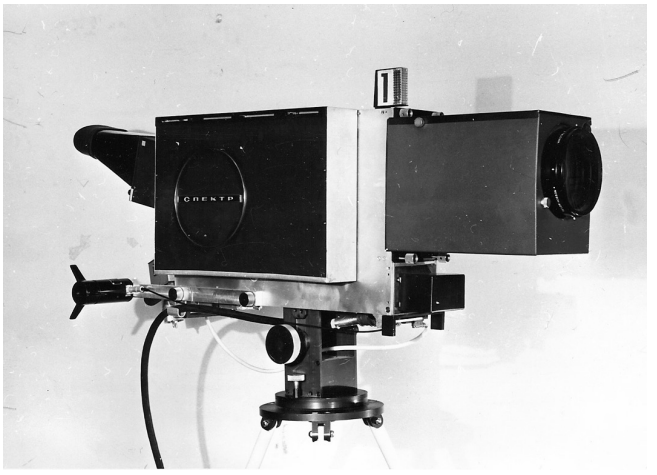

Рис. 2. Студийная камера «Спектр-4»

Опыт, накопленный в МНИТИ в области создания цветных телевизионных камер и камерного канала, позволил приступить к выполнению правительственного заказа по разработке и изготовлению опытной партии студийных камер цветного телевидения и оснащению ими ТТЦ в Останкино.

Созданная в 1969 г. в рамках этого заказа камера КТ-103Ц («Спектр-7») представлена на рис. 3. В создании этой камеры участвовали: А.И. Разин (главный конструктор), Н.Ф. Яковлев, И.Г. Александрова, В.И. Мащенко, Г.В. Воронецкий, А. Баулин, Е.М. Кузнецова, Л.И. Лубоятников, Х.М. Аляутдинов). Камера строилась на принципе цветоделения YRGB и работала на четырёх передающих трубках – трёх видиконах ЛИ-421 диаметром 25 мм в каналах цветности и суперортиконе ЛИ-223 диаметром 115 мм в канале яркости. Отдельный канал яркости с трубкой большого диаметра определял общую чёткость создаваемого камерой цветного изображения.

Камеры КТ-103Ц были поставлены в четыре аппаратно-студийных блока (АСБ-2, АСБ-3, АСБ-4, АСБ-5) и в аппаратно-программный блок (АПБ-5) Останкинского ТТЦ. Всего на Останкинский ТТЦ было поставлено 22 студийные камеры КТ-103Ц, которые совместно с аппаратурой телекино КТ-104Ц и комплектом цветных видеомониторов составили большую часть первой очереди студийного оборудования. Это определило значительный вклад МНИТИ в создание первого отечественного комплекса цветного телевидения.

В 1985 г. в МНИТИ по заказу Центра управления космическими полётами для оснащения главного зала управления был разработан комплекс «Спектр-10ВСК» на базе камеры КТ-56 (главный конструктор – В.Т. Шабаров, ведущий конструктор А.И. Разин, разработчики: В.П. Кармышин, В.А. Башкатов, А.Е. Тейтельбаум, Ю.С. Исаев, Г.В. Жирнова, С.А. Левин, Х.М. Мердалимов, Н.Ф. Яковлев и др.).

Рис. 3. Камера КТ-103Ц («Спектр-7»)

Камера должна была обеспечить формирование устойчивого цветного изображения в условиях пониженной (около 30 лк) рабочей освещенности зала, оборудованного большим количеством средств отображения, в том числе и большими телевизионными экранами. На тот период времени ни одна из камер не обеспечивала передачу цветного изображения при освещенности объекта менее 150 лк. Камера была выполнена на трёх передающих трубках высокой чувствительности типа супервидикон ЛИ-706М диаметром 26 мм. Всего было изготовлено и поставлено в ЦУП восемь комплектов аппаратуры с камерами «Спектр-10ВСК».

Применённая в камере оригинальная схема построения цветоделительного блока обеспечила возможность параллельного расположения довольно габаритных передающих трубок, что позволило значительно сократить габаритные размеры самой камеры и довести их до 120 × 350 × 200 мм (без объектива и видоискателя) при массе 13 кг.

В процессе разработки камеры КТ-56 была выпущена её модификация, которая обеспечивала возможность использования в качестве передающих трубок плюмбиконов диаметром 25 мм типа ЛИ-457/458 и выводила камеру на уровень вещательной аппаратуры.

При работе камеры на плюмбиконах номинальная освещенность на объекте при диафрагме 1 : 5,6 составляла 2000 лк, что соответствовало номинальному уровню для студийных ТВ-камер.

На базе камерного канала «Спектр-10ВСК» в МНИТИ впервые был создан передвижной телевизионный комплекс «Спектр-Ирис», предназначенный для экспресс-обследования состояния организма человека методом иридодиагностики (рис. 4).

Рис. 4. Комплекс «Спектр-ИРИС»

В состав комплекса входили, помимо камерного канала «Спектр-10ВСК», видеомагнитофон, цветное видеоконтрольное устройство и специальная оптико-механическая система. Комплекс обеспечивал телевизионную съёмку радужной оболочки глаза обследуемого человека, воспроизведение её изображения на экране видеоконтрольного устройства и запись этого изображения на видеомагнитофон. В создании комплекса участвовали А.И. Разин (главный конструктор), В. П. Кармышин (ответственный исполнитель), Ю.С. Исаев, В.П. Лысенко и В.Н. Неклюдов.

Камерный канал высокой чувствительности «Спектр-10ВСК» экспонировался в 1987 г. на международной выставке «Телеком-87» в Женеве, в 1988 г. в составе комплекса «Спектр-Ирис» был представлен на выставке в Пекине, в 1989 г. – на выставке в Будапеште, а также был передан в медицинский центр Киева, где успешно эксплуатировался в части иридодиагностики в 1989–1990 гг.

ЦВЕТНЫЕ КАМЕРЫ ВЫСОКОЙ ЧЁТКОСТИ

С 1986 г. под руководством И.К. Ануфриева и П.Н. Гисича в МНИТИ начались научно-исследовательские работы по созданию телевизионной аппаратуры высокой чёткости вещательного и специального назначения. Работы велись в области передающих камер, цветных видеоконтрольных устройств разных типоразмеров, аппаратуры средних и больших экранов.

В частности, была открыта научно-исследовательская работа по созданию камеры и камерного канала со стандартом разложения 1125 строк, 50 полей в секунду с чересстрочной развёрткой.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить ряд сложных научно-технических задач, таких как обеспечение точности совмещения не хуже 0,05% по полю изображения, глубины модуляции на отметке 800 твл не менее 45% в центре и 35% в углах изображения и отношения сигнал/шум в полосе 30 МГц не менее 40 дБ.

В камере планировалось применение оптической системы с вариообъективом кратностью не менее 10 : 1. Кроме того, в связи с поставленной задачей применения аппаратуры было необходимо, чтобы камера и камерный канал выдерживали значительные ударные и вибрационные нагрузки, работали в широком диапазоне температур и в условиях повышенной влажности. Задача осложнялась тем, что в то время нигде в мире не было упоминаний о разработках подобной аппаратуры, за исключением сообщений о том, что японской компанией NHK ведутся работы по выбору стандарта телевидения высокой чёткости и разрабатываются прототипы аппаратуры для этого стандарта, в том числе камера на трёх сатиконах.

Специалистами МНИТИ (М.П. Гришин и Н.Ф. Яковлев) были разработаны технические задания по созданию телевизионных трубок высокого разрешения (дефлектронов с электростатическим отклонением и магнитной фокусировкой) на МПО «Платан» (Фрязино) и оптики в ГОИ им. С.И. Вави-

лова (Ленинград). При этом заданные глубина модуляции и величина дисторсии были в 2–3 раза лучше, чем аналогичные параметры оптики лучших мировых образцов цветных ТВ-камер вещательного стандарта.

За короткий срок была проделана огромная работа по поиску схемотехнических и конструкторских решений, обеспечивающих выполнение ТЗ на НИР, особенно в части точности совмещения, глубины модуляции и отношения сигнал/шум.

В результате проведённых работ был создан первый в стране экспериментальный образец камерного канала высокой чёткости, который нашел применение в специальных системах цветного телевидения повышенного разрешения.

В работе над аппаратурой принимали участие ведущие специалисты МНИТИ: М.П. Гришин, Ю.К. Сафонов, М.В. Смирнов, В.П. Бронишевский, Н.Ф. Яковлев, В.Т. Шабаров, В.Н. Неклюдов и др.

После успешного окончания НИР были проведены испытания макета камеры и камерного канала в составе разработанного МНИТИ телевизионного комплекса высокой чёткости (камера и камерный канал, большой и средний экраны, телевизионные мониторы).

Испытания показали, что технические характеристики камеры и камерного канала значительно превышают характеристики вещательных камер того времени (по числу элементов в кадре – в четыре раза) и обеспечивают цветное изображение высокого качества.

В 1987 г. экспериментальный образец камеры и камерного канала (рис. 5) экспонировался на выставке в Женеве и вызвал большой интерес среди посетителей выставки и представителей фирм – участников выставки, особенно сотрудников компании Sony, которая к тому времени провела демонстрацию своей аппаратуры высокой чёткости в нескольких странах.

В 1992 г. камерный канал высокой чёткости был введён в состав оборудования экспериментального стенда МНИТИ, созданного для отображения телевизионных трансляций летних Олимпийских игр из Барселоны, передаваемых в стандарте ТВЧ (1125 строк, 50 полей/с) по спутниковому каналу в формате HD MAC.

Рис. 5. Камера и камерный канал ТВЧ

АППАРАТУРА ТЕЛЕКИНО

В связи с развитием техники телевизионного вещания в стране и наличием достаточного количества кинофильмов и их копий возникла острая необходимость их телевизионной трансляции для широкой аудитории зрителей на индивидуальные телевизоры.

В практике ТВ-вещания в 60–70-е годы применялись несколько методов передачи кинофильмов – метод бегущего луча и метод с использованием телекинокамер на трубках с накоплением зарядов, и в дальнейшем в 80 гг. – на ПЗС-датчиках.

Работы по созданию аппаратуры телекино на трубке бегущего луча проводились в это время и во ВНИИ телевидения (Ленинград), а в НИИ Радио (Москва) разрабатывался цветной теледиапроектор на трубке бегущего луча. Однако из-за несовершенства существовавших тогда трубок бегущего луча и фотоэлектронных умножителей (ФЭУ), а также недостаточной светосилы проекционной оптики телекинодатчика работы по созданию аппаратуры телекино были приостановлены.

Появившиеся в конце 50-х годов передающие трубки с внутренним фотоэффектом типа видикон позволили создавать относительно компактную аппаратуру телекино, обеспечивающую приемлемые параметры цветного изображения при передаче кинофильмов с 16-мм и 35-мм кинопленками различной оптической плотности.

В 1959–1960 гг. на ВДНХ была представлена первая телекинокамера на трёх видиконах (разработчики – В.А. Булдаков, В.А. Петропавловский, Г.В. Жирнова, Н.Ф. Яковлев) для телевизионной передачи кинофильмов с 35- и 16-мм пленками, воспроизводимых, соответственно, кинопроекторами СКП-37 и ТК-16 «Украина».

Работы по созданию промышленных образцов аппаратуры телекино на передающих трубках с внутренним фотоэффектом начались в МНИТИ с 1963 г. Это были четырёхтрубочные камеры, получившие в дальнейшем название КТ-104Ц, с цветоделительной оптикой системы YRGB.

В телекинокамере в канале яркости (Y) использовался видикон ЛИ-418 диаметром 38 мм, а в каналах цветности (RGB) – видиконы ЛИ-421 диаметром 26 мм, которые были разработаны для передающей аппаратуры чёрно-белого телевидения.

Видиконы, пригодные по своим параметрам для использования в камерах КТ-104Ц, специально отбирались на предприятиях-изготовителях (во ВНИИЭЛП

и на заводе вакуумных приборов в Нальчике). Отбор производился по таким параметрам, как равномерность светочувствительного слоя мишени, спектральная чувствительность, разрешающая способность, инерционность, величина темнового тока и др.

В этих работах принимали участие Вячеслав Андреевич Петропавловский (главный конструктор), Н.Ф. Яковлев, И.Г. Александрова, Г.В. Воронецкий, Г.В. Жирнова, Р.А. Воронов, Е.М. Кузнецова, А.Баулин и М.И. Кислова.

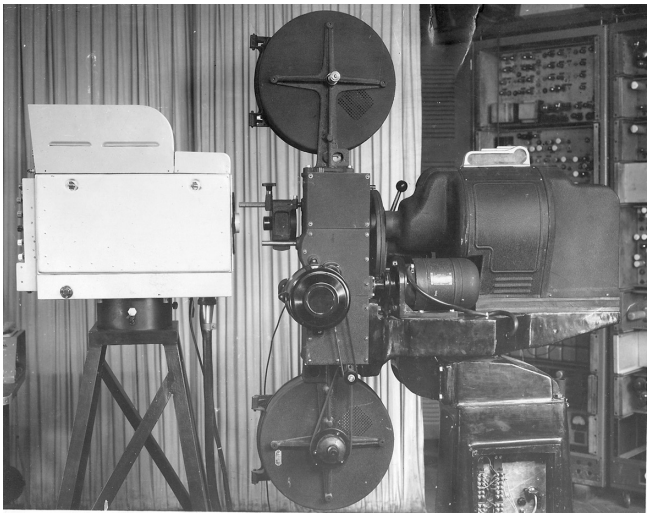

Рис. 6. Первый телекинодатчик с камерой на трёх видиконах с 35-мм кинопроектором

На базе камеры КТ-104Ц и 35-мм кинопроектора СКП-39 была создана аппаратура, которая использовалась на телевизионных заводах в качестве датчика цветного телевизионного изображения (кинофильмов) и изображения цветных диапозитивов, в том числе испытательных таблиц для тестирования цветных телевизоров. В 1968–1969 гг. было изготовлено три таких установки (рис. 6) (главный конструктор – Зоя Павловна Лунёва). Они были введены в эксплуатацию на телевизионных заводах Москвы, Львова и Александрова.

Во второй половине 60-х годов начались работы по созданию аппаратуры телевизионной передачи цветных кинофильмов для нового телецентра в Останкино. Первоначально разработка цветных телекинодатчиков для Останкинского телевизионного технического центра (ТТЦ) была поручена ВНИИТ, где имелись наработки по созданию аппаратуры телекино на трубке бегущего луча.

Однако ко времени пуска ТТЦ эти телекинодатчики по ряду параметров не обеспечивали высококачественную передачу цветных кинофильмов. В то же время в МНИТИ уже был создан промышленный образец телекинокамеры КТ-104Ц. Эта камера обеспечивала приемлемое для вещания качество цветного изображения. Поэтому МНИТИ и было поручено в кратчайшие сроки создать телекинопередающую аппаратуру для воспроизведения цветных 35-мм и 16-мм кинофильмов и ввести её в эксплуатацию на ТТЦ.

Совместно с Ленинградским оптико-механическим объединением (ЛОМО) и заводом киноаппаратуры «КИНАП» (Одесса) в МНИТИ на базе четырёхтрубочной камеры КТ-104Ц и серийно выпускаемых кинопроекторов СКП-40 и СТК-1 был разработан новый комплекс телекинопередающей аппаратуры для цветных кинофильмов на 35-мм и 16-мм кинопленках. В него входили камера КТ-104Ц, оптический коммутатор ОКЦ-1, два 35-мм телевизионных кинопроектора СКП-40Ц (ЛОМО) и один 16-мм кинопроектор СТК-1Ц (завод «КИНАП»).

Телевизионные кинопроекторы СКП-40Ц и СТК-1Ц являлись модернизированными образцами серийных кинопроекторов СКП-40 и СТК-1, которые по техническому заданию МНИТИ были доработаны для целей цветной телекинопроекции в части спектрального состава светового потока, равномерности освещения кадрового окна, стабильности стояния кадра, введения электронной регулировки диафрагмы проекционных объективов и схемы автоматического пуска-остановки лентопротяжного механизма.

Оптический коммутатор ОКЦ-1 разработки МНИТИ обеспечивал переключение камеры на работу с одним из трёх кинопроекторов и работал в двух режимах – ручном и автоматическом (от метки на кинопленке). Встроенный в камеру КТ-104Ц диапроектор обеспечивал передачу цветных диапозитивов с размером кадра цветного изображения 24 × 32 мм.

В 1968–1969 гг. было изготовлено 10 комплексов телекинодатчиков для оснащения четырёх АСБ и одного аппаратно-программного блока (АПБ) Останкинского ТТЦ. Эти комплексы были введены в эксплуатацию специалистами МНИТИ к началу регулярных передач цветного телевидения из Останкино.

После проведения на ТТЦ опытной эксплуатации аппаратуры телекино конструкторская документация была передана на телевизионный завод в Шяуляй (Литва) для серийного изготовления телекинодатчиков. В 1973 г. на Шяуляйском телевизионном заводе (ШТЗ) были изготовлены и настроены (совместно с МНИТИ) четыре первых серийных телекинодатчика, которые в составе аппаратно-студийных комплексов были поставлены на экспорт – в ЧССР и в НРБ. Затем было изготовлено и поставлено на телецентры Минска, Кишинева и Перми ещё шесть комплектов.

Одновременно с внедрением аппаратуры телекино в серийное производство МНИТИ изготовил ещё шесть комплектов телекинопередающей аппаратуры и ввел их в эксплуатацию на телецентрах Ленинграда,

Таллина и Ташкента (главный конструктор – Игорь Андреевич Хвыля).

Основными исполнителями этих работ являлись И.А. Хвыля, В.А. Петропавловский, Г.В. Воронецкий, В.Д. Маслов, Н.Ф. Яковлев, Л.И. Лубоятников, Х.М. Аляутдинов, Н. Новиков, Ю.С. Исаев, В.П. Лысенко, И.А. Гончаренко, Е.М. Кузнецова, А. Баулин, В. Лапшов, М.В. Смирнов.

Исходя из опыта изготовления первых серийных телекинодатчиков на ШТЗ в целях повышения технологичности их изготовления и улучшения основных технических характеристик в 1974 г. в рамках ОКР «Телекино-73» (главный конструктор – В.Т. Шабаров) МНИТИ совместно с конструкторским бюро ШТЗ провел работы по модернизации аппаратуры телекино. Модернизированный телекинодатчик получил наименование «Телекинопост ТКП-5.003» (рис. 7). Опытный образец этой аппаратуры был представлен на международной выставке «Связь-75» в Москве.

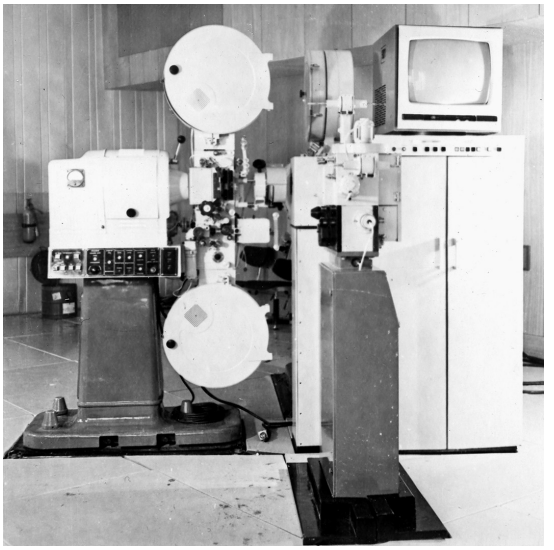

Рис. 7. Телекинопост ТКП-5.003

Производство телекинопостов ТКП-5.003 на ШТЗ и оснащение ими телецентров страны продолжались до 1981 г. Всего было выпущено 80 телекинопостов, которыми было оснащено 40 телецентров.

В 1976–1979 гг. МНИТИ совместно с Центральным конструкторским бюро киноаппаратуры (ЦКБК, Ленинград) в рамках ОКР «Телекино-75» (главный конструктор – Сергей Петрович Колкунов) была разработана аппаратура телекино нового (III-го) поколения – телекинопосты ТКП-9.087 и ТКП-9.087-01, предназначенные для замены телекинопостов ТКП-5.003. В 1978 г. были изготовлены первые опытные образцы этой аппаратуры.

Телекинопосты ТКП-9.087 (рис. 8) и ТКП-9.087-01 обеспечивали передачу полнометражных цветных кинофильмов, отснятых на плёнке шириной 35 и 16 мм, в том числе широкоэкранных, и негативных, а также передачу стандартных диапозитивов. На выходе аппаратуры формировались полный цветовой телевизионный сигнал в соответствии с ГОСТ 7845-79 и сигналы звукового сопровождения.

Рис. 8. Телекинопост ТКП-9.087 для передачи 16 и 35-мм кинофильмов

В конструкторском отношении аппаратура ТКП-9.087 и ТКП-9.087-01 представляла собой принципиально новый для отечественного телекино вид аппаратуры, где все составные части – камера, камерный канал, звуковое оборудование, контрольно-измерительная аппаратура (осциллограф, видеоконтрольное устройство), два кинопроектора и диапроектор – были скомпонованы в единый шкаф-пульт.

Такое конструктивное решение обеспечивало высокую технологичность изготовления аппаратуры и позволяло осуществлять (в отличие от ТКП-5.003) юстировку телекинодатчика в заводских условиях, что существенно сокращало время настройки и ввода в эксплуатацию аппаратуры на телецентре.

Цветоделительная система камерной части была построена по принципу WRB (W – канал G с расширенной спектральной характеристикой). В качестве передающих трубок использовались плюмбиконы отечественного производства ЛИ-457/458, специально разработанные для передающих камер цветного телевидения.

В телевизионный канал телекинопостов ТКП-9.087/ТКП-9.087-01 был ввёден ряд автоматических регулировок: совмещения растров передающих трубок, баланса белого и чёрного сигналов RGB, тока луча передающих трубок, диафрагмы, коррекции светорассеяния и др.

Для увеличения чёткости по вертикали в камерном канале была введена двумерная апертурная коррекция, а для улучшения цветопередачи – матричный цветокорректор для цветоделительной системы камеры и блок логарифмической цветокоррекции перекрёстных искажений киноплёнки.

Кроме того, для повышения качества воспроизведения цветных кинофильмов (с позитивной и негативной кинопленок) телекинопосты были оснащены сначала устройством ручной цветокоррекции (разработчики Г.В. Воронецкий, Е.М. Кузнецова), а затем устройством программной цветокоррекции

(разработчики С.К. Краснов, В.Г. Иванов, И.В. Дорошенко). Для этого устройства был разработан также автоматический цифровой обнаружитель смены сюжетов. При разработке этой аппаратуры было создано несколько изобретений.

В 1978 г. опытные образцы аппаратуры ТПК-9.087/ТКП-9.087-01 прошли эксплуатационные испытания на ТТЦ им. 50-летия Октября в Останкино, однако к началу подготовки к Олимпиаде-80 аппаратура ещё не прошла государственные испытания и поэтому не могла быть рекомендована для ведения телекинопередач во время Олимпийских игр.

В 1979 г. аппаратура была передана (вместе с разработанной в МНИТИ аппаратурой цветокоррекции) для постоянной эксплуатации на телецентр г. Донецка, где была введена в строй бригадой специалистов МНИТИ, которая обеспечивала её техническое обслуживание и модернизацию до 1984 г.

Для Олимпийского телерадиокомплекса (ОТРК) было закуплено у фирмы Thomson-CSF (Франция) 37 телекинодатчиков TTV 2520 для 16-мм кинофильмов и один TTV 2600 для кинофильмов на плёнке «Супер-8», а МНИТИ был назначен головным предприятием от промышленности по подготовке и вводу в эксплуатацию этой аппаратуры.

Выбор аппаратуры TTV 2520 для ОТРК обосновывался относительно высокими техническими параметрами и малыми габаритами. Аппаратная телекино ОТРК представлена на рис. 9.

В телекинодатчике TTV 2520 был использован оригинальный способ считывания изображения киноплёнки с помощью трубки бегущего луча и качающегося синхронно с телевизионной развёрткой зеркала при чересстрочном разложении изображения. Этот способ обеспечивал оптическую компенсацию усадки киноплёнки, нестабильности её движения и синхронизацию изображения при различной скорости протяжки.

Однако на начальном этапе применения аппаратура была довольно сложна при настройке в плане постоянной юстировки начального положения качающегося зеркала, что приводило к нестабильности изображения в режиме «стоп-кадр».

Возникающие проблемы специалистам МНИТИ приходилось решать в контакте с французским техническим персоналом. В результате совместной работы технические параметры французских телекинодатчиков в короткие сроки были доведены до надлежащего уровня, и в период проведения трансляции игр XXII Олимпиады срывов передач или случаев неудовлетворительного качества изображения по вине аппаратуры TTV 2520 зафиксировано не было.

После проведения Олимпиады-80 телекинодатчики TTV 2520 частично были оставлены на ТТЦ в Останкино, а большая их часть была отправлена на телецентры других городов, что в определённой степени решило проблему оснащения телецентров страны аппаратурой телекино.

Рис. 9. Аппаратная телекино ОТРК на Олимпиаде-80

В 80-х гг. началось активное внедрение в телепроизводство аппаратуры видеозаписи, что в какой-то степени привело к вытеснению и снижению актуальности новых разработок телекинодатчиков.

В связи с этим деятельность МНИТИ была направлена в основном на поддержание работоспособности поставленных в регионы страны комплектов телекино, в том числе для специальных целей.

Таким образом, специалистами МНИТИ внесён значительный вклад в разработку студийной аппаратуры цветного телевидения для оснащения телевизионных центров, что позволило начать в намеченные сроки регулярное цветное телевизионное вещание с главного телецентра страны в Останкино, организовать серийное производство аппаратуры телекино и оснастить ею более 40 телецентров, в том числе и за рубежом.

Что касается камер высокой чёткости и аппаратуры телевидения высокой чёткости (ТВЧ) в целом, то в МНИТИ была разработана первая в мире система ТВЧ со стандартом разложения 1125 строк × 50 полей. При этом количество активных строк в аналоговом растре этой системы составляло 1080, с чем точно совпадает современный цифровой стандарт ТВЧ 1080/50i. Важно также отметить, что оборудование ТВЧ, разработанное в МНИТИ, было внедрено на ряде объектов специального назначения, в том числе в ЦУП (г. Королев).

Шабаров Виктор Тимофеевич,
зам. генерального директора ЗАО «МНИТИ»
Кармышин Валерий Петрович,
главный специалист ЗАО «МНИТИ»
Жирнова Галина Викторовна
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 763-45-47,
e-mail: mniti@mniti.ru

Самович В.В. ***Дорошенко И.В.***

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ

В телевизионном вещании и системах видеонаблюдения широко применяются радиолинии – системы беспроводной передачи видеоинформации и сопутствующей ей аудиоинформации. Так, например, в телевизионном вещании радиолинии применяются в тех случаях, когда передача идет в «прямом эфире» и требуется обеспечить свободное, не ограниченное кабелем перемещение видеокамеры относительно объекта съёмки. Примером использования радиолиний в системах видеонаблюдения может служить установка телевизионных камер с передатчиками на вертолётах, беспилотных летательных и наземных роботизированных комплексах, а также в мобильных и стационарных пунктах видеонаблюдения [1–3].

В современных радиолиниях, предназначенных для профессионального применения, обычно используются методы преобразования и передачи телевизионного сигнала по стандарту цифрового наземного телевидения DVB-T [4–6]. Это позволяет обеспечить высокую помехоустойчивость и надёжный приём сигналов в сложных условиях (работа в движении, низкий уровень сигнала в точке приёма, отсутствие прямой радиовидимости между приёмной и передающей антеннами, наличие отражённых сигналов).

В последние годы получили распространение бытовые и полупрофессиональные видеокамеры с встроенными в них компонентами беспроводных линий передачи видеоинформации, основанных на технологии передачи данных WiFi [7]. Использование этого широко распространённого технического решения, применяемого в основном в компьютерных сетях, позволило добавить в комплексы для видеосъемки одновременно и радиолинию передачи видеоинформации, и канал управления без значительного увеличения цены конечного продукта.

Существенным преимуществом при использовании такой технологии является отсутствие необходимости в специализированных приёмниках – в качестве приёмников могут использоваться смартфоны, планшетные или персональные компьютеры с соответствующим программным обеспечением. Однако реальный радиус действия подобных радиолиний, как правило, ограничивается несколькими десятками метров, что можно отнести к их недостаткам.

Другим недостатком, ограничивающим возможность использования данной технологии в профессиональных радиолиниях, является общедоступность частотного ресурса, выделенного для WiFi. Действительно, специфика применения профессиональных радиолиний диктует повышенные требования к надежности доставки видеоинформации. При использовании радиолиний, например, во время массовых мероприятий (спортивных соревнований, митингов, концертов и т.п.) выполнение этих требований будет затруднено, поскольку общедоступные частотные ресурсы с высокой степенью вероятности могут быть сильно загружены и скорость доставки информации по ним снизится до недопустимых величин.

В зависимости от назначения и условий применения радиолиний передатчики, входящие в их состав, можно разделить на три группы: накамерные, бортовые и сверхкомпактные.

Накамерные передатчики – компактные и лёгкие, как правило, имеют выходную мощность от 100 до 200 мВт и вместе с антенной либо устанавливаются непосредственно на видеокамере, либо размещаются в специальном рюкзаке оператора.

Бортовые передатчики, масса которых может достигать 10 кг, а выходная мощность – 10 Вт, располагаются на подвижных наземных или летательных аппаратах. Такие передатчики приспособлены к условиям применения – они отвечают повышенным требованиям по устойчивости к внешним воздействующим факторам (широкий диапазон рабочих температур, повышенная влажность, сильная вибрация и т.п.). Для установки передающей антенны в рабочее/транспортное положение применяются специальные электромеханические приводы, а для уве-

личения дальности действия могут использоваться следящие приёмные антенные системы.

Сверхкомпактные передатчики с малым энергопотреблением (до 4 Вт) могут быть использованы для скрытного размещения, их выходная мощность не превышает 100 мВт.

Изготовители современных профессиональных цифровых радиолиний предлагают различные линейки аппаратуры, позволяющие создавать беспроводные системы передачи видеоинформации, максимально адаптированные к задачам заказчиков: как относительно простые системы с дальностью действия в десятки метров, так и более сложные – с дальностью действия в десятки километров.

Ниже приводятся краткий обзор отдельных компонентов профессиональных систем беспроводной передачи видеоинформации, изготавливаемых компаниями BMS и IMT, входящими в число лидеров в данной области, а также описание цифровой телевизионной радиолинии, разработанной в ЗАО «МНИТИ».

Компания BMS (Broadcast Microwave Services, США) выпускает беспроводные системы передачи видеоинформации, работающие в диапазоне 1,4–15 ГГц [5].

На рис. 1 представлен внешний вид производимого компанией BMS бортового передатчика Heli-Coder 4 (HC4), предназначенного для установки на летательном аппарате. Передатчик HC4 имеет в своём составе видеокодер H264, модулятор, преобразователь частоты и усилитель. В передатчике используется стандартная модуляция COFDM, но имеется возможность использования и других методов модуляции при смене программного обеспечения. Передатчик HC4 обеспечивает передачу не только видеоинформации, но одновременно и координат летательного аппарата, полученных с помощью приёмника GPS, что облегчает работу приёмных антенных систем слежения.

Передатчик имеет выходную мощность до 10 Вт, приспособлен для установки совместно с бортовой авионикой, поддерживает удалённое управление из кабины летательного аппарата и может работать с видео стандартной и высокой чёткости.

В случае расположения передающей ненаправленной антенны радиолинии под фюзеляжем летательного аппарата используется электромеханический антенный привод TAA-101S, представленный на рис. 2.

Привод TAA-101S обеспечивает установку антенны в рабочее положение, а при посадке летательного аппарата – её безопасное «складывание».

Накамерный передатчик NTxx23HD (HD NANO), выпускаемый компанией BMS, представлен на рис. 3. В этом передатчике, также как и в HC4, интегрированы функции видеокодера, модулятора COFDM, преобразователя частоты и усилителя.

Передатчик работает с видео стандартной и высокой чёткости, его выходная мощность – до 200 мВт, диапазон рабочих частот – 1,95–7,4 ГГц (разбит на поддиапазоны).

Для работы в составе профессиональных радиолиний компанией BMS выпускается приёмник DR6000 MK2, представленный на рис. 4.

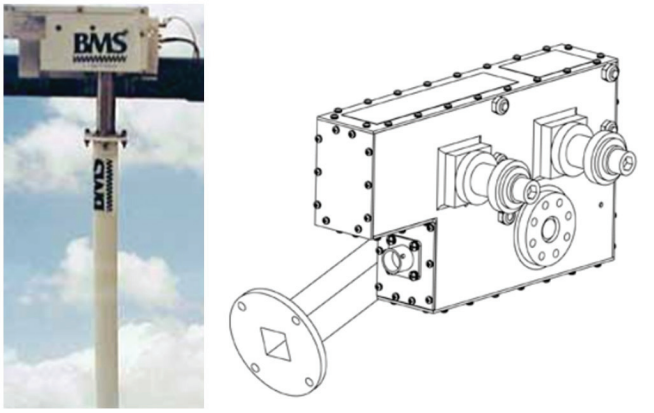

Рис. 2. Электромеханический привод TAA-101S для передающей антенны, располагаемой на летательном аппарате

Рис. 1. Бортовой передатчик Heli-Coder 4

Рис. 3. Накамерный передатчик NTxx23HD

Рис. 4. Приёмник DR6000 MK2

В DR6000 MK2 реализована технология приёма на разнесённые антенны, имеется шесть антенных входов. Приёмник поддерживает цифровые выходные интерфейсы ASI, SDI, HD-SDI и подходит как для стационарного, так и для мобильного применения. Особенностью DR6000 MK2 является возможность работы в режиме с малой задержкой сигналов в радиолинии (40 мс).

Компания IMT (Integrated Microwave Technologies, США) также производит беспроводные системы передачи видео- и аудиосигналов различного назначения [6].

Внешний вид передатчика ChannelMaster TX7, выпускаемого компанией IMT, представлен на рис. 5.

Рис. 5. Передатчик ChannelMaster TX7

Передатчик ChannelMaster TX7 используется в составе бортовых радиолиний для летательных аппаратов и наземных транспортных средств. Передатчик является универсальной платформой с возможностью выбора вида модуляции: FM, VSB, DVB-T. Таким образом, TX7 может работать как в аналоговом, так и в цифровом режиме. В цифровом режиме поддерживается компрессия видеопотока по стандартам MPEG-2 и MPEG-4 со стандартной и высокой чёткостью. Имеется возможность работы в режиме с малой задержкой сигнала в радиолинии (до 90 мс). Выходная мощность передатчика – до 8 Вт. Как и большинство других передатчиков, он выпускается для различных диапазонов рабочих частот: 1,9–2,5 ГГц, 2,3–2,7 ГГц, 6,4–7,2 ГГц, 6,7–7,4 ГГц, 7,1–7,7 ГГц, 7,7–8,5 ГГц, 10–10,6 ГГц, 12,7–13,2 ГГц.

В числе изделий, выпускаемых компанией IMT, имеются сверхкомпактные передатчики CTx и CTx-II, представленные на рис. 6.

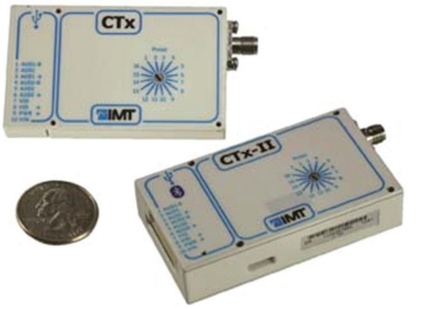

Рис. 6. Передатчики CTx и CTx-II

Передатчики CTx и CTx-II имеют малые размеры, низкое энергопотребление и могут быть использованы для скрытной установки. Передатчики обеспечивают кодирование видео в стандарте H264 SD и работают в стандартном режиме COFDM 2k DVB-T. Удалённое управление передатчиком CTx-II с использованием технологии Bluetooth позволяет устанавливать его параметры (например, со смартфона) даже в случае отсутствия прямого доступа к нему. Опционально доступны диапазоны рабочих частот 1,7–1,9 ГГц, 2,2–2,4 ГГц и 4,4–5,0 ГГц. Выходная мощность CTx – 25 мВт, CTx-II – 100 мВт.

В приведённых выше примерах представлена лишь малая часть номенклатуры изделий, производимых зарубежными компаниями для цифровых систем беспроводной передачи видеоинформации. Однако эти примеры отражают современные принципы построения таких систем – использование технологии COFDM (DVB-T), сжатие видео по стандарту H264 (MPEG-4) и приём сигналов на разнесённые антенны (FFT-MRC).

На основе изложенных принципов в ЗАО «МНИТИ» была разработана цифровая телевизионная радиолиния, которая может использоваться как в телевизионном вещании, так и в системах видеонаблюдения [8].

Структурная схема разработанной радиолинии представлена на рис. 7. В состав радиолинии входят передатчик, приёмник и комплект антенн.

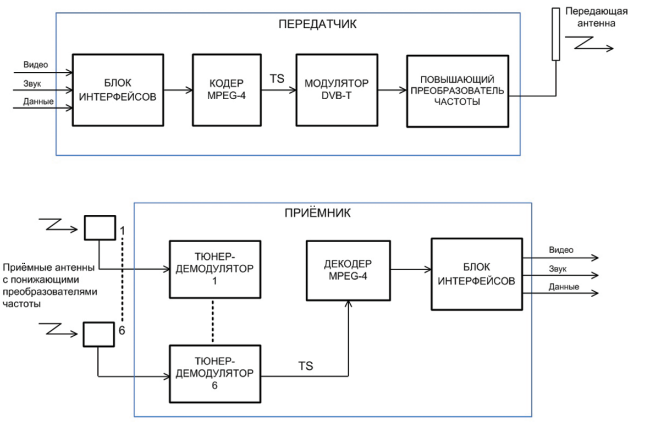

Рис. 7. Структурная схема радиолинии

ПЕРЕДАТЧИК РАДИОЛИНИИ

Внешний вид передатчика радиолинии (с подключённой антенной) представлен на рис. 8. Видеосигналы (стандартной или высокой чёткости) и аудиосигналы, поступающие от камеры или другого источника информации на соответствующие входы передатчика, преобразуются в цифровую форму в блоке интерфейсов и подвергаются кодированию в соответствии со стандартом MPEG-4. Транспортный поток с выхода кодера подаётся на вход модулятора, вырабатывающего выходной сигнал в соответствии со стандартом DVB-T. Номинальная ширина полосы частот выходного сигнала модулятора – 8 МГц, центральная частота – 36 МГц. Для переноса сигнала с частоты 36 МГц на рабочую частоту радиолинии в диапазоне от 2,1 до 2,5 ГГц используется повышающий преобразователь частоты. В составе преобразователя имеется усилитель мощности, обеспечивающий получение сигнала на выходе передатчика с уровнем 10 или 100 мВт.

Рис. 8. Передатчик радиолинии

Конструкция передатчика позволяет устанавливать его на видеокамеру вместо аккумулятора компании Anton Bauer, широко используемого для электропитания видеокамер. При этом аккумулятор устанавливается на передатчик и питает одновременно и передатчик, и видеокамеру. Габаритные размеры передатчика с элементами крепления – 216 × 110 × 85 мм.

ПРИЁМНИК РАДИОЛИНИИ

В состав приёмника радиолинии (рис. 9) входят тюнеры-демодуляторы, декодер MPEG-4 и блок интерфейсов, формирующий выходные видео- и аудиосигналы, а также сигналы данных.

В приёмнике применены интегральные тюнеры-демодуляторы DiB7070M компании DiBcom, позволяющие реализовать метод приёма сигналов на

Рис. 9. Приёмник радиолинии

разнесённые антенны (FFT-MRC). Он обеспечивает существенное повышение надёжности приёма полезного сигнала, в том числе при наличии отражённых сигналов с изменяющимся уровнем, что особенно актуально для случаев, когда передатчик радиолинии установлен на подвижном объекте [9, 10].

На входы приёмника подаются сигналы с выходов понижающих преобразователей частоты, размещённых в приёмных панельных антеннах. Приёмник имеет шесть входов для подключения максимально шести антенн.

Декодер выполняет преобразование транспортного потока, поступающего на его вход с цепочки тюнеров-демодуляторов или от внешнего источника (вход ASI). После декодирования на выходе блока интерфейсов формируются видео- и аудиосигналы, а также сигналы данных.

Конструктивно приёмник выполнен в виде блока высотой 1U (44,5 мм), устанавливаемого в стандартную 19-дюймовую аппаратную стойку.

КОМПЛЕКТ АНТЕНН

В состав комплекта антенн входят (рис. 10):

- передающая антенна с круговой диаграммой направленности;
- передающие панельные антенны с секторной диаграммой направленности;
- приёмные панельные антенны с секторной диаграммой направленности со встроенным понижающим преобразователем частоты (до шести антенн).

Поляризация всех антенн – вертикальная.

Передающая антенна с круговой диаграммой направленности применяется в том случае, когда во время съёмки камера с передатчиком перемещается. Антенна выполнена по схеме коаксиального вибратора и представляет собой полуволновый диполь с плечами разного диаметра. Коэффициент усиления антенны – 2 дБи. При установке передатчика на мобильных объектах (без работы в движении) применяется передающая панельная антенна с секторной диаграммой направленности, которая представляет собой двухэлементную решетку с синфазным пита-

Рис. 10. Антенны радиолинии

нием. Антенна имеет коэффициент усиления 12 дБи. Угол раствора диаграммы направленности антенны в горизонтальной плоскости – около 60°.

Приёмная панельная антенна устроена аналогично двухэлементной передающей, но имеет встроенный понижающий преобразователь частоты, выход которого посредством фидера подключается к антенному входу приёмника. Электропитание преобразователя (12 В) осуществляется от блока питания приёмника по фидеру.

Наличие в приёмнике нескольких антенных входов позволяет адаптировать приёмную сторону радиолинии к различным вариантам расположения передатчика. Например, при использовании шести направленных приёмных антенн, расположенных по окружности, обеспечивается устойчивый прием сигнала от подвижного передатчика при перемещении его вокруг такой антенной системы. При этом, в отличие от варианта с одной ненаправленной антенной, имеющей круговую диаграмму направленности, реализуется высокий коэффициент усиления, что в сочетании с функцией разнесённого приёма обеспечивает значительно большую дальность работы радиолинии.

Испытания радиолинии в различных условиях показали возможность успешного применения её для передачи/приёма сигналов изображения и звука, а также данных. В разработке представленной радиолинии принимали участие научно-производственное предприятие «Цифровые решения» и научно-исследовательская часть Московского технического университета связи и информатики.

В заключение можно указать ряд дальнейших направлений работ в области создания отечественных цифровых систем беспроводной передачи видеоинформации:

- разработка бортовых передатчиков с повышенной устойчивостью к внешним воздействующим механическим и климатическим факторам;
- снижение энергопотребления, уменьшение габаритов и массы передатчиков, в том числе разработка сверхкомпактных передатчиков;
- использование методов передачи/приёма, предусмотренных стандартом DVB-T2 [11] в целях повышения помехоустойчивости и дальности действия радиолиний;
- сокращение времени задержки сигнала при кодировании/декодировании;
- создание устройств, работающих в диапазоне от 7,15 до 7,75 ГГц, отдельные участки которого в соответствии с таблицей распределения полос частот [12] могут использоваться передвижными и стационарными репортажными телевизионными станциями с мощностью передатчиков не более 1 Вт;
- разработка радиолиний для работы с перспективными форматами видео, включая Ultra HD.

Проведение работ в указанных направлениях будет способствовать расширению области применения создаваемых цифровых телевизионных радиолиний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Слюсар В. Передача данных с борта БПЛА: стандарты НАТО // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2010. – № 3 – С. 80–86.

2. Слюсар В. Радиолинии связи с БПЛА: примеры реализации // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2010. – № 5 – С. 56–60.

3. Ксензенко П.Я., Химич П.В. Модуляция COFDM. Новые возможности для видеонаблюдения // Бизнес и безопасность. – 2007. – № 6 – С. 108–111.

4. Каталог продукции компании GMS (Cobham) // www.cobham/gms.com.

5. Каталог продукции компании BMS //www.bms-inc.com.

6. Каталог продукции компании Nucomm (IMT) // www.imt-solutions.com.

7. Каталог продукции компании Sony // www.sony.ru.

8. Дорошенко И.В., Осокин В.А., Самович В.В., Шабаров В.Т. Телевизионная радиолиния // Техника средств связи, сер. Техника телевидения. – 2013. – С. 52–59.

9. Информация компании BMS (White paper). Multi-Way Diversity Reception for Digital Microwave Systems // www.bms-inc.com.

10. Информация компании DiBcom (White paper № 3 – Rev. B May 08). Advantages of Diversity implementation on mobile & portable TV receivers //www.dibcom.com.

11. European Standard (Telecommunications series). ETSI EN 302 755 «Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)».

12. Таблица распределения полос частот (п. 278). Главный радиочастотный центр. // www.grfc.ru.

***Быструшкин К.Н.**, к.т.н.*

ВПЕРЕДИ – КРУТОЙ ПОВОРОТ

19 ноября 2014 года ЗАО «МНИТИ» стало лауреатом престижной награды Национальной ассоциации телерадиовещателей (НАТ) России в области телевидения в номинации «За создание и усовершенствование оборудования и технологий в области телерадиопроизводства» [1]. Вручение премии состоялось на XVIII Международном Конгрессе «НАТ–2014» (рис. 1)

ДИПЛОМ

Победителя Премии имени Владимира Зворыкина 2014 год

За достижения в области развития телевидения

ЗАО «МНИТИ»

(Московский научно-исследовательский телевизионный институт)

За создание и/или усовершенствование оборудования/технологии в области телерадиопроизводства

Руководитель Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям
Сеславинский М.В.

Президент Национальной Ассоциации Телерадиовещателей
Сагалаев Э.М.

Рис. 1. Вручение премии Владимира Зворыкина генеральному директору ЗАО «МНИТИ» Н.Н. Вилковой на XVIII Международном Конгрессе «НАТ–2014»

Как известно, премия имени Владимира Зворыкина, выдающегося изобретателя электронного телевидения, присуждается один раз в году за выдающиеся заслуги в области развития технологий и инженерных решений цифрового телевидения. Присуждение этой премии ЗАО «МНИТИ» накануне 65-летнего юбилея является признанием ведущей роли института в развитии отечественного телевидения.

НАСЛЕДНИКИ ЗВОРЫКИНА

В течение 65 лет своей истории МНИТИ является, как принято говорить сейчас, национальным центром компетенций буквально по всем вопросам, касающимся формирования и функционирования приёмной телевизионной аппаратуры. Начиная с разработок технических концепций базовых унифицированных моделей отечественных телевизоров и их элементной базы, организации их массового производства и технического обслуживания и заканчивая решением вопросов утилизации старых телевизоров. С ролью головной организации СССР по телевизорам МНИТИ справился блестяще: выпуск телевизоров в 1991 году достиг 11 млн шт., и по этому показателю наша страна вышла на четвёртое место в мире [2].

Разработка и освоение в серийном производстве в СССР под непосредственным руководством МНИТИ унифицированных телевизоров имели огромное политическое и народно-хозяйственное значение, так как они полностью обеспечили потребность населения страны в цветных телевизорах. Технический уровень и надёжность советских телевизоров неуклонно росли. Разработанные институтом в 1988–1991 годах революционные модели аналого-цифровых телевизоров 5-го поколения ТЦИ-АЦ и ТЦИ-2А с цифровой шиной управления IIC ни в чём не уступали «лучшим мировым образцам» [3].

В 2002–2004 годах ЗАО «МНИТИ» совместно с заводом ЗАО «Завод им. Козицкого» (г. Санкт-Петербург) были разработаны первые в России аналого-цифровые (гибридные) телевизоры с возможностью приёма программ DVB-T 1 первого «Радуга 54ТЦ8001» и второго «Радуга 54ТЦ8112Г» поколения (рис. 2).

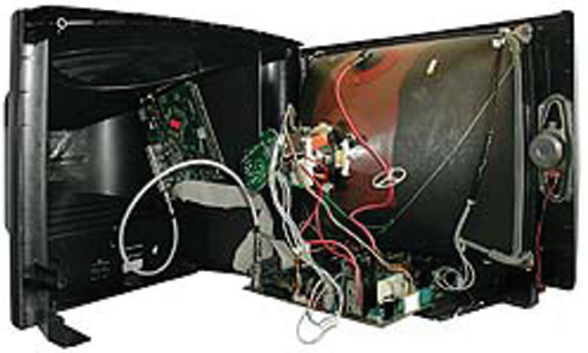

Рис. 2. Гибридный телевизор 2-го поколения «Радуга 54ТЦ8112Г» с установленным цифровым модулем DVB-T

Гибридный телевизор «Радуга DVB-T (54/72ТЦ8112Г)» серийно выпускался в течение 2004 и 2005 годов без цифрового модуля, так как в это время ещё не были созданы сети цифрового вещания DVB-T. Цифровые модули DVB-T для гибридного телевизора «Радуга 54/72 ТЦ8112Г» показаны на рис. 3.

Рис. 3. Цифровые модули DVB-T для гибридного телевизора «Радуга 54/72 ТЦ8112Г»

Концепция построения телевизора позволяла легко осуществлять его модернизацию путём замены цифрового модуля на модуль нового поколения, который подключался к шасси телевизора по унифицированному программно-аппаратному интерфейсу. Эта концепция позволяла значительно продлить жизненный цикл телевизора и по мере развития цифровых технологий менять только модуль декодирования и обработки цифровых сигналов, используя дисплей базовой модели. Спустя 8 лет подобное техническое решение было применено компанией Samsung Electronics Ltd. в её «умных» (smart) телевизорах модельного ряда 2012 года. В этих моделях был также применён принцип модернизации телевизора путём установки в специальный разъём нового цифрового блока, изготовленного на более совершенном процессоре обработки сигналов [2].

Другой значительно опередившей время разработкой ЗАО «МНИТИ» является концепция Smart TV, предложенная ЗАО «МНИТИ» в ходе выполнения ряда НИР по созданию опережающего научно-технического задела в период 1993–1995 годов.

По результатам этих работ в журнале «Радио» № 3 за 1996 год была публикация МНИТИ «Мультимедиа придёт в каждый дом» [4]. В этой статье были описаны ключевые компоненты мультимедийных телевизионных технологий, известных сегодня как Smart TV.

С момента внедрения в России цифрового телевидения ЗАО «МНИТИ» активно участвует в реализации Федеральной целевой программы «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации в 2009–2015 годах». С 2007 года совместно с российскими заводами-изготовителями были разработаны и серийно выпускались несколько моделей цифровых приставок стандартов DVB-T и DVB-T2 (ОАО «Уфимский завод "Промсвязь"», ОАО «Ставропольский радиозавод "Сигнал"», ЗАО «Интеркросс» (г. Рязань) и др.) [2].

Таким образом, отечественная промышленность и отраслевая наука доказали, что обладают необходимым научно-техническим потенциалом, который позволяет осуществлять полный цикл разработки и производства современной цифровой телевизионной техники, в том числе DVB-T2. Однако цифровые технологии не стоят на месте и уже не за горами новый виток их развития.

РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ 3-ГО ПОКОЛЕНИЯ

Сегодня мир стоит на пороге перехода к технологиям цифрового телевидения нового – 3-его поколения. Используемые в нём технологии позволяют в рамках единого информационного пространства не только разработать новейшие технологии сжатия цифровых сигналов звука и изображения (HEVC (H.265)) при более эффективной радиочастотной модуляции, но и внедрить интерактивные сервисы на основе IP-протоколов, а также обеспечить интеграцию с проводными и беспроводными сетями Интернета. Используемые в них технические решения на порядок сложнее современных технологий цифрового телевидения, поэтому значимость и роль национальных исследовательских центров по подготовке отечественной промышленности к переходу на новый уровень технологического развития имеют большое значение [5, 6].

Актуальность этих проектов объясняется тем, что в связи с быстрым техническим прогрессом цифровое телевидение испытывает всё более возрастающую конкуренцию со стороны других технологий телекоммуникаций, в том числе Интернета. Для сохранения ведущей роли телевидения среди средств массовой информации во всём мире началась подготовка на переход к 3-му поколению систем цифрового телевидения: ATSC-3 (США), DVB-3 (европейские страны) и DTMB Next Generation (Китай). Все эти системы в перспективе предусматривают переход к телевидению ультравысокой чёткости UHDTV (4K и

8K), широкую интеграцию с существующими и перспективными сетями передачи данных, включая LTE, интерактивность и персонализацию получения зрителем информации. Предполагается, что переход к 3-му поколению цифрового телевидения в мире начнётся в ближайшие 5–6 лет [7].

Особенности систем цифрового телевидения 3-го поколения (начало внедрения в 2018–2020 гг.):

- переход к телевидению ультравысокой чёткости UHDTV (4K и 8K);
- использование новейших улучшенных алгоритмов сжатия HEVC (H.265) с большей на 30–50% по сравнению с MPEG-4 эффективностью компрессии;
- переход от 8-битового представления видеосигнала к 10- и 12-битовым сигналам;
- расширенный цветовой локус (улучшенная цветопередача);
- объёмный звук нового поколения Dolby AC-4 и DTS–UHD;
- стереоскопическое изображение;
- интерактивные информационные смарт-сервисы;
- персонализация получения контента зрителем.

Цикличность в 6–8 лет смены поколений цифрового телевидения объясняется не только прогрессом телевизионных технологий (стандартная чёткость SD, HDTV, UHDTV, голографическое телевидение), но и необходимостью полной замены профессиональной аппаратуры и абонентского оборудования для сохранения объёмов производства компаний-производителей.

С учётом всё более возрастающей сложности современных технологий, а также глобализации рынков телекоммуникационного оборудования и вещательных технологий разработчики систем 3-го поколения цифрового телевидения объединяются в международные альянсы и консорциумы. Их целями являются не только ускорение разработки стандартов на новую систему вещания и минимизация затрат на её внедрение, но и создание благоприятных стартовых условий и защиты рынка в интересах собственных производителей профессионального и абонентского оборудования. Примерами таких международных альянсов являются FOBTV (свыше 64 компаний более чем из 25 стран) и DVB Project (более 300 компаний и организаций, представляющих 30 стран).

Мировая практика показала, что инициаторами и лидерами разработки перспективных телевизионных технологий являются национальные научно-исследовательские институты стран – участниц консорциумов и разрабатывающие подразделения промышленных компаний, производящих профессиональное и абонентское телевизионное оборудование.

В России функции ведущей научной организации по цифровому телевидению Министерства промышленности и торговли РФ выполняет ЗАО «МНИТИ», в Китайской республике – NERC DTV (Национальный научно-инженерный центр цифрового телевидения).

ЗАО «МНИТИ» и его партнёрами разработан ряд инновационных технологий цифрового телевидения, в том числе совместимой системы стереоскопического 2D/3D цифрового телевидения DVB-T2. Совместно с компаниями ЗАО «Элекард Девайсез» (г. Томск) и ЗАО «СофтЛаб-НСК» (г. Новосибирск) специалисты института изучают возможность создания более эффективного алгоритма сжатия HEVC (H.265) с повышенной на 30% эффективностью относительно базового алгоритма (Improve H.265).

В свою очередь, ряд китайских компаний во главе с NERC DTV в рамках выполнения национального научно-исследовательского проекта «863» в 2012–2014 годах разработали ключевые технологии эфирного 4K (UHDTV) цифрового телевидения, гибридную интерактивную распределительную сеть цифрового телевизионного вещания, а также технологию организации обратных каналов для интерактивных сервисов по сети LTE.

ЗАО «МНИТИ» и NERC DTV с 2012 года успешно сотрудничают в международном проекте FOBTV (Future of Broadcast Television Initiative). Фирмы – участники проекта представлены на рис. 4. В рамках этого проекта представители вещательного сообщества и крупнейшие производители профессиональной и абонентской аппаратуры разрабатывают дорожные карты и технологии телевидения завтрашнего дня [5].

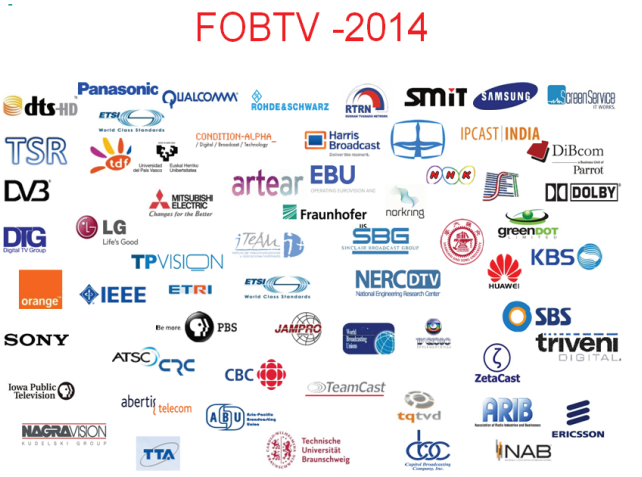

Рис. 4. Члены международного проекта FOBTV

По инициативе обеих компаний в середине 2014 года на совместных совещаниях в КНР в Янтане (июнь 2014 г.) и Даляне (июль 2014 г.) было подготовлено предложение о возможности совместной разработки на базе созданного сторонами инновационного научно-технического задела технологий системы цифрового телевидения UHDTV следующего

3-го поколения (Next Generation Terrestrial Broadcast Television System) [7].

Эти предложения были рассмотрены и одобрены на XIII заседании российско-китайской рабочей группы по сотрудничеству в области информационных технологий и сетевой безопасности, которое состоялось в г. Далянь (КНР) 28–29 июля 2014 г. (рис. 5).

В соответствии с рекомендациями рабочей группы ЗАО «МНИТИ» и NERC DTV приступили к изучению возможности совместных работ в области технологий системы цифрового телевидения UHDTV 3-го поколения. Российской аудитории эти планы были представлены 20 ноября 2014 года на XVIII Международном конгрессе НАТ «Контент и технологии следующего поколения» в совместном докладе ЗАО «МНИТИ» и NERC DTV [7].

Рис. 5. Совместный доклад ЗАО «МНИТИ» и NERC DTV 29 июля 2014 г. в Даляне (КНР) на заседании российско-китайской рабочей группы

Необходимо отметить, что вопросы выбора и утверждения систем теле- и радиовещания во всех странах мира юридически находятся в компетенции национальных администраций связи. В России эти функции делегированы Министерству связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Поэтому работы по технологиям цифрового телевидения 3-го поколения будут проводиться только после их согласования с Министерством связи и массовых коммуникаций РФ, а также с Министерством промышленности и торговли РФ, определяющим техническую политику в нашей стране.

Внедрение в России и Китае совместных разработок в области цифрового телевидения 3-го поколения позволило бы создать новые огромные рынки для профессионального оборудования и приёмников цифрового телевидения объёмом в десятки млрд $ USA. Есть все основания считать, что в случае реализации совместных проектов они станут не только важной вехой в реальной научно-технической кооперации двух стран, но и будут иметь важное политическое значение.

Подобное политическое сближение имело место в середине 60-х годов между СССР и Францией во время принятия советско-французской системы цветного телевидения SECAM. Это сближение началось после выхода Франции из военной структуры НАТО в феврале 1966 года и проведения ею независимого от США политического курса. Поэтому выбор технических решений системы цветного телевидения во многом определялся именно политическими факторами.

МНИТИ принимал участие в создании и испытании системы цветного телевидения SECAM с советской стороны, и поэтому институт имеет успешный опыт реализации подобных проектов. Более того, в середине 90-х годов сотрудниками института была разработана концепция совместимой системы широкоэкранного цветного телевидения SECAM [9]. На совместном совещании представителей МНИТИ и консорциума PAL plus в Женеве в феврале 1996 года была достигнута принципиальная договорённость о возможности разработки мультистандартных СБИС-декодеров PAL plus/ SECAM plus и начале их производства компаниями Philips и Thomson [8]. И только старт цифрового телевидения в Европе не позволил реализовать этот интересный проект российских учёных и инженеров.

ЗАО «МНИТИ» с 1998 года является активным участником проекта внедрения цифрового телевидения в России и принимал непосредственное участие в разработке аван-проекта по выбору системы цифрового вещания. О научном уровне проводимых институтом исследований и разработок наглядно свидетельствуют полученные ЗАО «МНИТИ многочисленные дипломы и золотые медали на престижных международных выставках и научно-технических салонах.

Таким образом, ЗАО «МНИТИ» объективно готов стать научным координатором совместных работ российских и китайских компаний в области системы цифрового телевидения 3-го поколения. При этом каким будет облик этих систем, в общих чертах понятно уже сегодня.

НА НОВОМ ВИТКЕ ЦИФРОВОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Как следует из рис. 6 [7], сети цифрового телевидения 3-го поколения будут органично объединять как стандартные эфирные цифровые передатчики, так и беспроводные сети широкополосного доступа на основе сетей LTE. При этом приём программ будет воз-

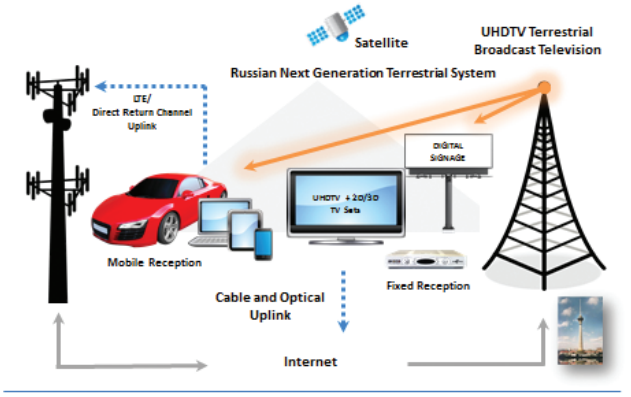

Рис. 6. Архитектура интегрированной интерактивной сети цифрового телевизионного вещания 3-го поколения

можен не только на стационарные телевизоры и цифровые приставки, но и в автомобилях, и на различные мобильные терминалы (планшеты, смартфоны и т.д.). Поэтому в рамках данного проекта появляется возможность объединить все эти конкурирующие технологии и предоставить потребителям принципиально новые виды сервисов и информационного обслуживания. Например, получать во время просмотра телепередач на смартфоны или планшеты в интерактивном режиме любую связанную с этим контентом информацию. (Фильмографию актёров во время кинофильмов, результаты выступлений спортсменов и команд для спортивных передач и т.д.) Важнейшей задачей цифрового телевидения будущего является обеспечение возможности надёжного мобильного приёма программ в движущемся автомобиле, что в современных сетях вещания 2-го поколения обеспечивается только в японской ISDB-T [5, 6].

Необходимо отметить, что разработка системы цифрового телевидения 3-го поколения является сложной комплексной научно-технической проблемой, решение которой потребует объединения и координации исследований целого ряда компаний и исследовательских центров с обеих сторон. Для оценки масштаба и сложности проекта необходимо учесть, что в упомянутом выше китайском национальном научно-исследовательском проекте «863» по разработке базовых технологий цифрового телевидения следующего поколения в 2012–2014 годах участвовало 15 компаний во главе с Шанхайским университетом. Соответственно, подобный проект в нашей стране потребует формирования с российской стороны аналогичной «сборной России по цифровому телевидению» из ведущих специалистов отрасли. В частности, помимо ЗАО «МНИТИ» к проекту можно привлечь специалистов ЗАО «СофтЛаб-НСК» (г. Новосибирск), ЗАО «Элекард Девайсез» (г. Томск), ЗАО НТЦ «Модуль», ОАО «НИИМА "ПРОГРЕСС"», ФГУП НИИР , ФГУП НИИТ (г. Санкт-Петербург), ФГУП РТРС, а также учебные вузы – МТУСИ, МВТУ им. Баумана и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, 65-летний юбилей ЗАО «МНИТИ» символизирует завершение эпохи в развитии отечественного телевидения – аналогового телевидения, и перехода телевидения на цифровой формат вещания. В то же время юбилей даёт старт работам по созданию технологий цифрового телевидения 3-го поколения, которые будут определять его развитие как минимум до 2025 года. Нет сомнения в том, что, как и прежде, институт возглавит эти работы и будет оставаться одним из признанных лидеров отечественной телевизионной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www.mniti.ru/news/natexpo-2014/.

2. История отечественных средств связи / К.Н. Быструшкин, Н.Н. Вилкова; отв. ред. А.С. Якунин. – М: Издательский дом «Столичная энциклопедия, 2013. – С. 216–246.

3. Быструшкин К.Н., Кубрак С.И. Аналого-цифровые телевизоры пятого поколения ТЦИ-АЦ // Радио. – 1994 г. – № 3. – С. 8–10.

4. Быструшкин К. Н. Мультимедиа придет в каждый дом // Радио. – 1996. – №3. – С. 6–9.

5. Быструшкин К.Н. О текущем моменте в реализации ФЦП «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009–2015 годы» (Москва, 31 января 2013 г.).: тез. докл. – Москва, 2013.

6. Быструшкин К.Н., Степаненко Л.Н. Телевизоры: какими они будут завтра? // Сборник «НАТ рекомендует», XVI Международный конгресс НАТ «Телевидение и радио в цифровом мире: глобальные тенденции и национальные особенности», (Москва, 6–8 ноября 2012 г.): сборник «НАТ рекомендует». – Москва, 2012. – С. 30–35.

7. http://www.congress-nat.ru/data/documents/MNITI.ppt.

8. Тезисы доклада на XVIII Международном конгрессе НАТ «Контент и технологии следующего поколения» 19–20 ноября 2014 г. «Next Generation Terrestrial Broadcast Television System Collaboration» (NERC-DTV (China), JSC MNITI (Russia)).

9. K.N. Bystrushin, E.Z. Soroka, V.A. Khleborodov, B.N. Khohlov. «Step-by-step towards the compatible SECAMplus system». ICCE-Digest of technical papers, International Conference of Consumer Electronics, June 7–9,1995, p.136.

10. Патент Российской Федерации № 2085051 от 20 июля 1997 г.

Быструшкин Константин Николаевич,
зам. генерального директора ЗАО «МНИТИ»,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 787-00-32,
e-mail: bkn@mniti.ru

Кошарновский А.Н., *к.т.н.*
Лаас С.В.
Смагин М.С., *к.т.н.*

БОРТОВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Одной из основных тенденций в развитии современных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является расширение спектра их применения. Помимо задач военного назначения, БПЛА всё чаще используются для решения задач гражданских. Чаще всего это мониторинг и дистанционное зондирование местности в целях разведки пожаров, поиска пострадавших и заблудившихся, фото- и видеосъёмки различных объектов или масштабных массовых мероприятий, но встречаются и оригинальные задачи, например доставка грузов или решение сельскохозяйственных задач.

Военные задачи непрерывно усложняются. Даже классическая задача доставки полезной нагрузки от места запуска до точки, указанной оператором, становится в настоящее время всё сложнее для решения ввиду расширения состава естественных и искусственных помех, увеличения расстояния от места запуска до целевого объекта и т.д. Кроме того, в современных условиях от БПЛА часто требуется самостоятельно обнаружить и опознать искомую точку при условии, что оператор лишь приблизительно очерчивает зону её локализации, либо же последовательно посетить несколько точек, причём порядок их посещения БПЛА должен определить самостоятельно, и т.д.

С инженерной точки зрения указанные особенности современного применения БЛА определяют следующие особенности решения инженерных задач разработки бортовой электронной аппаратуры БПЛА.

1. Расширение спектра и состава источников данных для бортовых вычислителей.

2. Усложнение их структуры и аппаратного состава.

3. Повышение требований к тестирующей и контрольно-проверочной аппаратуре в целях выявления неисправностей аппаратуры на этапе разработки и отладки.

Рассмотрим каждую из указанных задач более подробно.

Начнём с источников данных. Для БПЛА они бывают двух основных типов: интерфейсы для связи с внешними техническими средствами и датчики для получения информации о внешней среде.

Чаще всего в качестве принимаемой от внешних технических средств информации выступают геопозиционные данные от систем GPS-ГЛОНАСС, а также команды от оператора. А в качестве передаваемой – данные от датчиков получения информации от внешней среды.

С точки зрения разработки бортовой электронной аппаратуры БПЛА задача передачи информации представляет наибольшую сложность.

Во-первых, потому что с ростом спектра и состава источников данных для бортовой аппаратуры БПЛА растёт и количество информации, которую необходимо передавать с борта БПЛА. При ограниченной пропускной способности каналов передачи данных это приводит к усложнению используемых бортовой аппаратурой алгоритмов сжатия данных.

Во-вторых, потому что передаваемую информацию зачастую необходимо защитить от несанкционированного доступа, что требует её передачи в зашифрованном виде. Очевидно, что вычислительная нагрузка, связанная с шифрованием передаваемых данных, ложится на бортовую электронную аппаратуру БПЛА.

Для сжатия передаваемых данных, получаемых от различных источников, чаще всего используется алгоритм сжатия видеоданных, описанный в стандарте H.264. Данный алгоритм обеспечивает весьма высокий уровень сжатия при сохранении приемлемого качества получаемых изображений, однако работы по его улучшению не прекращаются.

Одним из направлений улучшения данного алгоритма является снижение вычислительной сложности декоррелирующего преобразования путём перехода от декоррелирующих матриц с дробными

коэффициентами к декоррелирующим матрицам с целочисленными коэффициентами. Положительный эффект от подобного перехода очевиден – операции с фиксированной запятой выполняются существенно быстрее, а вычислительные устройства, реализующие арифметику с плавающей запятой, гораздо проще в структурном плане. Пример выполнения декорреляции по данному алгоритму представлен на рис. 1.

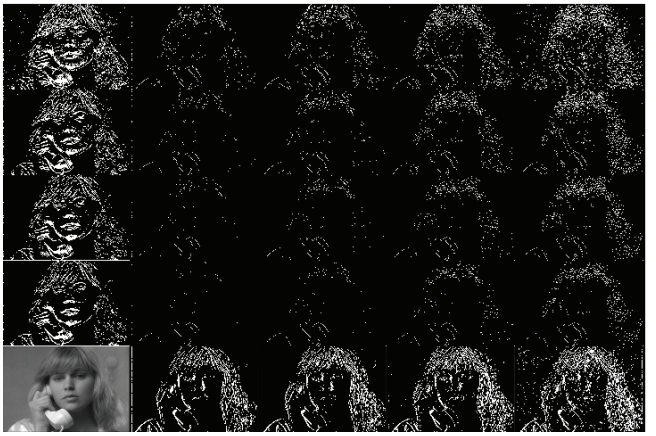

Рис. 1. Результат декорреляции исходного изображения с помощью матрицы ЗАО «МНИТИ» размером 5 × 5

Так, в ходе выполнения в СКБ-4 ЗАО «МНИТИ» научно-исследовательской работы по разработке алгоритма построения подобных матриц было установлено, что минимальный выигрыш в производительности составляет не менее 20% [1].

Кроме того, был обнаружен небезынтересный факт, что матрицы декоррелирующего преобразования могут служить пусть и довольно примитивным, но эффективным шифровальным ключом. В случае если они хранятся на передающем и принимающем конце и недоступны третьим лицам, получившим доступ к передаваемым данным, то в этом случае его раскрытие из сжатого вида будет представлять определённую сложность, что приведёт к задержке декодирования данных, хотя и не очень большой.

Применение специализированных матриц декоррелирующих преобразований в тех случаях, когда указанное значение задержки является приемлемым, позволит существенно сэкономить вычислительный ресурс бортовой аппаратуры БПЛА за счёт упрощения вычислений, связанных со сжатием цифрового потока и возможным отказом от вычислительных операций, связанных с шифрованием передаваемых данных.

Увеличение числа видов датчиков о состоянии внешней среды, применяемых в бортовой аппаратуре современных БПЛА, связано, в первую очередь, с появлением новых датчиков изображений, позволяющих освоить неиспользовавшиеся ранее диапазоны электромагнитных волн.

Так, например, помимо традиционного и во всех смыслах очевидного видимого диапазона электромагнитных волн, в БПЛА всё чаще устанавливаются датчики ближнего и дальнего инфракрасного (ИК) диапазона, кроме того, активно осваиваются датчики ультрафиолетового (УФ) диапазона и радиолокационных изображений.

В этом плане интересно отметить тенденцию к конструктивному комплексированию и даже интеграции как самих датчиков, так и трактов обработки получаемых с них изображений. Среди современных интегрированных датчиков изображений чаще всего встречаются датчики, позволяющие получать изображения в диапазонах длин волн 3–5 мкм и 7–14 мкм или же в видимом и одном из вышеуказанных диапазонов.

Указанные датчики конструктивно исполняют как в виде фотоприёмных матриц, так и в виде фотоприёмных линеек. Среди них интересно отметить отечественные разработки двухспектральных матриц 256 × 256 чувствительных элементов и фотоприёмных линеек 4 × 288 чувствительных элементов.

Помимо тенденции к конструктивной интеграции, следует обратить внимание на перспективы использования в бортовой аппаратуре БПЛА датчиков с традиционным функционалом, но на новых физических принципах. В этом плане весьма перспективными представляются датчики на основе элементов органической электроники. Подобные датчики обладают двумя важными преимуществами по сравнению с кремниевыми аналогами: дешевизной в производстве и конструктивной гибкостью. Пример конструктивного исполнения подобного сенсора представлен на рис. 2.

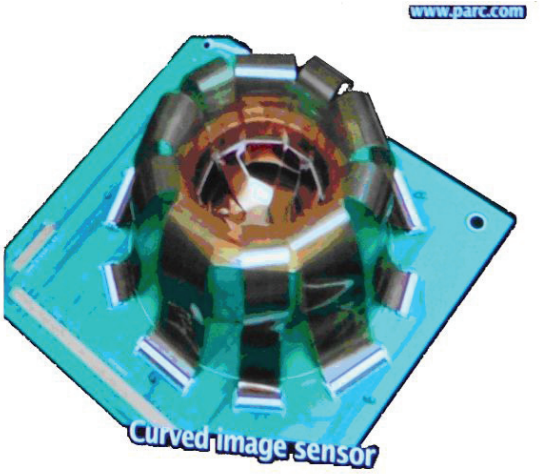

Рис. 2. Гибкий органический фотосенсор разработки фирмы PARC Research (США), закреплённый на печатной плате

Уровень развития данной технологии на сегодняшний день позволяет строить датчики видимого и ИК-диапазонов, а в ближайшем будущем – также и УФ-диапазона разрешением порядка 5 мегапикселей.

Интеграция трактов обработки изображений, полученных в различных диапазонах электромагнитных волн, выполняется путём так называемого объедине-

ния изображений – процесса комбинирования информации, содержащейся на нескольких исходных изображениях, в целях получения единого изображения, содержащего более информативное описание наблюдаемой сцены, чем любое из исходных [3].

Данная задача сама по себе является довольно сложной как алгоритмически, так и математически. К настоящему времени разработано довольно большое количество различных алгоритмов объединения изображений, однако большинство из них предъявляют неприемлемые на данный момент требования к вычислительной мощности бортовой электронной аппаратуры БПЛА. Чаще всего используются сравнительно простые алгоритмы, например алгоритм анализа главных компонент. Пример работы такого алгоритма представлен на рис. 3.

Что касается усложнения структуры и аппаратного состава бортовой аппаратуры БПЛА, то в настоящее время можно констатировать переход от использования в бортовой аппаратуре специализированных вычислительных устройств к использованию устройств общего назначения. Тому есть несколько причин.

Во-первых, ужесточение требований к срокам разработки аппаратуры. В условиях, когда заказчики отводят всё меньше времени на выполнение новых разработок, очевидно решение разработчиков использовать уже готовые технические решения, доступные на открытом коммерческом рынке.

Во-вторых, достигнутый за последние годы прогресс в производительности вычислительных устройств общего назначения позволяет в настоящее время реализовывать с их помощью даже весьма сложные специализированные алгоритмы обработки данных.

В-третьих, усложнение современных технологических процессов производства электроники приводит к чрезмерному повышению стоимости изготовления малотиражных вычислительных устройств.

Чаще всего в качестве центральных процессорных устройств бортовой электронной аппаратуры современных БПЛА выступают микросхемы типа «система-на-кристалле», построенные на основе ядра семейства ARM.

К таковым можно отнести как микросхемы зарубежного производства (семейство DaVinci фирмы Texas Instruments, семейство ADUCM360 фирмы Analog Devices), а также отечественные микросхемы серии 1986ВЕ производства ЗАО «ПКК "Миландр"» или серии 1879ВЯ производства ЗАО НТЦ «Модуль».

Организация их работы имеет много общего с привычными всем бытовыми ПЭВМ – они работают под управлением собственных операционных систем, имеющих иногда даже собственный графический интерфейс пользователя. Чаще всего для этих задач используются такие операционные системы, как RidgeRun, QNX, или операционные системы на ядре Linux.

Изображение ИК-диапазона

Изображение видимого диапазона

Объединённое изображение

Рис. 3. Пример объединения изображений видимого и ИК-диапазонов

В этом списке последние две операционные системы следует отметить особо. QNX – поскольку на её основе разработана операционная система «Нейтрино», сертифицированная Министерством оборо-

ны РФ. Linux – поскольку это операционная система с открытым исходным кодом, распространяемая на бесплатной основе.

И, наконец, третий момент, на котором следует остановиться, – это ужесточение требований к тестирующей и контрольно-проверочной аппаратуре (КПА). Очевидно, что по мере роста сложности и, как следствие, стоимости любых аппаратных систем независимо от их функционального назначения возрастает и стоимость ошибки разработчика. Причём чем позже обнаружена ошибка, тем выше будут затраты на её устранение.

Следует отметить ещё одну интересную особенность современной бортовой аппаратуры БПЛА. Речь идет о тенденции включать средства проверки и тестирования непосредственно в состав бортовой аппаратуры БПЛА. Это делается для того, чтобы реализовать в бортовой аппаратуре функцию самотестирования, необходимую при решении сложных многоэтапных задач, в процессе которых возникает необходимость принятия решения о прекращении или продолжении выполнения задания в зависимости от технического состояния БПЛА.

С одной стороны, это означает, что к КПА предъявляются такие же жесткие требования, как и к остальной бортовой аппаратуре БПЛА, в части энергетических и массо-габаритных характеристик. С другой, – ставит на этапах разработки и отладки изделия задачу тестирования и проверки самих конторольно-проверочных средств, встроенных в аппаратуру БПЛА.

Опыт разработки комплектов КПА для различных электронных устройств позволяет выделить общие для них элементы и представить своеобразный «сухой остаток» в виде структурной схемы, представленной на рис. 4.

Ключевым элементом данной схемы является автоматизированное рабочее место тестирования (АРМ тестирования) на основе персональной ЭВМ общего назначения.

АРМ тестирования должно быть укомплектовано средствами функционального контроля и контроля параметров, такими как генераторы тестовых сигналов, модуляторы, анализаторы спектра и т.д. Управляющая персональная ЭВМ должна содержать пакеты общего и специализированного программного обеспечения и библиотеки тестовых и эталонных результирующих данных, необходимых для выявления различных сбоев, ошибок и неисправностей в объектах тестирования.

АРМ тестирования должна обеспечивать:

- формирование входных тестовых сигналов и проведение контроля основных параметров тестируемой аппаратуры;
- возможность проведения диагностирования встроенного ПО и функционирования составных частей тестируемой аппаратуры;
- проведение анализа выходных сигналов тестируемой аппаратуры и поиска неисправностей её составных частей;

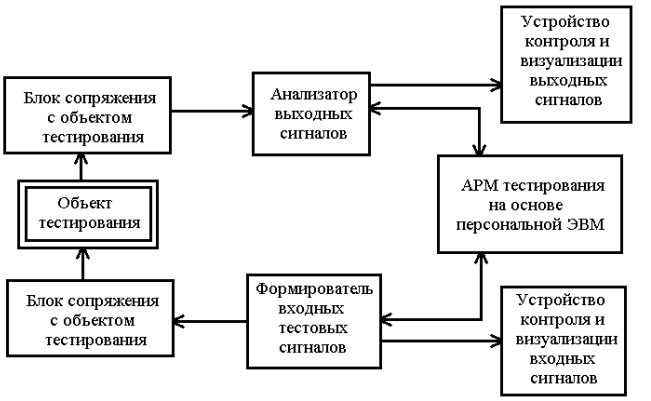

Рис. 4. Типовая структурная схема комплекта КПА

- формирование и вывод на печать протоколов испытаний.

В заключение следует отметить, что, безусловно, указанные тенденции – расширение состава источников данных для бортовых вычислителей, усложнение их структуры и аппаратного состава, а также повышение требований к КПА – не исчерпывают всех направлений развития современной аппаратуры БПЛА. Более того, в данной статье и не ставилась задача полноценного академического исследования всех указанных направлений. Однако практический опыт разработки аппаратуры, накопленный в СКБ-4 ЗАО «МНИТИ», показывает, что описанные в данной статье направления являются наиболее динамичными, интересными с научно-технической точки зрения, а также наиболее сложными на этапах практической разработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евстигнеев В.Г. и др. Методы декорреляции цифровых монохромных изображений с помощью целочисленных неортогональных матриц // Вопросы оборонной техники. Сер. 9. – 2012. – Вып. 2(254)-3(255). – С. 108–118.

2. Смагин М.С. Печатная электроника как перспективное аппаратно-технологическое направление // Новые информационные технологии и системы, сб. науч. ст. XI Междунар. науч.-техн. конф. (г. Пенза, 25–27 ноября 2014 г.). – Пенза: Изд-во ПГУ. – 2014, с. 35–38.

3. Blum R.S. Image Fusion with some Emphasis on CWD. – ECE Dept. Lehigh University, 2002.

Кошарновский Александр Николаевич,
начальник СКБ ЗАО «МНИТИ»
Лаас Сергей Валерьевич,
заместитель начальника отдела ЗАО «МНИТИ»
Смагин Михаил Сергеевич,
начальник отдела ЗАО «МНИТИ»,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (495) 460-31-74,
e-mail: mniti@mniti.ru

Ломов В.А.

РАБОТЫ В ОБЛАСТИ СБОРА, ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ

В 2008 г. коллектив СКБ-5 приступил к разработке концепции аппаратно-программного комплекса мониторинга средств массовой информации.

Новизна и актуальность тематики потребовали глубокой проработки подходов к решению сложных задач в области создания баз данных, обработки потоков информации различных форматов, определения лингвистических методов селекции информации, а также форм представления результатов мониторинга с геопривязкой конкретных событий и объектов.

По мере продвижения исследований в области мониторинга совершенствовалось специальное программное обеспечение. Результаты испытаний показали высокую эффективность программно-аппаратного комплекса, способного заменить несколько десятков аналитиков ситуационных центров различных ведомств. Высокая степень автоматизации рутинных процессов сбора, обработки, хранения и выдачи информации позволяет оперативно представлять потребителям необходимую информацию в масштабе времени, близком к реальному.

В июне 2010 г. на геоинформационную систему тематического мониторинга телерадиовещания и Интернета выдан патент на полезную модель Федеральной службой по интеллектуальной собственности.

Достижения в области мониторинга информационного пространства по достоинству оценены оргкомитетом 7-й Международной выставки изобретений и новых технологий, прошедшей в ноябре 2012 г. в г. Куньшань (КНР), где коллективу разработчиков присуждена золотая медаль.

В 2012 г. коллективом СКБ-5 разработана и внедрена технология трёхмерного моделирования объектов по данным стереоскопической телевизионной съёмки.

Использование телевизионной стереосъёмки при создании трёхмерных моделей объектов существенно повышает точность вычислений, а также сокращает процесс создания трёхмерных моделей.

В 2012 г. за разработку технологии трёхмерного моделирования подвижных объектов группа сотрудников СКБ награждена серебряной медалью на международной ярмарке по изобретениям в Сеуле (республика Корея), также был выдан патент на полезную модель Федеральной службой по интеллектуальной собственности.

Рис. 1. Патент на ГИС тематического мониторинга и золотая медаль

Рис. 2. Патент на технологию трёхмерного моделирования подвижных объектов и грамота к серебряной медали

В разработанной технологии были решены проблемы и описаны пути обеспечения возможности построения моделей, размещённых на вращающемся стенде, а также в ходе съёмки перемещающейся камерой при известном законе её движения.

Автоматизированы процессы построения моделей, структурного освещения, подбора требуемого измерительного оборудования в зависимости от размеров объекта, для которого создаётся модель.

В 2013 г. группой сотрудников СКБ-5 исследованы возможности создания систем скоростного и сверхскоростного ввода-вывода, обработки и регистрации цифровых данных.

Высокоскоростная цифровая обработка требуется для создания аппаратуры приёма скоростных и

сверхскоростных потоков, в которой вся обработка сигналов осуществляется только в цифровой форме.

Проведённые теоретические и экспериментальные исследования были направлены на создание базовой технологии построения унифицированных узлов и блоков радиоэлектронной аппаратуры, обеспечивающих скоростную и сверхскоростную обработку и регистрацию цифровой информации. Апробация изготовленных макетов унифицированных электронных модулей для скоростного и сверхскоростного ввода-вывода показала их высокую эффективность.

Результаты проводимых НИР и ОКР используются при радиомониторинге высокочастотных сигналов, обработке широкополосных видеосигналов, вводе и обработке высокочастотных радиолокационных сигналов.

Ломов Валерий Анатольевич,
зам. генерального директора ЗАО «МНИТИ»,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 787-06-93,
e-mail: mniti@mniti.ru

Шаймарданов Р.Б.
к.т.н.

Рукин А.П.,
к.т.н.

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Статья посвящена анализу новых перспективных направлений использования ГИС-технологий, расширения функциональных возможностей базовых ГИС-платформ, создания нео- и ноогеографических систем в условиях современного постиндустриального общества. Основные положения данной работы основываются на многолетнем опыте исследований и практических разработках авторов в области создания ГИС, информационных систем (ИС), информационно-управляющих систем (ИУС), аналитических ИС (АИС), ситуационных и моделирующих центров систем различного назначения.

Актуальной проблемой современного постиндустриального общества является формирование глобального планетарного открытого геоинформационного пространства. Эта проблема объективно обусловлена революционным развитием новейших информационных, компьютерных, коммуникационных технологий, транснациональных вычислительных сетей, Интернета, тотальной горизонтальной и вертикальной информатизацией, гигантскими объёмами накопленных баз данных (БД), включающих, в том числе, геопространственные данные, постоянно растущими потребностями в актуальной, точной, достоверной и полной информации о важнейших естественных и искусственных объектах, субъектах, процессах, явлениях, событиях, происходящих в мире, и необходимой для принятия эффективных решений на разных уровнях управления современным постиндустриальным обществом. ГИС как самый общий класс современных ИС, АИС, ИУС и т.д. нашли широкое применение в самых различных сферах и направлениях деятельности современного общества.

Ниже рассматриваются актуальные, важные и перспективные направления использования и развития ГИС-технологий и ГИС-платформ, относящихся к сфере деятельности ЗАО «МНИТИ».

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ПЛАТФОРМ В СИСТЕМАХ ТЕЛЕВИДЕНИЯ, РАДИОВЕЩАНИЯ И СВЯЗИ

Одним из важных и актуальных направлений эффективного использования функциональных возможностей ГИС-платформ являются системы телевидения, радиовещания и связи. Использование стандартных функций современных полнофункциональных ГИС-платформ позволяет решать весьма широкий спектр прикладных задач современных систем телевидения, радиовещания и связи, таких как:

- оптимальное пространственное размещение телерадиовещательных станций, систем связи;
- планирование и геопространственный анализ программ, содержания, эффективности телерадиовещания и систем связи;
- оптимизация технических параметров сетей телевизионного и звукового вещания по критериям максимума коэффициента покрытия обслуживаемой территории и минимальности суммарной мощности радиопередающих станций при полном покрытии;
- проектирование телекоммуникационных сетей: выбор местоположения антенн, ретрансляторов, расчёт зон видимости, моделирование распространения радиоволн, расчёт оптимального маршрута прокладки кабелей с учётом расположения улиц, шоссейных и железных дорог, подземных коммуникаций, расчёт оптимального размещения радиорелейных линий с учётом профилей поверхности земли и объектов на ней и др.

Другим направлением является использование телевидения и интернет-телевидения для расширения функциональных возможностей ГИС-платформ. Эти системы используют возможности современного телевидения и Интернета для решения самых разнообразных задач, в том числе:

- сбор, обработка, анализ результатов выборов в различные органы власти (например ГАС «Выборы»);

- оперативное отображение объектов и событий с их привязкой к территории с использованием пространственной информации и различных электронных картографических изображений на видеоэкранах коллективного пользования (например мониторинг чрезвычайных ситуаций, прогноз погоды);
- реализация образовательного телевидения для дистанционного обучения пользователей и зрителей с использованием территориально-распределённой инфраструктуры, средств дистанционного доступа, программно-аппаратных и информационных ресурсов ГИС;
- использование телевидения и интернет-телевидения в сочетании со средствами геопространственного анализа и моделирования современных ГИС-платформ для подготовки и ведения консциентальных войн в локальных военных конфликтах, мониторинга и управления чрезвычайными и кризисными ситуациями;
- анализ и моделирование образно-географического пространства России, субъектов территориального образования РФ, формируемого в федеральных, региональных информационных программах телевидения в среде базовой ГИС в целях повышения интегральной эффективности воздействия на аудиторию зрителей;
- расширение спектра используемых методов презентации статистических данных ГИС специальными успешно зарекомендовавшими себя телевизионными методами, например визуализация распределения телевизионных сюжетов по регионам методом анаморфоз.

Сферы совместного и эффективного использования ГИС и систем телевидения, радиовещания и связи не исчерпываются перечисленными выше и продолжают постоянно и быстро расширяться.

РАЗРАБОТКА ГИС ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Другим важным и актуальным направлением использования ГИС-платформ и ГИС-технологий является создание ГИС военного назначения (ГИС ВН) [1]. ГИС ВН – это полнофункциональная ГИС, предназначенная для решения задач военного и специального назначения. Современные ГИС ВН должны предоставлять пользователям:

- геодезические данные для определения координат целей и навигации; цифровые данные о высотах местности для планирования наземных и воздушных операций;
- информацию о местности для анализа местоположения целей;
- гравиметрические данные для планирования пуска ракет и расчёта траекторий полёта;
- цифровые базы данных для трёхмерного анализа местности;
- цифровую информацию для планирования, управления, моделирования боевых действий и обучения персонала;
- копии цифровых документов на твердой основе (фотодокументы, топографические и специальные карты);
- метеорологические данные.

ГИС ВН должны обеспечивать пользователей своевременной и точной информацией о параметрах физического состояния космического пространства, ионосферы, атмосферы, солнечной активности, состояния и изменений магнитного поля Земли, влияющих на нормальное функционирование электронных средств.

Основными задачами современных ГИС ВН являются:

- картографирование: составление топографических, гидрографических, схематических планов и карт по космическим данным;
- навигация: наземная, на поверхности океана, подводная, воздушная, наблюдение и контроль за воздушными перевозками; трёхмерное моделирование и анализ местности, определение маршрутов, анализ дорожной сети, решение оптимизационных сетевых задач, определение проходимости местности;
- стратегическое планирование операций;
- разведка, организация и ведение боевых операций;
- информационная поддержка функционирования военных объектов;
- пограничный контроль и другие специальные задачи.

Технические параметры ГИС ВН должны обеспечивать:

- время обработки запросов пользователей, гарантирующее возможность принятия решения в реальном масштабе времени;
- точность исходных и результативных картографических данных, удовлетворяющую тактико-техническим требованиям для проведения расчётов и управления объектами управления, наведения и поражения;
- живучесть и надёжность функционирования программно-аппаратных средств, соответствующих параметрам живучести и надёжности объектов управления, наведения, поражения.

Вышеизложенные весьма жёсткие требования к составу и основным функциям ГИС ВН являются объективными и мощными мотивационными факторами для разработки и непрерывного совершенствования современных полнофункциональных ГИС-платформ ведущими фирмами-производителями в нашей стране (например ГИС «Оператор», ГИС «Панорама», ГИС «Интеграция») и за рубежом (например ГИС ArcInfo). Эти направления развития ГИС-платформ рассматриваются ниже.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГИС-ПЛАТФОРМ ФИРМАМИ-ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ

Расширение функциональных возможностей базовых ГИС-платформ является объективной необходимостью, обусловленной научно-техническим прогрессом в области ГИС-технологий, расширением и усложнением функций и задач заказчиков прикладных ГИС. Развитие ГИС-платформ планомерно и постоянно осуществляется ведущими фирмами-производителями на основе анализа требований рынка и опыта эксплуатации функционирующих прикладных ГИС.

Основными направлениями этих разработок являются:

- совершенствование программного ядра, базовых и инструментальных средств разработчиков приложений и администраторов системы; особый акцент делается на развитии средств математического манипулирования картами (алгебра карт), 3–6D, сценарного, ситуационного моделирования, статистического геопространственного анализа, трёхмерной анимации и презентации динамических процессов, явлений;
- совершенствование интерфейсов пользователей, включая упрощение работы пользователей с системой, улучшение эргономичности, наглядности представления геопространственных данных и процессов, использование интуитивных, сенсорных, тактильных средств и методов, создание рефлексорно-комфортных условий взаимодействия с системой;
- создание широкого спектра типовых прикладных (проблемно-, тематически-, объектно-, субъектно-, процессно-ориентированных) ГИС по заказам пользователей;
- создание новых классов ГИС-платформ (например мобильных, бортовых, мобильных для интернет-пользователей, облачных, военного назначения и т.д.).

ГЛОБАЛИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ИНФОРМАЦИОННОМ И КОММУНИКАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВАХ

Значительное расширение сфер, объектов, субъектов, ареалов применения ГИС-технологий носит устойчивый и глобальный характер в течение последних десятилетий во всём мире. Основные направления глобализации использования ГИС приводятся ниже.

Включение ГИС в глобальное информационно-коммуникационное пространство Интернета, в реализацию новых проектов постиндустриального общества, таких как «Электронная Россия», «Электронное Правительство РФ» и другие системы международного, общегосударственного, отраслевого и регионального уровней предоставляет пользователям следующие дополнительные возможности:

- участие в международном обмене геопространственной информацией;
- использование систем, средств и методов международного информационного обмена;
- пополнение государственных информационных ресурсов РФ путём международного информационного обмена;
- решение новых классов региональных, отраслевых, государственных, межгосударственных задач мониторинга, моделирования, анализа и управления объектами, ареалами, процессами, ресурсами с использованием открытого информационного пространства и виртуально доступных геопространственных данных и ресурсов планетарного масштаба.

СИНТЕЗ ПРИКЛАДНЫХ ГИС С ЕДИНОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Объединение функциональных возможностей ГИС-платформ с современными технологиями получения и автоматизированной обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), в том числе с единой территориально-распределённой информационной системой ДЗЗ (ЕТРИС ДЗЗ), обеспечивает:

- использование дополнительного спектра эффективно функционирующих высокотехнологичных инструментальных аппаратных средств сбора геопространственных данных и программно-математических средств и систем их обработки ;
- возможность получения большого объёма дополнительной политематической мультиспектральной высокоточной и актуальной геопространственной информации;
- высокопроизводительную многоаспектную первичную фильтрацию и автоматизированную тематическую обработку геопространственных данных;
- реализацию принципиально новых классов задач многоцелевого объектного, процессного, проблемно-тематического анализа, статистического мониторинга, динамического 3D-моделирования и наглядной презентации результатов для различных сфер применения, включая системы, объекты, процессы и явления на земле, морях, океанах и их недрах планеты.

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ПЛАТФОРМ С СИСТЕМАМИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Совместное использование ГИС-платформ с данными высокоточного глобального позиционирования объектов, полученных с помощью систем

ГЛОНАСС (Россия), GPS (США) Galileo (Европейский союз), позволяет:

- значительно увеличить точность, актуальность, наглядность получаемых геопространственных данных с привязкой к точному времени;
- расширить возможности динамического 3–6D-моделирования процессов, явлений, систем, объектов в реальном масштабе времени и повысить надёжность, живучесть создаваемых прикладных ГИС;
- создавать новые классы навигационных и информационно-навигационных систем, обеспечивающих расчёт оптимальных маршрутов по различным критериям, непрерывный мониторинг состояния стационарных критических объектов, текущего пространственного положения и навигацию подвижных объектов, субъектов, наглядное отображение маршрутов и объектов на трёхмерной модели местности, земли, моря, океана, воздушного пространства, атмосферы, космического пространства в реальном масштабе времени.

СОЗДАНИЕ ОБЛАЧНЫХ ОНЛАЙН-ГИС-, ГЕО- И WEB-ПОРТАЛОВ

Облачная онлайн-ГИС – это ГИС-портал, предназначенный для работы с картами и географической информацией. Облачная онлайн-ГИС содержит готовые к использованию данные, карты, приложения, шаблоны, инструменты для геопространственного анализа, моделирования, средства администрирования доступа пользователей и публикации карт и WEB-сервисов. Облачная онлайн-ГИС позволяет использовать принципиально новые и интенсивно развивающиеся возможности современного открытого виртуального геоинформационного пространства, средств и ресурсов ГИС-, ГЕО-, веб-порталов, таких как:

- создание и использование виртуальных хостов – хранилищ для хранения геопространственных мультимедиаданных, метаданных, баз данных, баз знаний, программ и интеллектуальных ресурсов в целях практически безграничного расширения памяти прикладных систем и пространства её размещения, обеспечения надёжности, безопасности хранения и повышения эффективности процессов обновления, восстановления данных и обработки запросов;
- реализация сложных многомерных математических задач геопространственного моделирования и трудоёмких расчётов в облачных вычислительных структурах в целях использования более мощных виртуально доступных специализированных вычислительных систем и сетей;
- расширение спектра реализуемых функций, задач прикладных систем за счёт использования дополнительных виртуально доступных ресурсов (интеллектуальных, информационных, программных, технических, кадровых);
- публикация в Интернете метаданных о продукции, ресурсах и услугах в целях повышения общей эффективности, сфер, масштабов их использования и реализации.

Методологической основой построения облачной онлайн-ГИС являются: действующие системы международных, федеральных и отраслевых законодательных, нормативных, методических, организационно-распорядительных актов и документов, ГОСТов, ОСТов в области информатизации РФ, стандартизации состава и структуры ГИС, форматов пространственных данных и метаданных, организации информационного обмена на уровнях РФ, СНГ и международном, системы классификации и кодирования, унифицированной системы документации и т.д.

Структура облачной онлайн-ГИС, представляет собой:

- информационно: систему многоуровневых территориально-распределённых гетерогенных виртуально доступных интегрированных геопространственных баз данных (ГБД), баз знаний (БЗ), баз целей (БЦ), электронных справочников, содержащих метаданные и другую информацию, и интеллектуальные ресурсы для реализации соответствующих задач;
- программно: многоуровневую базовую программную систему, включающую специальные функциональные программные комплексы, сервисы и услуги, которые позволяют создавать различные функционально-, тематически-, проблемно-, объектно-ориентированные ГИС-порталы. Данная технология позволяет расширять и интегрировать облачную онлайн-ГИС с другими ГИС-оболочками, ГИС-, ГЕО-порталами, веб-серверами и т.д.;
- аппаратно: территориально-распределённую вычислительную сеть, включающую центральную сеть высокопроизводительных функциональных серверов, локальные вычислительные сети и терминальные автоматизированные рабочие места (АРМы), связанные магистральными и локальными сетями связи.

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ИНТЕГРАЦИИ ГИС-ПЛАТФОРМ С ВНЕШНИМИ СИСТЕМАМИ

Интеграция внешних систем может осуществляться посредством встраивания новых пользовательских функций непосредственно в ГИС с помощью средств программирования. Другим способом является интеграция приложений пользователя инструментальными средствами ГИС-платформ, включая 3D-моделирование, определение зон видимости

на рельефе, алгебраические функции на регулярных сетках, комбинирование данных, заданных растром с использованием аппарата алгебры карт, и др. Наряду с использованием традиционных методов интеграции внешних мультигетерогенных систем, каковыми являются ГИС, АИС, ИС, такими как коммуникативные форматы, взаимные трансляторы структур геопространственных баз данных и метаданных, программные эмуляторы, программы-интерфейсы, программы-протоколы взаимодействия систем и пользователей объединяемых систем, отчётливо наметилась тенденция универсализации методов интеграции.

В работе [2] предложен универсальный метод интеграции информационных систем (ИС), функционирующих в одной предметной области, с использованием метаданных ИС и онтологии предметной области. При интеграции ИС ключевую роль играет свойство интероперабельности ИС-способность информационной системы взаимодействовать с другими ИС. В работе предлагается общий метод решения задачи интероперабельности путём описания метаданных ИС в рамках разработанной методологии и осуществления отображения сущностей и связей информационных систем друг в друга в терминах общего информационного поля, задаваемого онтологией предметной области. Поскольку знания, хранящиеся в ИС, в достаточной мере структурированы, представляется возможным автоматизированное построение моделей и метамоделей этих знаний. Концептуальные модели информационных систем создаются в соответствии со стандартами схем XML и RDF. Технология XML используется для формализации структуры и отношений в ИС. А RDF – для выделения и формализации семантических единиц в конкретных предметных областях использования данных ИС. Для эффективной интеграции ГИС с другими системами должны соблюдаться научно обоснованные объективно необходимые организационные условия, а именно:

- организация, выполняющая функции системного интегратора, должна удовлетворять хотя бы минимальному набору требований к системному интегратору, среди которых наличие у неё хотя бы одной компоненты (подсистемы), являющейся базовой для разрабатывающей организации (разрабатываемой собственными силами или в режиме аутсорсинга, обладающей или приобретенной интеллектуальной собственностью, владеющей технологией производства данной компоненты и т.д.).

На разных этапах создания и развития ГИС используются разные методы интеграции:

- эволюционная: в процессе всего жизненного цикла ГИС;
- ассимиляционная: трансформация исходного множества элементов, компонентов, подсистем в другие промежуточные, временные и постоянные множества в процессе эксплуатации и оптимизации структуры ГИС;
- декомпозиционная: расширение функционирующей ГИС необходимыми компонентами посредством функциональной декомпозиции, выявления и включения необходимых дополнительных компонент;
- синтезационная: изначально планируемая и реализуемая через стандартные этапы проектирования и создания ГИС;
- комбинированная: использует разные типы интеграции ГИС.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ГИС

В современных прикладных ГИС всё чаще реализуется метод выделения модулей, реализующих специальные проблемно-, тематически-, процессно-ориентированные функции и задачи в отдельные интеллектуальные подсистемы, компоненты. Это позволяет значительно упростить организацию интерфейсов с другими подсистемами и внешними системами. Интеллектуальные ГИС (ИГИС) либо структурируются посредством подключения к внешней, уже существующей интеллектуальной системе (ГИС, ИС, АИС и т.д.), либо включают в состав интеллектуальную подсистему, компоненту. Структуризация интеллектуальной подсистемы (компоненты) в составе ГИС является часто встречающейся задачей и объективно требует формализации и программной реализации. В этом плане представляет интерес работа [3], в которой предложена методика разработки ИГИС с использованием настраиваемой объектной модели, которая включает:

- описание свойств классов объектов предметной области ГИС на языке описания метаданных;
- единое представление информационных объектов, создаваемых на основе описаний метаклассов для всех подсистем ГИС.

В работе предложены настраиваемая объектная модель предметной области ГИС, программное средство визуальной настройки модели, подсистема моделирования прикладных задач, использующая разработанную объектную модель предметной области для создания интеллектуальных ГИС различного назначения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ СИСТЕМНОЙ МЕТОДОЛОГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ПРИКЛАДНЫХ ГИС

Создание сложных функционально развитых интеллектуальных прикладных ГИС объективно требует использования соответствующей системной методологии проектирования.

Одной из таких системных методологий является декомпозиционный синтез, описываемый ниже:

- создаваемая прикладная ГИС описывается на

формализованном языке, близком к естественному. Полученные спецификации и описания ГИС используются для многоуровневой итерационной циклической стратификации и декомпозиции гетерогенных функционалов, концептуальных, информационных моделей, алгоритмов, семантических объектов на множества гомогенных компонент;

- далее производится оптимальное целевое проецирование и связывание их с адекватными компонентами множеств используемых универсальных инструментальных средств и ресурсов ГИС-платформ (математических, алгоритмических, программных, баз целей, знаний, данных и т.д.). Из определённых приведённым выше образом множеств инструментальных компонент синтезируются состав и структура прикладной ГИС.

Применение этой методологии позволяет формализовать и автоматизировать процессы проектирования, повысить эффективность, расширить сферы, масштабы использования базовых ГИС-платформ в различных предметно-тематических областях.

Другой важной и актуальной для вновь создаваемых прикладных ГИС является используемая современная методология синергетического синтеза систем на этапах первоначального выбора и структуризации элементов, компонент, подсистем, системы в целом, её инфраструктуры и последующей реструктуризации по результатам перманентного мониторинга их эволюции в целях обеспечения эффективного долговременного контролируемого устойчивого функционирования и дальнейшего развития в открытом глобальном геоинформационном пространстве за счёт инвариантности структур, динамической самоорганизации и открытости синтезированной системы.

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ КОНЦЕПЦИЙ ПОСТРОЕНИЯ ГИС

Создание неогеографических систем

Неогеография [4] является одним из новых направлений развития современных информационных технологий. В этом подходе сочетаются привычные для человека формы навигации на основе управляемых растровых представлений с формами навигации в компьютерных средах с использованием гипертекстовых представлений.

Базовыми требованиями к неогеографическим системам (НС) являются:

- переориентация с навигации в данных (информации) на навигацию в знаниях;
- объектами рассмотрения в НС являются не только процессы исследования и построения представлений об окружающем мире, но также процессы конструирования мира, включающего в себя виртуальные картины мира различных субъектов.

НС ориентированы на рефлексивную навигацию во множестве разнообразных рефлексивных позиций конкретных пользователей. Базовые требования реализуются в современных НС в виде функций ситуационной осведомлённости и сетецентричности.

Ситуационная осведомлённость – это возможность формировать пространственно-временные модели, наиболее приближенные к реальному виду моделируемых объектов, легко узнаваемые и понятные для восприятия без всяких условных символов и дополнительных пояснений, а также максимальное избавление от условностей при отображении контекстной информации.

Сетецентричность – формирование и поддержание в актуальном состоянии единого для всей системы образа ситуации реальной в максимально документальном, не опосредованном картографическими либо иными условностями виде, позволяющем осуществлять чувственное восприятие этого образа.

Важнейшим условием эффективной реализуемости сетецентричности на практике является использование одного и того же нефрагментированного по масштабному признаку информационного образа реальной ситуации всеми ярусами системы управления.

Создание ноогеографических систем

В последнее время появилось новое понятие ноосферы как всеохватывающего пространства сознания. Оно включает в себя понятия киберпространства и инфосферы. Новое научное направление – ноогеография – отражает стремительную интеллектуализацию современных моделей мира, общий процесс цефализации техносферы и переход цивилизации в стадию ноосферы. Методология построения ноогеографических систем (НГС) основывается на социогуманитарных технологиях. Ноогеография – разумная география и предполагает интенсивное использование средств и методов неогеографии. Ноогеография предполагает многоаспектное осмысление окружающего пространства через соответствующие модели и образы, имеющие преимущественно когнитивный и мнемонический характер. Базовыми инструментальными средствами НГС являются ноографика, нограммы, ноогеография и ноомоделирование. Нограммы – разумные диаграммы или диаграммы ноосферы, представляющие собой визуальное представление систематизированной информации, которое позволяет наглядно увидеть и понять основные закономерности развития, поведения и/или взаимосвязи визуализируемых объектов, процессов и явлений. Ноографика включает в себя самые различные разновидности нограмм, в том числе динамические нограммы. Ноомоделирование – вычислительное моделирование,

которое сопровождается наглядно-образной визуализацией хода и/или результатов моделирования в виде различных ноограмм, стимулирующих процессы осознания и понимания сути, смысла и основных свойств моделируемых процессов и явлений.

Приведённые выше результаты исследований направлений развития современных ГИС-платформ, ГИС-технологий и прикладных ГИС в постиндустриальном обществе показали, что в настоящее время интенсивно развиваются функциональные, инструментальные, аналитические средства геопространственного динамического сценарного и ситуационного моделирования, информационного обеспечения и презентации в наглядной и научно обоснованной форме восприятия лицами, принимающими решение (ЛПР). Объективная необходимость интеграции и эффективного функционирования ГИС в постиндустриальном обществе требует создания нового класса геопространственных информационных систем для решения новых классов сложных динамических поликритериальных аналитических задач, использования современных принципиально новых методологий, методов, средств и IT-технологий организации доступа, сбора данных и метаданных в глобальном виртуальном пространстве, многоцелевой и семантико-прагматической сепарации, высокопроизводительной проблемно-ориентированной тематической обработки, многофакторного системного анализа, многомерного синхронного симуляционного и ситуационного пространственно-временного математического моделирования, формирования и управления многовариантными сценариями и анимационными 3–6D-презентациями, полномасштабного использования результативных данных общего геоинформационного пространства для принятия научно обоснованных, адекватных текущему пространственно-временному мультимедиаконтенту, сенсорно- и рефлексорно-комфортных и интуитивно понятных решений ЛПР и их публикации в интернет/интранет-сетях для дальнейшего анализа и применения другими членами сообщества пользователей.

В настоящее время в разработках различных прикладных ГИС всё более активно используются новые подходы и методы в области ГИС-технологий: создание ГИС-, ГЕО-, веб-порталов, неогеографических и ноогеографических систем, базирующихся на концепциях ситуационной осведомлённости, сетецентричности, достаточной сенсорной оснащённости, использовании методов и средств дополненной реальности, высокой степени автоматизации, адекватной рефлексивной навигации в гетерогенных мультимедийных информационных средах и системах, искусственных, гипотетических проблемно- и объектно-ориентированных политематических понятийных мирах, в многообразии прагматических и интуитивно-мотивационных позиций, общественных статутов и психоэмоциональных состояний сообщества пользователей, в коммуникативном пространстве профессиональных экспертов и ЛПР, солидарно анализирующих, формирующих и управляющих окружающими виртуально доступными процессами и ресурсами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Присяжнюк С.П., Филатов В.Н., Федоненков С.П. Геоинформационные системы военного назначения: Учебник. – С.-Пб.: БГТУ, 2009. – 210 с.

2. Михайлов И.С. Исследование и разработка методов и программных средств обеспечения структурной и семантической интероперабельности информационных систем на основе метамоделей: диссертация на соискание учёной степени к.т.н.; [Место защиты: Московский энергетический институт (Технический университет)]. – М., 2008. – 235 с.

3. Шпаков М.В. Разработка интеллектуальных ГИС на основе настраиваемой объектной модели предметной области: диссертация на соискание ученой степени к.т.н.; [Место защиты: Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН]. – С.-Пб., 2004. – 171 с.

4. Аноприенко А.Я., Еремченко Е.Н. Неогеография и постбинарный компьютинг//Научные труды Донецкого национального технического университета. Сер. «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем» (МАП-2008). Вып. 7 (150). Донецк: ДонНТУ, 2008. – С. 249–257.

Рукин Александр Петрович,
главный специалист Минобороны РФ,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр. 1,
e-mail: mniti@mniti.ru

Шаймарданов Равиль Башиевич,
главный научный сотрудник ЗАО «МНИТИ»,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр. 1,
тел. (499)763-44-80,
e-mail: mniti@mniti.ru

***Любимов Б.О.**, к.т.н.*

ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Московский научно-исследовательский телевизионный институт многие годы разрабатывает и производит интегрированные системы отображения информации коллективного пользования (СОИКП) для ситуационных центров, командных пунктов, диспетчерских залов различных государственных заказчиков и крупных бизнес- и медиаструктур.

Под термином «интегрированная СОИКП» предполагается, что она, как правило, является информационным комплексом и кроме средств отображения коллективного и индивидуального пользования включает следующие компоненты:

- специализированные автоматизированные рабочие места АРМ на базе персональных компьютеров и графических станций, объединенных в контуры закрытых и открытых вычислительных сетей;
- функциональные серверы тематического назначения;
- мультимедийные комплексы обмена и коммутации цифровых и аналоговых видеопотоков данных с использованием средств кодирования и преобразования форматов;
- многоточечные системы групповой видеоконференцсвязи;
- системы спутникового и IP-телевидения;
- студийные комплексы подготовки и передачи медиаконтента;
- видеопроцессоры и видеоконтроллеры формирования и отображения мультимедийного контента сверхвысокого разрешения;
- стационарные и мобильные средства управления и администрирования процессами отображения.

Структура подобной СОИКП, как правило, всегда индивидуальна и привязана к геометрии залов размещения и решаемых задач потребителя.

Как в мире, так и в Российской Федерации накоплен определённый опыт построения СОИКП, а также отражён в соответствующей литературе и сети Интернет.

Вместе с тем процесс взрывного развития ряда технологий постоянно вносит существенные коррективы в построение подобных систем.

Ниже рассматриваются основные технологии построения систем отображения коллективного пользования.

ПРОЕКЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Классической технологией создания системы отображения информации является технология на базе принципов обратной РИР-проекции.

Данная технология широко применяется при создании систем отображения информации на гражданских и военных командных и ситуационных пунктах (центрах).

РИР-проекционные видеокубы и модули с диагональю 50–120 дюймов производятся рядом ведущих зарубежных компаний и ЗАО «МНИТИ» и позволяют создавать бесшовные видеостены большой площади для отображения информации высокого разрешения. Применение в видеокубах последнего поколения светодиодных источников света, а также встроенных систем контроля и автоматической коррекции яркостных и геометрических параметров на всём поле отображения позволило увеличить ресурс их работы до 50–60 тыс. часов (5–6 лет). При этом обеспечивается достаточно комфортный режим восприятия отображаемой информации при круглосуточной работе. Одним из главных достоинств проекционной видеостены является высокое интегральное разрешение при большой площади отображения, которое позволяет:

- одновременно отображать интегрированную мультимедийную информацию из автоматизированных систем, в том числе картографическую, фото- и видеоинформацию высокого разрешения;
- существенно улучшить восприятие высокодетальной, в том числе картографической и фотоинформации, как по всему полю отображения, так и в окнах видеостены;
- обеспечить вывод графического медиаконтента, включая видео в формате высокого разрешения, в том числе от систем видеоконференцсвязи;
- обеспечить высокую различимость шрифтов и графических элементов.

Разрешающая способность подобных видеостен доходит до сотен мегапикселей.

В табл. 1 приведены основные технические характеристики проекционного модуля (видеокуба).

В табл. 2 приведены лучшие оптические экраны для построения видеостен.

Таблица 1

Технология формирования	DLP
базовое разрешение	от 1024 × 768 до 1920 × 1200 пикс.
доступ	обратный и прямой
размер диагонали экрана	от 50 до 120 дюймов
яркость	от 150 кд/м² – 850 кд/м²
угол обзора	зависит от выбора экрана
коэффициент контрастности	от 1000:1
межэкранный зазор	0,2 мм
ресурс источника света LED (RGB)	до 60 000 часов
входы	DVI, RGB
управление	LAN, RS232

Таблица 2

Экран	Black Bead для видео-кубов	Cross Prism для видеоку-бов*	Stewart STARGLAS 60
Максималь-ный размер	80' (1625 × 1219 мм)	80' (1625 × 1219 мм)	3м × 20 м
Угол наблюде-ния (1/2)	± 35° (по горизонта-ли) ± 35° (по вертикали)	± 35° (по го-ризонтали) ± 27° (по вертикали)	± 47° (по горизонта-ли) ± 47° (по вертикали)
Коэффициент усиления	0,85	1,9	0,7

На рис. 1 и 2 приведены образцы проекционных СОИКП, созданных ЗАО «МНИТИ» в различные годы.

Рис. 1. Проекционная СОИКП на выставке «ТВЧ-2006»

Рис. 2. Проекционная СОИКП на международном экономическом форуме

ТЕХНОЛОГИИ ВИДЕОСТЕН НА БАЗЕ ЖК-ПАНЕЛЕЙ

В качестве альтернативных технологий построения видеостен СОИКП в последние годы развиваются технологии на базе ЖК-панелей (LCD-панелей).

Основным и существенным недостатком видеостен большой площади на базе ЖК-панелей является большой межмодульный зазор 3,5–6 мм, что может приводить к искажению отдельных элементов (попавших на межмодульные швы) и некоторому ухудшению восприятия информации при отображении изображений высокого разрешения (детальные карты, схемы). В ближайшее время уменьшения размеров межмодульного шва ожидать не следует, что связано с практически достигнутым технологическим пределом при создании ЖК-панели. Однако для ряда потребителей данный параметр не является доминирующим.

По сравнению с проекционными системами видеостена имеет большую яркость, гарантирующую высокое качество изображения в освещённых помещениях.

Основное назначение предлагаемой технологии создания видеостен – это повышение качества изображения систем отображения информации коллективного пользования (СОИКП), а также решение ряда проблем, возникающих при эксплуатации РИР-проекционных систем.

В ЗАО «МНИТИ» на базе данной технологии созданы опытные образцы видеостен на матрицах (Samsung LTI550HN05) и контроллерах для отображения медиаконтента высокого разрешения со следующими техническими характеристиками:

- количество выходных каналов – до 16;
- интерфейсы выходных каналов: DVI до 1920 × 1080 (1920 × 1200) VGA (RGBHV) – до 1600 × 1050;
- входы внешних источников – аналоговые (composite, component, VGA, RGBHV), цифровые (DVI);
- яркость – 450 кд/м²;
- разрешение каждого модуля –1920 × 1080;
- масштабирование видеоокона – в реальном масштабе времени;
- размер и перемещение видеоокон – произвольное;

- подстройка синхронизации по выходам – автоматическая;
- цветопередача – не менее 16,7 млн цветов;
- операционная система управляющей ПЭВМ – Windows 7, Linux;
- возможность модульного наращивания конфигурации видеостены (2 × 2, 2 × 3, 3 × 3, 2 × 4, 4 × 4).

Технология производства видеостен на базе ЖК панелей и семейства контроллеров строится на базе модуля видеостены, состоящего из комплекта ЖК-матриц и контроллеров для отображения медиаконтента. Контроллеры предоставляют исключительно широкие возможности по управлению отображением медиаконтента. На видеостену может быть выведено одно изображение от заданного источника информации или требуемое количество изображений, поступающих от разных источников.

На рис. 3 приведена структура построения ЖК-панели.

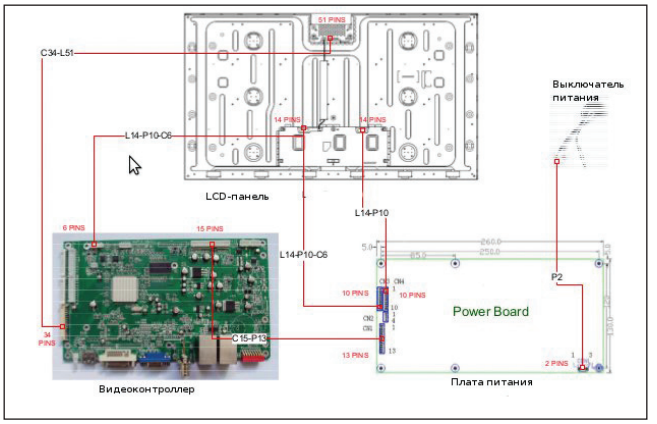

Рис. 3. Структура построения ЖК-панели

На рис. 4 приведена структурная схема видеостен 4 × 4 и 2 × 4.

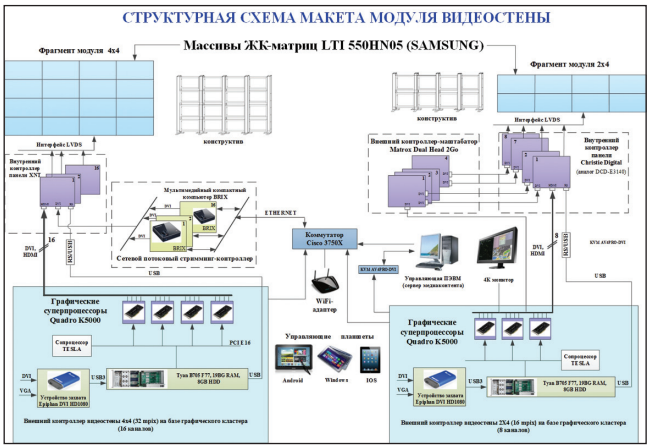

Рис. 4. Структурная схема опытных образцов 4 × 4 и 2 × 4

На рисунке 5 показаны опытные образцы видеостен 4 × 4 и 2 × 2 разработки ЗАО «МНИТИ», а на рис. 6 – модель видеостены 20×4.

Рис. 5. Опытный образец видеостены 4 × 4 на стенде института (разрешение – 32 мегапикселя)

Рис. 6. Модель видеостены 20 × 4 (разрешение 160 мегапикселя)

ТЕХНОЛОГИИ ВИДЕОСТЕН НА БАЗЕ LED-МОДУЛЕЙ

Технологию построения видеостен большой площади для систем отображения коллективного пользования на базе светодиодных модулей уже в настоящее время следует считать наиболее перспективной. Начато серийное производство LED-модулей с шагом светодиодов 1,6 мм (анонсировано производство модулей с шагом 1,2 мм), что позволяет достигнуть интегрального разрешения видеостены, практически сопоставимого с разрешением на LCD-панелях.

Основными преимуществами LED-полиэкранов по сравнению с LCD-видеостеной являются:

- возможность создания экрана видеостены без межмодульных зазоров;
- минимальные конструктивные затраты благодаря каркасному креплению кабинетов;
- более высокий уровень яркости, контрастности и цветопередачи изображения независимо от уровня внешнего освещения;
- наличие автоматического пиксельного контроля и регулировки яркости и цвета, что обеспечивает постоянную равномерность цвета и яркости (настройка цветового баланса на LCD-панелях видеостены – более сложный процесс, особенно в части настройки баланса белого и других цветов);
- более высокая надёжность функционирования при круглосуточной эксплуатации, так как светодиодный экран относится к классу активных экра-

нов, где поверхность экрана является как модулятором, так и источником света, а в LCD-панели помимо светодиодной подсветки присутствует LCD-матрица;

- более высокий уровень ремонтопригодности благодаря кабинетному построению, что даёт возможность оперативной замены любой составной части кабинета без его демонтажа из видеостены в течение от 15 до 20 мин.

Единственным недостатком LED-видеостены по сравнению с полиэкраном на LCD-панелях является более высокая стоимость (в 2,5–3 раза за квадратный метр площади видеостены).

В качестве базы для построения LED-видеостен используются LED-модули (кабинеты) фирмы Leyard Optoelectronic Co. Ltd TV1.6 (рис. 7) с шагом светодиодов 1,667 мм, TV1.9 с шагом светодиодов 1,9 мм, TV2.5 с шагом светодиодов 2,5 мм.

Рис. 7. Внешний вид кабинетов TV1.6

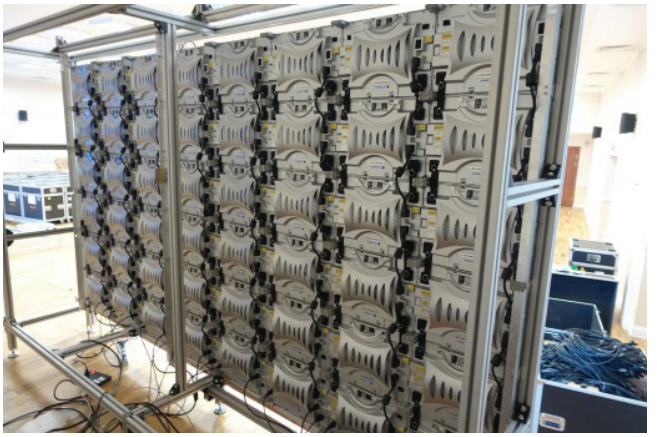

Рис. 8. Вид сзади смонтированного фрагмента модульной LED-видеостены

Технические характеристики кабинета TV1.6 фирмы Leyard приведены в таблице 3.

Контроллеры светодиодной видеостены обеспечивают выполнение следующих основных функций:

- преобразование входного DVI (HDMI) сигнала в интерфейс LVDS;
- конфигурирование сегментов (групп кабинетов);
- осуществление настроек яркости кабинетов видеостены, а также цветовых настроек (при необходимости).

Ниже приведены изображения светодиодных СОИКП, созданных ЗАО «МНИТИ» (рис. 9, 10).

Таблица 3. Технические характеристики кабинета TV1.6 фирмы Leyard

Модель	**TV1.6**
Конфигурация пикселя	SMD 3 в 1
Физический шаг пикселя, мм	1,667
Горизонтальный угол обзора, °	160
Вертикальный угол обзора, °	140
Равномерность яркости, %, не менее	97
Контрастность	3200:1
Максимальная потребляемая мощность кабинета, Вт, не менее	100
Срок службы при половинной яркости, ч.	50 000
Калибровка цвета	Да
Калибровка яркости	Да
Яркость, кд/м², не менее	1200
Цветовая температура, К	3200–9300
Разрешение кабинета, пиксель	240×180
Размеры кабинета (Ш × В × Д), мм	400 × 300 × 91
Вес кабинета, кг	5,8

Рис. 9. Видеостена на базе LED-кабинетов TV1.9 на стенде ЗАО «МНИТИ» (разрешение 1920 × 1080)

Рис. 10. Фрагменты видеостен на базе LED-кабинетов TV1.6 на стенде ЗАО «МНИТИ»

ОТОБРАЖЕНИЕ КОНТЕНТА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ НА ВИДЕОСТЕНАХ

Для решения задач отображения на видеостенах создаются мультимедийные комплексы для обмена видеоинформацией и коммутации цифровых видеоинформационных потоков между всеми средствами отображения коллективного и индивидуального пользования, в том числе мгновенного «зеркального» обмена, а также (при необходимости) преобразования и масштабирования видеоинформации.

Наилучшие результаты получаются, если в информационных системах формирования изображения в качестве базового формата отображения принять формат 1080p (1920 × 1080) пикселей с соотношением сторон 16 : 9, в том числе на мониторах компьютеров АРМ и LCD панелях – 1920 × 1080, 3840 × 2160 (4K).

На видеостенах организуются большие зоны, кратные базовому формату по фактору 2.4 и т.д.

Отсутствие необходимых геометрических преобразований масштаба позволяет сохранить качество изображения при обмене информацией в реальном масштабе времени.

Для коммутации видео с источников других разрешений используются аппаратные скэйлеры.

Ядром мультимедийного комплекса являются системы оптической матричной коммутации большой емкости, специализированные процессоры для вывода информации на видеостены.

Применяемые ЗАО «МНИТИ» в настоящее время системы оптической матричной коммутации имеют канальную емкость до 256 × 256 и обеспечивают:

- одновременную выдачу изображений от 256 источников на 256 устройств отображения;
- приём и передачу изображения абонентов настоящих и будущих систем удаленной видеоконференцвязи, в том числе формата высокой чёткости (720p, 1080p), что позволит реализовать режим отображения «телеприсутствие».

В СОИКП предполагается наличие большого количества тематических АРМ, а также ряда специализированных АРМ, необходимых для её функционирования.

К числу последних относятся:

- АРМ управления отображением информации;
- АРМ интерактивного взаимодействия;
- АРМ трёхмерного моделирования.

АРМ управления отображением решает следующие задачи:

- управление и коммутация всех видов мультимедийной информации, в том числе систем видеоконференцсвязи на экранах коллективного пользования (видеостенах) и передача их на индивидуальные средства отображения;
- предварительный просмотр полученной видеоинформации.

Управление отображением реализуется на сенсорных панелях (с расширенными функциями), сенсорных планшетах и моноблоках и специальном «дружественном» программном обеспечении. Программное обеспечение посредством «дружественного» интерфейса позволяет операторам АРМ УСОИ осуществлять оперативное управление отображением информации.

Примеры построения мультимониторного рабочего места управления отображением в части предварительного просмотра приведены на рис. 11.

Рис. 11. Пример построения мультимониторного рабочего места управления отображением в части предварительного просмотра

АРМ интерактивного взаимодействия (рис. 12) предназначен для нанесения обстановки оператором на интерактивном экране. Он обеспечивает возможность автоматического перевода нанесённой графической информации с экрана в формализованный вид условных знаков, согласно библиотеке графических условных знаков, в выбранный оператором слой, экспорта и импорта текста, таблиц, диаграмм в офисные приложения и переноса на экран коллективного пользования (видеостены).

Рис. 12. АРМ интерактивного взаимодействия

АРМ интерактивного взаимодействия информации на видеостенах разработан на базе интерактивных панелей 84' с интерфейсом типа multitouch и разрешением 4K.

АРМ трёхмерного моделирования предназначен для обеспечения трёхмерной визуализации в реальном масштабе времени моделей объектов, в том числе на картографическом фоне.

Данный АРМ обеспечит отображение в режиме инфографики информации в удобном для восприятия виде с использованием электронных топографических и специальных карт, планов городов, в том числе 3D-изображений, графических объектов, гистограмм, таблиц в целях информационной поддержки принятия решения.

Структура АРМ приведена на рис. 13.

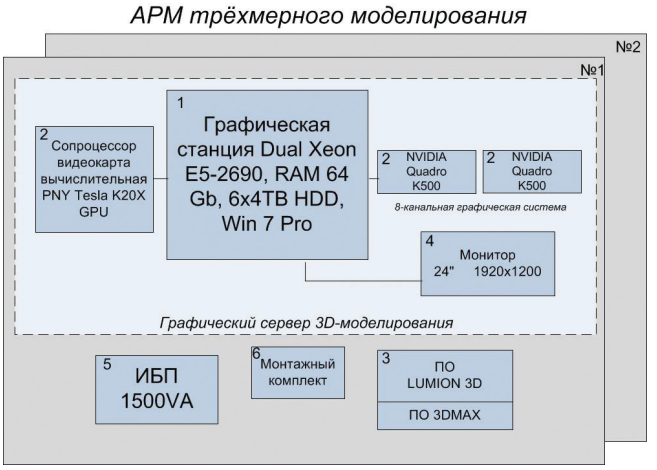

Рис. 13. Структура АРМ трёхмерного моделирования

АРМ трёхмерного моделирования построен на базе мультимониторной суперкомпьютерной графической станции, которая предназначается для решения задач визуализации (редеринга) трёхмерных динамических сцен пространственных данных большой насыщенности в сверхвысоком разрешении в реальном масштабе времени. Данная станция совместима с современными стандартами компьютерной графики и обеспечивает разрешение в режиме рабочего стола до 32 мегапикселей при производительности свыше 10 терафлопс.

В ЗАО «МНИТИ» созданы образцы подобной станции на базе графической архитектуры CUDA.

При отображении как трёхмерного контента сверхвысокого разрешения (свыше 32 мегапикселей), так и моделирования задач «виртуальной реальности» суперкомпьютерные станции объединены в мощный графический кластер.

Для создания сложных трёхмерных моделей с заданной детальностью необходимо наличие высокопроизводительных графических суперпроцессоров (графических кластеров), которые решают задачи:

- расчёта трёхмерной математической модели объектов сцены;
- текстурирования;
- освещения;
- анимации;
- рендеринг-визуализации (в заданной проекции).

Вышеперечисленные задачи необходимы для отображения трёхмерной информации на двухмерной плоскости экрана (видеостены) коллективного пользования с моделированием виртуальных сцен.

Это возможно при обеспечении определённых требований для экрана (видеостен) коллективного доступа, в том числе:

- высокой разрешающей способности экрана – не менее 50 мегапикселей;
- большой площади отображения при коллективном просмотре – от 100 м^2.

Для усиления эффекта виртуальной реальности экран (видеостена) переводится в режим формирования стереоизображения (необходимо использование стереоочков) и синхронизации каждого переключения для левого и правого глаз (активное стерео).

Опытные образцы подобных систем разрабатываются в США с возможностью последующего применения в военных целях.

Новейшая система отображения коллективного пользования в режиме стереовизуализации – система CAVE2 – разработана в университете института штата Иллинойс и изготовлена фирмой MECHDYNE.

Она создана на базе 72 LCD-панелей со «швом» 6,3 мм в конфигурации 18 × 4 системы оптического трекинга и предназначена для моделирования трёхмерных сцен военного и гражданского видов.

Фотография данной системы отображения коллективного пользования представлена на рис. 14.

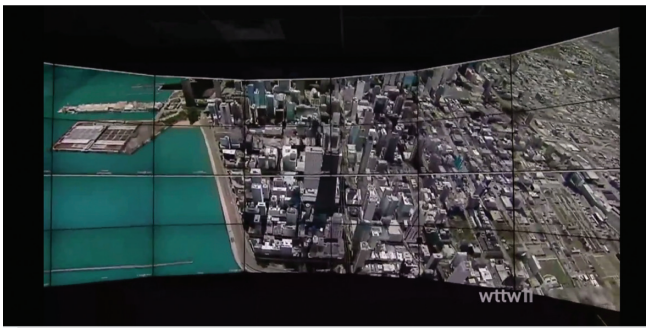

Рис. 14. Новейшая система отображения коллективного пользования в режиме стереовизуализации – система CAVE2

Подобная система также создана в Лос-Аламосской Национальной лаборатории с экраном коллективного пользования в 43 мегапикселя (рис. 15).

Рис. 15. Экран коллективного пользования в 43 мегапикселя

В ЗАО «МНИТИ» создана экспериментальная установка для трёхмерного моделирования сцен при отображении в режиме виртуальной реальности на базе ЖК СОИКП 12 × 4 общим разрешением 96 мегапикселей (рис. 16).

Рис. 16. СОИКП 12 × 4 общим разрешением 96 мегапикселей

ЗАО «МНИТИ» совместно с компанией «Элекард Девайсез» (г. Томск) проводит пионерские работы в Российской Федерации по визуализации трёхмерных изображений (3D), в том числе для систем видеоконференцсвязи высокой чёткости.

Работы, проводимые в ЗАО «МНИТИ» по направлению разработки интегрированных СОИКП, не уступают аналогичным разработкам в ведущих зарубежных научных центрах, что подтверждается накопленным опытом и экспериментальной базой института.

При объединении усилий ЗАО «МНИТИ» и ведущих исследовательских лабораторий институтов ФАНО, занимающихся разработкой программного обеспечения в области визуализации информации, станет возможным создание принципиально новых СОИКП, не имеющих аналогов в мире.

Подобные системы, несомненно, будут востребованы для решения многих прикладных задач.

Любимов Борис Олегович,
зам. генерального директора ЗАО «МНИТИ»,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 763-45-20,
e-mail: mniti@mniti.ru

Любимов А.О. ***Любимов Б.О.,***
к.т.н.

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ИНТЕРАКТИВНОГО МЕДИАКОНТЕНТА СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ ВИДЕОСТЕН

Основными источниками формирования конечного медиаконтента для распространения в средствах массмедиа являются графические станции и персональные компьютеры. Очевидно, что перед публикацией данного контента он проходит визуальный контроль на средствах отображения – графических мониторах и панелях. На современном этапе развития максимальная разрешающая способность этих средств составляет 8 мегапикселей – 4K (3840 × 2160), в отдельных случаях – 14.7 (*iMac с дисплеем Retina 5K*), в то же время разрешающая способность современных видеостен может достигать сотен мегапикселей.

Формирование изображения сверхвысокого разрешения, т.е. изображения с числом пикселей, намного превышающим возможности современных компьютеров, неизбежно вызывает ряд вопросов:

1. Кто формирует это изображение – один графический процессор? С помощью специализированных сопроцессоров? Кластер из графических процессоров?

2. Как это изображение создаётся – разбито ли оно на пространственные зоны, обрабатываемые независимо, или изображение единое, но обработка отдельных кадров выполняется своим процессором?

3. Это изображение полностью синтетическое, т.е. искусственно созданное, реальное или комбинация этих двух случаев?

4. Кто показывает это изображение – одно устройство или множество отдельных устройств?

5. Можно ли использовать существующую аппаратуру? Какого года выпуска?

6. Какую операционную систему можно использовать? Какие языки можно использовать?

И таких вопросов можно задать огромное количество. Тем не менее существует единственная технология, которая в той или иной степени, но всегда положительно отвечает на все эти вопросы – веб-технология. Эта технология аналогична книгопечатанию. Миллионы современных устройств создают и обмениваются информацией, причём большинство пользователей даже не задумывается, где, на каком устройстве, каким способом создана информация, доставленная потребителю в виде медиаконтента.

Основой веб-технологии является язык разметки HTML. Если на ранних этапах своего развития HTML действительно соответствовал своему названию, т.е. по существу представлял собой набор служебных значков-пометок для текста, то в настоящее время существующая версия HTML5 во многом представляет собой полноценное приложение, включая графику с использованием как мощностей сервера, так и автономных мощностей.

С точки зрения формирования изображения сверхвысокого разрешения нас, в первую очередь, интересуют элементы HTML5 canvas (холст) и video.

Используя схему «сервер – множество клиентов», мы эффективно пытаемся использовать все имеющиеся у нас ресурсы для формирования и отображения изображения сверхвысокого разрешения. Использование технологии WebGL, т.е. применение аппаратных возможностей клиентов и возможностей HTML5 в виде хранения информации на стороне клиента, и кэширование значительно повышают графические ресурсы системы. Т.е. часть графических функций может взять на себя сервер, а часть может выполняться клиентом. Получается парадоксальная ситуация. Увеличение количества клиентов приводит не к увеличению нагрузки на сервер, так как, казалось бы, увеличивается число запросов к серверу, а наоборот, увеличение числа клиентов снижает эту нагрузку, так как клиенты сами выполняют часть работы в формировании общего изображения. Этому также способствуют каскадные таблицы стилей (Cascading Style Sheets – CSS), которые могут осуществлять продвинутые селекторы, анимации, включая эффект теней.

Применение в HTML5 JavaScript позволяет формировать векторную графику на стороне клиентов. По существу, мы имеем один управляющий центр, который

эффективно отдаёт команды клиентам, рационально используя имеющиеся ресурсы – заранее сформированные видео- и графические изображения и динамически создаваемые в реальном времени изображения. Да, разумеется, JavaScript – это интерпретатор и, следовательно, даже в наилучшем случае никогда не даст нативной производительности, т.е. производительности уровня машинных команд. Но распределённость вычислений, отсутствие привязки к конкретной операционной системе или процессору с лихвой перекрывают недостатки интерпретируемости JavaScript, особенно с учётом того, что эмуляторы на современной компьютерной технике работают с эффективностью до 50% по сравнению с нативной скоростью.

Рассмотрим на конкретном примере (на примере страницы интерактивного контента), как может формироваться изображение сверхвысокого разрешения.

На сервере сформирована веб-страница, представляющая собой фон размером сотни мегапикселей. В качестве источников отображения выступает массив компьютеров. Часть из них могут быть многомониторными, часть одномониторными. В современных браузерах есть ограничение по размеру отображения. Так, достаточно мощный десктопный компьютер с процессором Intel Core7, работающий под Windows7 и использующий графическую плату на базе NVidia GeForce 580 GTx, не сумел открыть в браузере изображение размером 30000 × 20000 пикселей, в то время как обычный графический просмотрщик такие изображения открывает без труда. Следовательно, каждый из компьютеров, используемых для просмотра, не просто должен открывать общую веб-страницу, а страница должна быть предварительно разрезана на фрагменты (tiles) и JavaScript должен загружать в отдельный компьютер-просмотрщик соответствующий фрагмент. Как известно, фон на странице может быть отображен рядом способов.

1. В виде реального фона, добавив в раздел *<head>* структуру такого вида:

```
<style>
  body {
    background-image: url("map.jpg"); /* Путь к фоновому изображению */
  }
</style>
```

2. В виде слоя canvas.
3. Наиболее предпочтительный способ – добавив в раздел *<body>* код такого вида:

```
<body>
  <!-- Основной фон -->
  <img src="map.jpg" width="1920px" height="1080px" style="position:absolute; left:0px; top: 0px;">
</body>
```

Основная идея интерактивной страницы сверхвысокого разрешения заключается в том, что она формируется на сервере и отображается на огромной видеостене с помощью массива компьютеров. Пользователи же имеют возможность отображать на своём компьютере часть страницы в режиме панорамирования и наносить на неё различную информацию. Для этого на сервер устанавливается Node.js.

Node или Node.js — программная платформа, основанная на движке V8 (транслирующем JavaScript в машинный код), превращающая JavaScript из узкоспециализированного языка в язык общего назначения. Node.js добавляет возможность JavaScript взаимодействовать с устройствами ввода/вывода через свой API (написанный на C++), подключать другие внешние библиотеки, написанные на разных языках, обеспечивая вызовы к ним из JavaScript-кода. Node.js применяется преимущественно на сервере, выполняя роль веб-сервера, но есть возможность разрабатывать на Node.js и десктопные оконные приложения (при помощи node-webkit и AppJS для Linux, Windows и Mac OS) и даже программировать микроконтроллеры (например tessel и espruino). В основе Node.js лежит событийно-ориентированное и асинхронное (или реактивное) программирование с неблокирующим вводом/выводом (https://ru.wikipedia.org/wiki/Node.js).

С помощью механизма так называемых сокетов пользователь выполняет какие-либо действия у себя на компьютере, например рисует графические значки (стрелки, кружочки, линии и пр.) (рис. 1). Свои действия он передаёт на сервер, а сервер, в свою очередь, передаёт информацию об этих действиях всем участникам. Т.е. все компьютеры, участвующие в отображении страницы на видеостене, и все другие клиенты, просматривающие на своём компьютере как в режиме панорамирования, так и в режиме масштабирования, получают команду самостоятельно нарисовать в нужном месте этот графический значок. Таким образом, серверу не надо полностью перерисовывать страницу и заново передавать огромный массив информации по сети каждому участнику.

Примерный код, соответствующий вышеописанному алгоритму, выглядит так:

- Часть кода, выполняемая на сервере:

```
(function() {
var connect = require('connect');
connect.createServer(
connect.static(__dirname)
).listen(8080);

  var io;
  io = require('socket.io').listen(4000);

  io.sockets.on('connection', function(socket) {
```

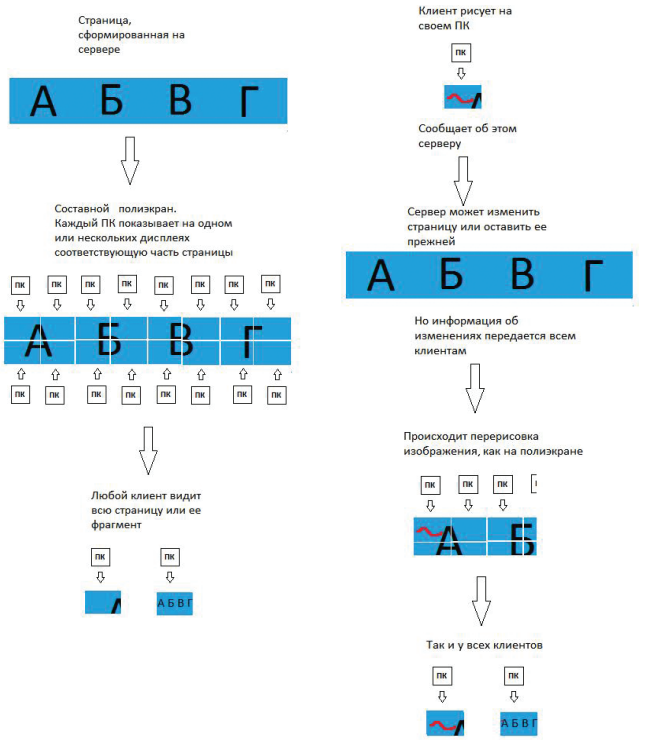

Рис. 1

```
// действия сервера на получения сообщения drawClick
    socket.on('drawClick', function(data) {
        console.log(data.type);
      socket.broadcast.emit('draw', {
        x: data.x,
        y: data.y,
        type: data.type
      });
    });

// действия сервера на получение других сообщений
  socket.on('mytest', function (data) {
    //вывод в консоль
    console.log(data.type);
    //сообщаю об этом всем
     socket.broadcast.emit('sasha');
    //сообщаю об этом и хозяину
     socket.emit('sasha');
  });
  });
}).call(this);
```

- Часть кода, выполняемая на стороне клиента:

```
var canvas;
var context;
var socket;

window.onload = function() {
  canvas = document.getElementById("drawingCanvas");
  context = canvas.getContext("2d");
  context.strokeStyle = 'rgb(255,0,0)';

  //добавляем холст
  var canv = document.createElement("canvas");
  canv.setAttribute("id", "canvasID");
  canv.setAttribute("style", "z-index: 50; position:absolute; left:0px; top:0px;");
  canv.width = 100;
  canv.height = 100;

  document.body.appendChild(canv);

  // события на холсте для рисования
  canvas.onmousedown = startDrawing;
  canvas.onmouseup = stopDrawing;
  canvas.onmouseout = stopDrawing;
  canvas.onmousemove = draw;

  socket = io.connect(‹http://192.168.1.100:4000›);
  socket.on(‹draw›, function(data){
    if (data.type==›startDrawing›){
        isDrawing = true;
            context.beginPath();
            var x = data.x;
            var y = data.y;
            context.moveTo(x, y);
      }
      else if (data.type==›stopDrawing›){
            isDrawing = false;
      }
      else{
        if (isDrawing == true) {
                var x = data.x;
                var y = data.y;
context.lineTo(x, y);
                context.stroke();

                }
      }
  });
};

var isDrawing = false;
function startDrawing(e) {
  isDrawing = true;
  context.beginPath();
  var x = e.pageX - canvas.offsetLeft;
  var y = e.pageY - canvas.offsetTop;
  var type = ‹startDrawing›;
  context.moveTo(x, y);
  socket.emit(‹drawClick›, { x: x, y: y, type:type});
}
function stopDrawing() {
  isDrawing = false;
  var x = 0;
```

```
  var y = 0;
  var type = ‹stopDrawing›;
  socket.emit(‹drawClick›, { x: x, y: y, type:type});
}
function draw(e) {
  if (isDrawing == true) {
    var x = e.pageX - canvas.offsetLeft;
    var y = e.pageY - canvas.offsetTop;
        var type = ‹draw›;
    context.lineTo(x, y);
    context.stroke();
        socket.emit(‹drawClick›, { x: x, y: y, type:type});
  }
}
function clearCanvas() {
  context.clearRect(0, 0, canvas.width, canvas.height);
}
function test){
    socket.emit(‹mytest›, {type:›sasha› });
}
```

Помимо совместного рисования на холсте, клиенты могут создавать (или удалять) различные графические элементы, в том числе и интерактивные (различные меню, кнопки и др.). Информация об этих элементах сообщается всем участникам через механизм сокетов (в вышеприведённом примере это функция test).

В качестве примера можно рассмотреть такой случай.

На компьютере одного из пользователей установлена графическая программа, которая несовместима с современными системами, но под которую накоплен некий архив. Пользователю достаточно будет один раз произвести настройку своей старой программы, т.е. произвести привязку координат этой программы и карты сверхвысокого изображения, отображаемой на полиэкране. В дальнейшем любым способом (с помощью небольших вспомогательных программ или путём копирования, перетаскивания изображения) сообщать обо всех изменениях в этой графической программе серверу (например, вычитая изображение с нанесенной обстановкой из исходного). Такой подход позволяет использовать всю имеющуюся в наличии компьютерную технику, независимо от установленных на ней операционной системы и программного обеспечения.

В завершении следует отметить, что интерактивная страница не ограничивается только рисунками от руки и графическими элементами. В качестве контента также могут выступать и другие элементы, которые можно расположить на веб-странице, такие как анимированное изображение или видео.

Использование HTML5, Node.js и 1WebSockets позволяет создать эффективную распределённую среду для формирования изображения сверхвысокого разрешения. Но надо помнить об ограничениях этого подхода, связанного с синхронизацией изображения на полиэкране, отображаемого массивом по существу независимых компьютеров.

Если предпринять некоторые меры предосторожности и проследить, чтобы быстро изменяющийся контент не пересекал границы фрагментов полиэкрана, то проблему синхронизации можно с некоторой долей условности обойти.

Любимов Александр Олегович,
главный специалист ЗАО «МНИТИ»,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 787-00-30,
e-mail: mniti@mniti.ru
Любимов Борис Олегович,
зам. генерального директора ЗАО «МНИТИ»,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 763-45-20,
e-mail: mniti@mniti.ru

Хисматов И.Ф.,
к.т.н.

Рожков К.Ю.

КОРРЕКЦИЯ КООРДИНАТ ПОЛОЖЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ

Системы авиационного наблюдения (САН), размещённые на борту летательных аппаратов, часто используются для непрерывного слежения за стационарными объектами, расположенными на земной поверхности. Для этого в них предпринимаются меры по обеспечению сохранения положения выбранного объекта в поле зрения телевизионной (ТВ) или тепловизионной (ТПВ) камеры системы наблюдения. Стабилизация углового положения видеокамеры относительно угловых эволюций летательного аппарата обеспечивается её размещением на гиростабилизированной платформе, которая сохраняет выбранное направление оси визирования в пространстве.

Такой подход требует применения устройства автоматического сопровождения объектов по их изображению, обеспечивающего компенсацию сдвига объекта в поле зрения САН, вызванного линейными перемещениями точки наблюдения в пространстве. Устройство автоматического сопровождения (автомат сопровождения) производит анализ изображения, поиск в нём текущего положения выбранного объекта и формирование таких сигналов управления гироплатформой, которые приводят к её развороту в требуемом направлении.

В процессе работы САН возможны ситуации, при которых изображение наблюдаемого объекта исчезает на некоторое время, например из-за экранирования или по другим причинам, а разворот гироплатформы осуществляется по сигналам, которые формируются путём экстраполяции положения объекта. В этом случае устройство автосопровождения временно не получает информации об объекте. После восстановления изображения может существенно ухудшиться точность слежения или процесс автосопровождения прекратится – произойдёт срыв. Причиной срыва слежения или снижения точности является следующее. В алгоритмах автосопровождения [1] для определения положения объекта в текущем изображении обычно используется информация о нём с предыдущих кадров. Эту информацию об объекте называют эталоном. Для стабильного функционирования алгоритма автосопровождения необходимо обеспечить инвариантность применяемого эталона к изменениям изображения объекта от кадра к кадру, обусловленным динамикой сопровождения. Обычно инвариантность обеспечивается ввиду незначительных изменений последовательных изображений в течение непродолжительного времени смены кадров (25,50 Гц). Эталонная информация своевременно обновляется. Однако в случае отсутствия в течение нескольких секунд изображения объекта после восстановления оно может существенно отличаться от эталонного. Степень различия изображений определяется динамикой носителя. При неполной пространственной стабилизации положения оси визирования данное рассогласование увеличивается. Таким образом, даже при точной экстраполяции углового положения гиростабилизатора функционирование автомата сопровождения будет нарушено по причине значительных различий эталонного и текущего изображений при длительных временных интервалах между моментами их формирования.

Одним из способов повышения вероятности восстановления процесса автосопровождения при появлении изображения объекта после некоторого перерыва является геометрическое согласование координат эталонного и текущего изображений наблюдаемой сцены. Это позволит использовать «устаревшую» эталонную информацию об объекте для определения его нового положения на текущем изображении.

В связи с этим возникает задача определения координат соответствующих точек эталонного и текущего ТВ- или ТПВ-изображений с учётом положения камеры системы наблюдения в пространстве при известных:

- пространственном положении ТВ- или ТПВ-камеры относительно выбранного объекта наведения до момента пропадания изображения и в момент его восстановления;
- направлении вектора дальности в нормальной земной системе координат в указанные моменты времени;
- ориентации летательного аппарата и углах пеленга, характеризующих угловое положение камеры относительно связной системы координат.

Рассмотрим задачу в детерминированной постановке без учёта погрешностей информации исходных данных. Для её решения используются системы координат [2] (рис. 1):

- нормальная невращающаяся земная $O_ЦX_gY_gZ_g$ с началом в точке $O_ц$, совпадающая с геометрическим центром линейного поля оптической системы камеры в начальный момент времени;
- нормальная $OX_gY_gZ_g$ с началом в точке O геометрического центра карданного подвеса гиростабилизатора камеры;
- нормальная вращающаяся земная $O_ЦX_{gD}Y_{gD}Z_{gD}$ с началом в точке $O_ц$;
- связанная $OX_1Y_1Z_1$ с началом в точке O;
- лучевая $OX_DY_DZ_D$ с началом в точке O;
- лучевая $OX_KY_KZ_K$ с началом в точке O;
- растровая $O_pX_pY_p$.

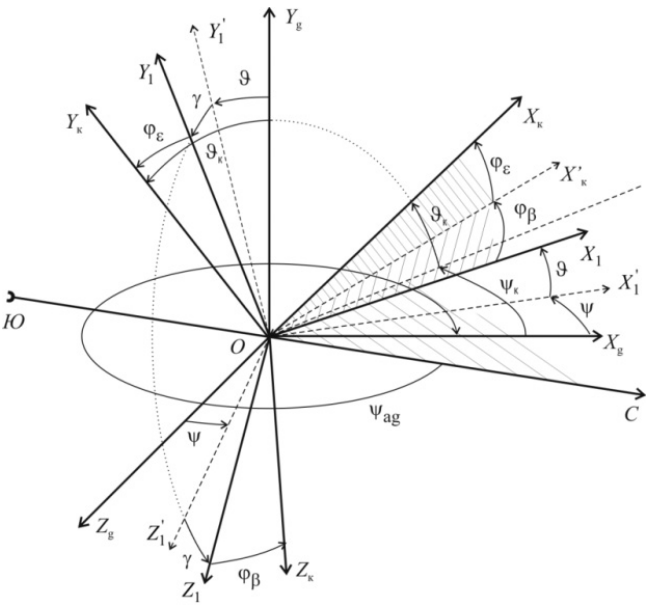

Рис. 1. Нормальная, связная и лучевая (камеры) системы координат

Положения каждой из систем координат, кроме $O_ЦX_gY_gZ_g$, зависят от времени. Начало лучевой системы координат $OX_KY_KZ_K$ расположено в точке O на пересечении осей поворота рамок подвеса гиростабилизатора.

Рассмотрим некоторую точку A внутри линейного поля оптической системы, расположенную на плоскости $X_gO_ЦZ_g$. Точка A лежит на пересечении плоскости $X_{gD}O_ЦZ_{gD}$ и прямой l_A, содержащей вектор $\mathbf{D}_A$ (рис. 2), а её координаты можно определить выражением:

$$\begin{pmatrix} r_{xD} \\ r_{yD} \\ r_{zD} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{0D} - y_{0D}\dfrac{n_{xD}}{n_{yD}} \\ 0 \\ -y_{0D}\dfrac{n_{zD}}{n_{yD}} \end{pmatrix}, \qquad (1)$$

где x_{oD} и y_{oD} — координаты точки O в системе координат $O_ЦX_{gD}Y_{gD}Z_{gD}$;

n_{xD}, n_{yD}, n_{zD} — координаты вектора **n** в системе координат $O_ЦX_{gD}Y_{gD}Z_{gD}$.

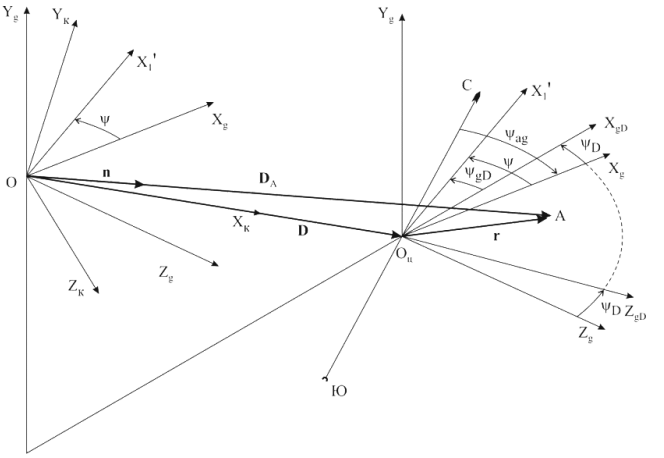

Рис. 2. Взаимное расположение систем координат и точек на плоскости в пределах линейного поля оптической системы

Координаты вектора **n** в системе координат $O_ЦX_{gD}Y_{gD}Z_{gD}$ определяются через его координаты в системе $OX_кY_кZ_к$ следующим образом:

$$\begin{pmatrix} n_{xD} \\ n_{yD} \\ n_{zD} \end{pmatrix} = \mathbf{A}_g^1(\vartheta_0, \Psi_{gD}, \gamma)\mathbf{A}_1^K(\varphi_\varepsilon, \varphi_\beta)\begin{pmatrix} n_{xk} \\ n_{yk} \\ n_{zk} \end{pmatrix}, \qquad (2)$$

где n_{xk}, n_{yk}, n_{zk} – координаты вектора **n** в системе координат $OX_kY_kZ_k$;

$\mathbf{A}_g^1, \mathbf{A}_1^K$ – матрицы перехода из связной в систему координат «g» и из системы координат «к» в связную систему координат;

ψ_{gD} – угол «рыскания», выраженный относительно вращающейся горизонтированной нормальной системы координат $O_ЦX_{gD}Y_{gD}Z_{gD}$.

Порядок определения угла ψ_{gD} проиллюстрирован на рис. 3*а*. На рис. 3 изображены также:

- угол «рыскания» у связной системы координат относительно невращающейся нормальной системы координат;
- угол азимута ψ_{a1} связной системы координат, определённый относительно направления на север положительным поворотом в направлении «по часовой стрелке»;

- угол азимута ψ_{ag} нормальной горизонтированной невращающейся системы координат;
- угол «рыскания» ψ_D вращающейся горизонтированной системы координат относительно невращающейся нормальной системы координат.

На основании рис. 3*а* можно записать выражение для угла «рыскания» ψ_{gD}:

$$\psi_{gD} = \psi - \psi_D, \tag{3}$$

где D_x и D_z — координаты вектора **D** в системе координат $O_ЦX_gY_gZ_g$.

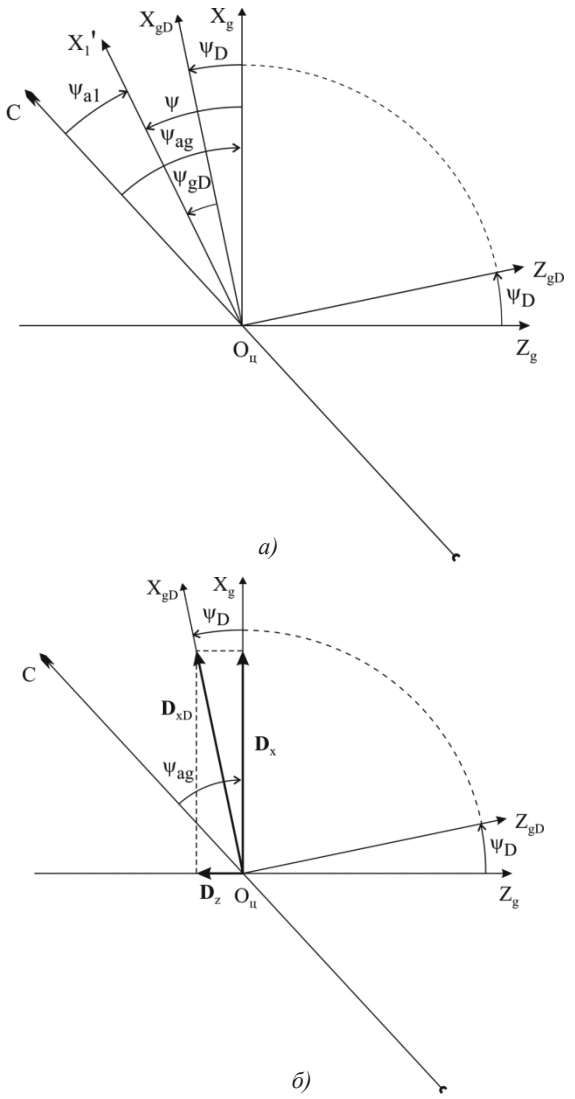

Рис. 3. Угол «рыскания» относительно различных систем координат: а) угол «рыскания» относительно различных систем координат; б) горизонтальные координаты вектора дальности

Линейные координаты направляющего вектора связаны с его угловыми координатами следующим образом:

$$\begin{aligned} n_{xk} &= \cos(\varphi_y)\cos(\varphi_x), \\ n_{yk} &= \sin(\varphi_y) \\ n_{zk} &= -\cos(\varphi_y)\sin(\varphi_x). \end{aligned} \tag{4}$$

Угловые координаты φ_x и φ_y направляющего вектора могут быть определены через растровые координаты x_p и y_p точки $A_и$ (рис. 4*а*):

$$\begin{cases} \mathrm{tg}(\varphi_x) = -x_p / f'_p, \\ \mathrm{tg}(\varphi_x) = \dfrac{y_p}{f'_p}\cos(\varphi_x) \end{cases}, \tag{5}$$

где f'_p — заднее фокусное расстояние оптической системы камеры, выраженное в единицах растровой системы координат.

Координаты вектора **r**, определённые в моменты t_0 и t, обозначим следующим образом:

$$\mathbf{r}(t_0) = (r_{xD0}, r_{yD0}, r_{zD0})^T, \mathbf{r}(t) = (r_{xD}, r_{yD}, r_{zD})^T.$$

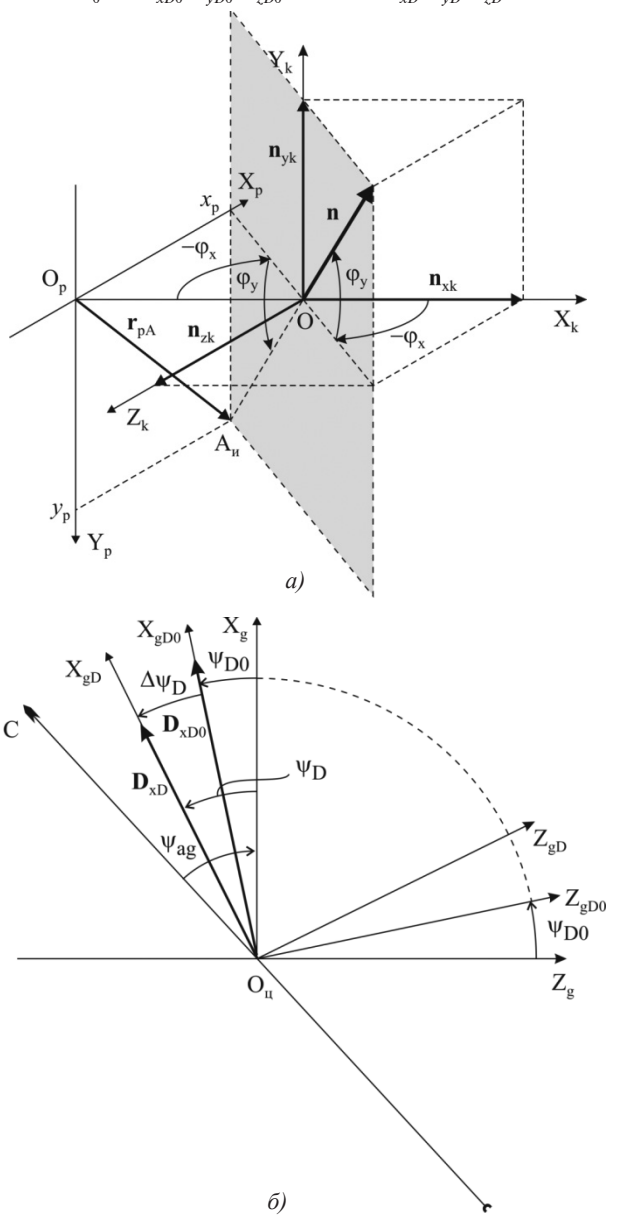

Рис. 4. Положения векторов **n** *и* **D**: *а) положения направляющего вектора* **n** *в системе координат камеры и точки $A_и$ на растровой системе координат; б) положения нормальной вращающейся системы координат $O_ЦX_{gD}Y_{gD}Z_{gD}$ в моменты времени t_0 и t*

Угловое положение нормальной вращающейся системы координат относительно направления на север в каждый момент времени определяется направлением проекции вектора дальности **D** на горизонтальную плоскость. Поэтому её текущее положение образуется поворотом вокруг оси $O_ЦY_{gD}$ на угол Δy_D относительно положения, зафиксированного в момент времени t_0. Следовательно, координаты вектора **r**, определённые в ней в моменты времени t_0 и t, принадлежат системам координат $O_ЦX_{gD0}Y_{gD0}Z_{gD0}$ и $O_ЦX_{gD}Y_{gD}Z_{gD}$ соответственно (рис. 4*б*). Угол поворота определяется следующим образом:

$$\Delta\psi_D = \psi_D - \psi_{D0}. \qquad (6)$$

Искомая связь координат вектора **r**, определённых в системе $O_ЦX_{gD0}Y_{gD0}Z_{gD0}$, с координатами, определенными в момент времени t, может быть записана посредством матрицы перехода следующим образом:

$$\begin{pmatrix} r_{xD0} \\ r_{zD0} \end{pmatrix} = \mathbf{A}_{gD0}^{gD} \begin{pmatrix} r_{xD} \\ r_{zD} \end{pmatrix}. \qquad (7)$$

Известные координаты вектора $\mathbf{r}_0 = (r_{xD0}, 0, r_{zD0})^T$ позволяют определить линейные координаты направляющего вектора $\mathbf{n}_0$ точки А:

$$\mathbf{n}_0 = \mathbf{D}_{A0}/|\mathbf{D}_{A0}|, \qquad (8)$$
$$\mathbf{D}_{A0} = \mathbf{D}_0 + \mathbf{r}_0;$$

где индекс «0» обозначает момент времени t_0.

Определим координаты направляющего вектора $\mathbf{n}_0$ в системе координат камеры $OX_кY_кZ_к$ при помощи выражения

$$\begin{pmatrix} n_{xk0} \\ n_{yk0} \\ n_{zk0} \end{pmatrix} = \mathbf{A}_K^1(\varphi_{\varepsilon 0}, \varphi_{\beta 0})\mathbf{A}_I^{gD}(\vartheta_0, \psi_{gD0}, \gamma_0) \begin{pmatrix} n_{xD0} \\ n_{yD0} \\ n_{zD0} \end{pmatrix}, \qquad (9)$$

в котором все углы определены для момента времени t_0.

Выражения для угловых и линейных координат точек растра эталона записываются следующим образом:

$$\varphi_{y0} = \arcsin(n_{yk0}),$$
$$\varphi_{x0} = \arcsin\left(-\frac{n_{zk0}}{\cos(\varphi_{y0})}\right), \qquad (10)$$
$$x_{p0} = -f_p' \mathrm{tg}(\varphi_{x0}),$$
$$y_{p0} = -f_p' \frac{\mathrm{tg}(\varphi_{x0})}{\cos(\varphi_{x0})}.$$

Записанные выражения устанавливают соответствие растровых координат точек изображения, получаемого из текущего пространственного положения камеры, растровым координатам эталонного изображения, полученного из положения в некоторый предшествующий момент времени. Если $L(x_р, y_р)$ – это поле яркости изображения, то соответствие координат точек эталонного изображения текущему положению камеры можно выразить следующим образом:

$$L(x_p, y_p) = L_э(x_{p0}(x_p), y_{p0}(y_p)), \qquad (11)$$

где $L_э$ – поле яркости эталонного изображения.

Выражение (11) устанавливает функциональную зависимость между координатами точек изображений, соответствующих двум последовательным моментам времени t_0 и t процесса пространственных эволюций камеры.

Таким образом, для определения нового – текущего – положения точек эталонного изображения на растре, соответствующего текущему моменту времени, необходимо иметь информацию о следующих входных величинах, определённых в моменты времени t_0 и t:

- дальности до цели D, м;
- геометрической высоте полёта h, м;
- координатах вектора дальности во вращающейся горизонтированной системе координат $O_ЦX_gY_gZ_g$;
- углах визирования цели – углах пеленгов координатора φ_b и φ_e;
- углах пространственной ориентации связной системы координат J, g и y.

Полученные зависимости проверены на основе результатов трёхмерного математического моделирования наземных объектов и процесса их автосопровождения авиационной системой наведения. Для проверки точности расчётного положения объектов в условиях натурного эксперимента устройство автосопровождения необходимо обеспечить дополнительной информацией от бортового навигационного комплекса в двух заданных моментах времени.

ВЫВОДЫ

В статье рассмотрены вопросы компенсации геометрических и координатных отклонений ТВ- или ТПВ-изображений объекта, вызванные сложным пространственным движением носителя. Предлагаемый математический аппарат может быть использован:

- в системах автоматического сопровождения объектов для компенсации изменений изображения заданного объекта в целях обеспечения непрерывности наблюдения в условиях возможного временного отсутствия изображения;
- в алгоритмах автосопровождения объектов земной поверхности при решении задачи оптимального оценивания координат точек объекта на изображении в условиях динамики самонаведения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савин В.Д., Ковин С.Д. Обоснование облика экстремально-реперного алгоритма автоматического сопровождения объектов // Материалы III научно-технической конференции «Системы наблюдения, мониторинга и дистанционного зондирования Земли». – М.: МНТОРЭС им. А.С. Попова, филиал ФГУП «ГНК РКЦ «ЦСКБ-ПРОГЕСС». – «НПП «ОПТЭК», 2006 г. – С. 202–205.

2. ГОСТ 20058-80 «Динамика летательных аппаратов в атмосфере.» Термины, определения и обозначения. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 54 с.

3. Заказнов Н.П. Теория оптических систем: Учебник для студентов приборостроительных специальностей вузов / Заказнов Н.П., Кирюшин С.И., Кузичев В.Н. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 448 с.

4. Якушенков Ю.Г. Теория и расчёт оптико-электронных приборов: Учебник для студентов вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 1999. – 480 с.

Хисматов Игорь Федорович
ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем»,
тел. (495) 789-46-03, доб. 20-47,
e-mail: ihsm@gosniias.ru
Рожков Константин Юрьевич
ЗАО «МНИТИ»,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, д.7а, стр.1,
тел. (499) 787-07-58,
e-mail: kostyarozhkov@list.ru

Сухачёв А.Б.
к.т.н.

Шапиро Б.Л.

Перчаткин Н.А.

Селявский Т.В.

ОЦЕНКА ТРЕБОВАНИЙ К ТОЧНОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ ОПТИЧЕСКОЙ ОСИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Беспилотные летательные аппараты (БЛА) в настоящее время нашли широкое применение как в вооруженных силах развитых государств, так и для решения народнохозяйственных задач, связанных с мониторингом подстилающей поверхности. Важнейшей задачей, стоящей перед комплексом управления БЛА, является получение информации из района мониторинга, передача её на пункт управления (ПУ) для обработки и принятие адекватных обстановке мер.

Одним из основных источников информации в современных комплексах управления БЛА являются оптико-электронные системы (ОЭС) различных спектральных диапазонов, в том числе видимого ($\lambda = 0{,}4–0{,}9$ мкм), среднего инфракрасного (ИК) ($\lambda = 3–5$ мкм) и дальнего ИК ($\lambda = 8–14$ мкм).

Фотоприёмник, входящий в состав ОЭС, осуществляет преобразование потока лучистой энергии, поступающего от исследуемой зоны подстилающей поверхности, в электрический сигнал. Одной из основных характеристик ОЭС, определяющей возможность обнаружения и идентификации объектов, является её разрешающая способность, которая во многом определяется разрешающей способностью фотоприёмника и полем зрения объектива ОЭС. Современные фотоприёмники имеют ячеистую (пиксельную) структуру, в которой каждая ячейка (пиксел) представляет собой точечный преобразователь потока лучистой энергии в электрический сигнал. Размер пикселя определяется технологическими возможностями производителя фотоприёмника.

Одной из задач оптимизации работы оптико-электронной системы (ОЭС), расположенной на подвижном объекте (например на летательном аппарате), является обеспечение пространственной стабилизации её оптической оси.

Сдвиг изображения, возникающий во время накопления сигнала в фотоприёмнике ОЭС, представляет собой одну из наиболее существенных причин уменьшения контраста малоразмерных объектов и ухудшения резкости изображения.

Даже при идеальной стабилизации линии визирования смещение изображения возникает в связи с перемещением летательного аппарата за время накопления энергетического потока в фотоприёмнике. Известно, что при наличии смещения (сдвига) изображения каждая точка местности воспроизводится отрезком прямой линии, длина которой пропорциональна путевой скорости полёта, продолжительности экспонирования и масштабу изображения [1, 2]. Величина сдвига изображения описывается выражением

$$S = (V_{\text{Г}} \cdot T \cdot f \cdot \sin^2\beta) / H, \qquad (1)$$

где S – величина сдвига изображения, м; f – фокусное расстояние объектива, м; T – время накопления в фотоприёмнике, с; $V_{\text{Г}}$ – путевая скорость летательного аппарата, м/с; β – угол наклона оптической оси ОЭС относительно горизонта, H – высота полёта, м.

Упрощённая графическая модель оценки сдвига изображения по фоточувствительной зоне фотоприёмника представлена на рис. 1.

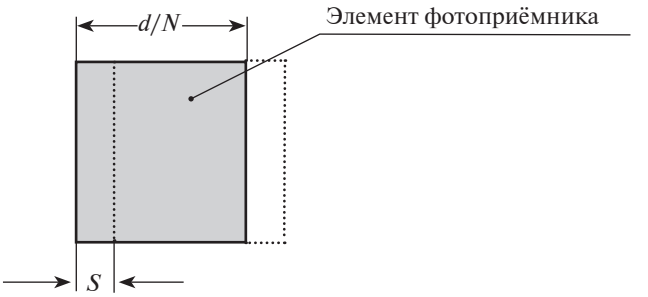

Рис. 1. Модель сдвига изображения по фоточувствительной зоне фотоприёмника

Для оценки величины сдвига изображения по фоточувствительной зоне фотоприёмника может использоваться выражение

$$S = K_C \cdot d/N, \qquad (2)$$

где S – величина сдвига изображения, мм; K_C – коэффициент сдвига изображения; d – размер активной зоны фотоприёмника по направлению сдвига, мм; N – количество активных ячеек фотоприёмника по направлению сдвига, пикселей.

Разрешающая способность без сдвига изображения R_0 для фотоприёмника с ячеистой структурой определяется выражением

$$R_0 = N/d, \qquad (3)$$

где d – линейный размер активной зоны фотоприёмника, мм; N – количество активных ячеек фотоприёмника по рассматриваемому размеру, пикселей.

Из выражений (2, 3) следует, что коэффициент сдвига изображения K_C равен

$$K_C = R_0 S. \qquad (4)$$

Как показано в [2], влияние сдвига изображения на разрешающую способность оптико-электронной системы R описывается соотношением

$$R/R_0 = \left(\frac{\sin(\pi \cdot R_0 \cdot S)}{\pi \cdot R_0 \cdot S}\right)^{0,36} = \left(\frac{\sin(\pi \cdot K_C)}{\pi \cdot K_C}\right)^{0,36}, \qquad (5)$$

где R_0 – разрешающая способность ОЭС без сдвига изображения; S – величина сдвига изображения, мм.

Нормированная оценка снижения разрешающей способности оптико-электронной системы $[1 - (R/R_0)]_{НОРМ}$ от коэффициента сдвига K_C изображения по фоточувствительной зоне фотоприёмника приведена на рис. 2.

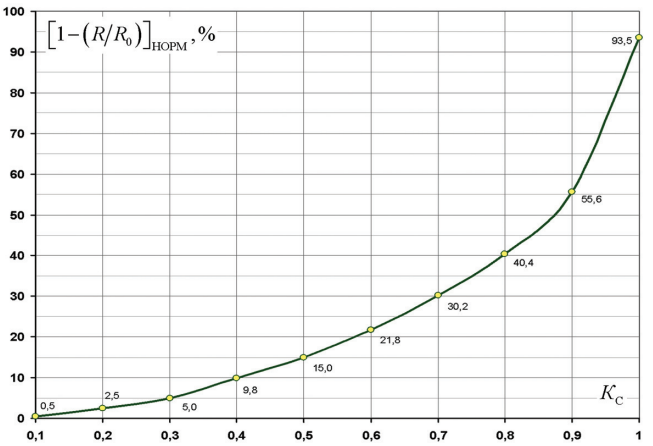

Рис. 2. Нормированная оценка снижения разрешающей способности оптико-электронной системы от коэффициента сдвига изображения по фоточувствительной зоне фотоприёмника

Из рис. 2 видно, что влияние сдвига изображения по фоточувствительной зоне фотоприёмника на разрешающую способность оптико-электронной системы начинает сказываться при значениях коэффициент сдвига $K_C > 0,2$. Оценка величины снижения разрешающей способности приведена в табл. 1.

Таблица 1

K_C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Оценка снижения разрешающей способности, %	0,5	2,5	5,0	10	15	22

Из табл. 1 и рис. 2 видно, что величина коэффициента сдвига изображения по фоточувствительной зоне фотоприёмника за время накопления не должна превышать значения $K_C = 0,5$. При этом снижение разрешающей способности не превышает 15% от номинального значения.

Известно, что угловое разрешение ОЭС (мгновенное поле зрения) описывается выражением

$$\alpha = 2\mathrm{arctg}(\mu/2f) = 2\mathrm{arctg}[b/2(f \cdot N)], \qquad (6)$$

где μ – размер пикселя фотоприёмника по выбранной координате (по вертикали или по горизонтали, мм); N – количество элементов разложения фотоприёмника, пикселей; b – линейный размер рабочей зоны фотоприёмника по выбранной координате, мм; f – фокусное расстояние объектива, мм.

Модель оценки точности стабилизации оптической оси ОЭС приведена на рис. 3. Под точностью стабилизации понимается ошибка стабилизации линии визирования при воздействии штатных эксплуатационных нагрузок. При этом распределение шумовой составляющей колебаний оптической оси ОЭС принимается близким к нормальному закону распределения.

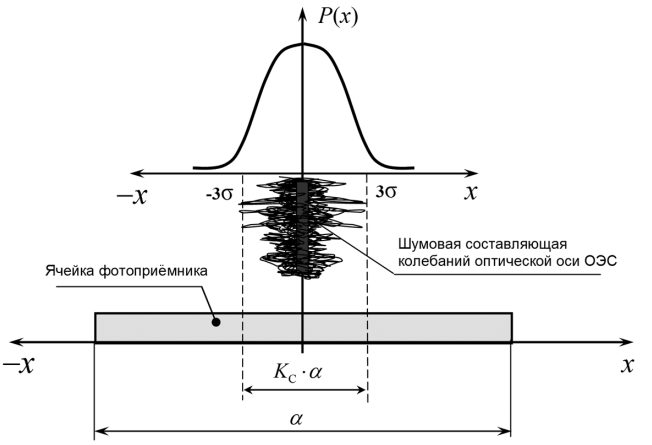

Рис. 3. Модель оценки точности стабилизации оптической оси ОЭС

Величина среднего квадратического отклонения (СКО) σ для системы стабилизации, при котором обеспечивается заданное качество представления информации в ОЭС, с учётом модели (см. рис. 3) определяется выражением

$$\sigma = K_C \cdot \alpha/6, \qquad (7)$$

где K_C – коэффициент сдвига изображения; α – мгновенное поле зрения фотоприёмника по выбранной координате.

Рассматривая точность стабилизации оптической оси ОЭС как размах «шумовой дорожки» 6σ, получим оценку необходимой точности стабилизации оптической оси ОЭС. Допустимая величина среднего квадратического отклонения (СКО) σ, а также оценка допустимой точности стабилизации оптической оси ОЭС 6σ с учётом выражения 7 и данных табл. 1 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Допустимое снижение разрешающей способности, %	0,5	2,5	5	10	15
σ	0,017α	0,033α	0,05α	0,067α	0,083α
Оценка допустимой точности стабилизации оптической оси ОЭС (6σ)	0,1α	0,2α	0,3α	0,4α	0,5α

Проведем оценку допустимой точности системы стабилизации оптической оси ОЭС для различных типов фотоприёмников и объективов с различными фокусными расстояниями. В качестве фотоприёмников рассмотрим матричные фотоприёмники видимого диапазона длин волн (0,4–0,9 мкм) с размером пикселя 5 × 5 мкм, и фотоприёмники дальнего ИК-диапазона длин волн (8–14 мкм) с размерами пикселя 17 × 17 мкм и 25 × 25 мкм соответственно. Результаты оценки приведены в табл. 3 и на рис. 4

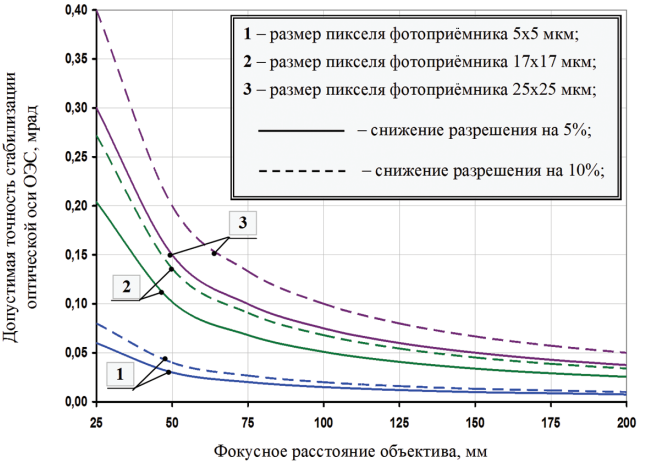

Рис. 4. Оценка допустимой точности системы стабилизации оптической оси ОЭС для различных типов фотоприёмников и объективов с различными фокусными расстояниями

Таблица 3

Размер пикселя фотоприёмника	Фокусное расстояние объектива, мм							
	25	50	75	100	125	150	175	200
	Мгновенное поле зрения ОЭС, мрад							
5 мкм	0,2	0,1	0,067	0,05	0,04	0,033	0,029	0,025
17 мкм	0,68	0,34	0,227	0,17	0,136	0,113	0,097	0,085
25 мкм	1,0	0,5	0,333	0,25	0,2	0,167	0,143	0,125
Допустимая точность системы стабилизации оптической оси ОЭС 6σ, мрад/угл. мин.								
Ухудшение разрешающей способности – не более 2,5%								
5 мкм	0,040/0,14	0,020/0,07	0,013/0,05	0,010/0,03	0,008/0,03	0,007/0,02	0,006/0,02	0,005/0,02
17 мкм	0,136/0,47	0,068/0,23	0,045/0,16	0,034/0,12	0,027/0,09	0,023/0,08	0,019/0,07	0,017/0,06
25 мкм	0,200/0,68	0,100/0,34	0,0670,23/	0,050/0,17	0,040/0,14	0,033/0,11	0,029/0,10	0,025/0,09
Ухудшение разрешающей способности – не более 5%								
5 мкм	0,060/0,21	0,030/0,10	0,020/0,07	0,015/0,05	0,012/0,04	0,010/0,03	0,009/0,03	0,008/0,03
17 мкм	0,204/0,70	0,102/0,35	0,068/0,23	0,051/0,17	0,041/0,14	0,034/0,12	0,029/0,10	0,026/0,09
25 мкм	0,300/1,03	0,150/0,51	0,100/0,34	0,075/0,26	0,060/0,21	0,050/0,17	0,043/0,15	0,038/0,13
Ухудшение разрешающей способности – не более 10%								
5 мкм	0,080/0,27	0,040/0,14	0,027/0,09	0,020/0,07	0,016/0,05	0,013/0,05	0,012/0,04	0,010/0,03
17 мкм	0,340/1,16	0,170/0,58	0,114/0,39	0,085/0,29	0,068/0,23	0,057/0,19	0,049/0,17	0,043/0,15
25 мкм	0,400/1,37	0,200/0,68	0,133/0,46	0,100/0,34	0,080/0,27	0,067/0,23	0,057/0,20	0,050/0,17
Ухудшение разрешающей способности – не более 15%								
5 мкм	0,100/0,34	0,050/0,17	0,034/0,11	0,025/0,09	0,020/0,07	0,017/0,06	0,015/0,05	0,013/0,04
17 мкм	0,272/0,93	0,136/0,47	0,091/0,31	0,068/0,23	0,054/0,19	0,045/0,15	0,039/0,13	0,0340,12
25 мкм	0,500/1,71	0,250/0,86	0,167/0,57	0,125/0,43	0,100/0,34	0,084/0,29	0,072/0,24	0,063/0,21

Выводы. Из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что допустимая величина среднего квадратического отклонения (СКО) для системы стабилизации оптической оси ОЭС при условии нормального распределения случайного процесса колебаний должна быть не более 0,05 величины мгновенного поля зрения фотоприёмника. При этом уменьшение разрешающей способности ОЭС в условиях внешних воздействий не превышает 5% от номинального значения. При увеличении величины СКО до 0,067 величины мгновенного поля зрения фотоприёмника уменьшение разрешающей способности ОЭС в условиях внешних воздействий может достигать до 10% от номинального значения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барсуков Ф.И., Величкин А.И., Сухарев А.Д. Телевизионные системы летательных аппаратов / Под ред. А.И. Величкина. – М.: Сов. Радио, 1979. – 256 с.

2. Потелов В.В., Сеник Б.Н., Бельский А.Б., Сухачёв А.Б. Анализ точностных параметров стабилизации оптической оси оптико-электронной системы // Тезисы докладов научно-технической конференции «Направления и проблемы развития ракетно-космической обороны», ОАО МАК «Вымпел», 2006г.

Сухачёв Андрей Борисович,
главный научный сотрудник ЗАО «МНИТИ»
Шапиро Борис Львович,
зам. начальника НИО ЗАО «МНИТИ»
Перчаткин Никита Александрович,
вед. инженер ЗАО «МНИТИ»
Селявский Терентий Валерьевич,
начальник сектора ЗАО «МНИТИ»
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, д.7а, стр. 1,
тел. (499) 763-45-63,
e-mail:mniti@mniti.ru

Платонов В.Н. ***Дзюба В.И.****, к.т.н.*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ И СПЕЦСТОЙКОСТИ АППАРАТУРЫ

В статье рассмотрены проблемы и задачи, которые решает отдел качества и надёжности ЗАО «МНИТИ», а также особенности организации его деятельности.

Основными задачами отдела качества и надёжности (ОКН) являются:

- методическое руководство разработкой нормативных документов (НД) системы менеджмента качества (СМК) института, участие в разработке СМК, обеспечение её функционирования и сертификация;
- научно-методическое руководство работами, участие в проведении работ, контроль и координация деятельности по вопросам качества, надёжности, спецстойкости всех разрабатываемых и изготавливаемых изделий в институте.

РАБОТЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА. СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ЗАО «МНИТИ»

Для успешного руководства предприятием и его функционирования необходимо управлять им систематически и должным образом. Управление предприятием включает менеджмент качества наряду с другими аспектами управления. Успех может быть достигнут в результате внедрения и поддержания в рабочем состоянии системы менеджмента качества, разработанной для постоянного улучшения деятельности с учётом потребности всех заинтересованных сторон.

Стратегическое решение о разработке и внедрении СМК, соответствующей требованиям ГОСТ Р ISO 9001 [1] и стандартов СРПП ВТ [2], для реализации проводимой политики в области качества на предприятии было принято генеральным директором ЗАО «МНИТИ» в 1996 году.

Представителем руководства, несущим ответственность за разработку, функционирование и сертификацию СМК, является начальник управления обеспечения и контроля качества (УОКК). Методическое руководство, участие в работах, координация и контроль деятельности предприятия по вопросам качества осуществляет отдел качества и надёжности (ОКН), входящий в структуру УОКК.

СМК охватывает разработку, производство и ремонт вооружения и военной техники.

При разработке СМК учитывались следующие стандарты:

- государственные стандарты комплексных систем общих технических требований (КСОТТ), комплексных систем контроля качества (КСКК) вооружения и военной техники, систем разработки и постановки на производство продукции (СРПП) военной техники, а также другие государственные стандарты;
- международные стандарты ИСО серии 9000.

Основным нормативным документом СМК является руководство по качеству [3].

В соответствии с руководством по качеству заместители генерального директора по направлениям и начальники подразделений несут ответственность за реализацию требований СМК в вверенных им подразделениях.

Руководство по качеству содержит краткое описание процедур СМК ЗАО «МНИТИ» и предназначено для:

- формирования общих требований к системе качества ЗАО «МНИТИ»;
- ознакомления потребителей с системой качества ЗАО «МНИТИ»;
- ознакомления с СМК работников предприятия для предоставления им необходимой информации о функционировании СМК;
- предварительного ознакомления с СМК в случае её сертификации или сертификации продукции предприятия.

Требования к элементам и процессам СМК устанавливаются документированными процедурами:

стандартами предприятия (свыше пятидесяти наименований), инструкциями, методиками и другими нормативными и методическими документами.

Нормативные документы СМК ЗАО «МНИТИ» обязательны для использования и исполнения всеми подразделениями и специалистами предприятия в процессе их деятельности для достижения требуемого качества.

Основными целями сертификации системы менеджмента качества ЗАО «МНИТИ» являются:

- подтверждение способности предприятия производить продукцию стабильного качества – необходимое условие, для того чтобы найти и сохранить потребителя (заказчика);
- повышение основных технико-экономических показателей предприятия, в том числе прибыли;
- повышение ответственности, дисциплинированности и компетентности персонала, владеющего методологией менеджмента качества;
- снижение непроизводительных затрат;
- улучшение имиджа предприятия;
- упрощение и удешевление процедуры лицензирования (исключение необходимости проверки предприятия экспертами лицензирующего органа);
- обеспечение преимущества в тендерах;
- обеспечение получения государственного заказа.

Работы по основным направлениям в области качества ежегодно планируются и реализуются в «Комплексной программе обеспечения качества продукции ЗАО "МНИТИ"» и «Плане работ постоянно действующей комиссии по качеству».

Выполнение «Программы...» и «Плана...», а также проведение внутренней проверки СМК в числе прочих работ обеспечивают возможность представлять данные о качестве для оценки функционирования системы менеджмента качества и предъявлять её экспертам «Союза по сертификации» ежегодно для инспекционных проверок и раз в три года для получения нового сертификата в соответствии с требованиями законодательства РФ.

В 2000 году был получен первый сертификат на СМК в системе «Оборонсертифика». В настоящее время действует сертификат (от 13.02.2014 № 6300.311756/RU), соответствующий требованиям ГОСТ Р ISO 9001, стандартов СРПП ВТ, включая ГОСТ РВ 0015.002.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ И СПЕЦСТОЙКОСТИ АППАРАТУРЫ

Работы, связанные с обеспечением надёжности и спецстойкости аппаратуры, охватывают все этапы, предусмотренные в нормативно-технической документации, и проводятся по следующим направлениям:

- рассмотрение, согласование и разработка технических заданий (ТЗ), технических условий (ТУ) в части требований к надёжности и спецстойкости на аппаратуру и её составные части;
- расчётная оценка надёжности и спецстойкости аппаратуры;
- определение номенклатуры и расчёт достаточности комплектов ЗИП;
- анализ режимов работы и обеспечение правильности применения электрорадиоизделий (ЭРИ) в аппаратуре;
- разработка методик и проведение испытаний на надёжность;
- разработка инструкций по технологическим тренировкам;
- участие в проведении метрологической экспертизы;
- стандартизация методов повышения надёжности и спецстойкости аппаратуры;
- анализ причин отказов, разработка и реализация мероприятий по устранению причин отказов;
- согласование конструкторской документации по направлениям работ отдела;
- сбор, анализ информации о надёжности и спецстойкости изделий.

В результате анализа информации о надёжности изделий разрабатываются рекомендации по:

- корректировке ТЗ в части количественных показателей надежности;
- структуре построения аппаратуры в части резервирования (вид, кратность резерва);
- способам восстановления аппаратуры;
- периодичности профилактики, периодичности и полноте контроля аппаратуры;
- составу ЗИП;
- выбору номенклатуры и величин количественных показателей надёжности и спецстойкости;
- корректности формулировок и понятий;
- установлению критериев отказа и предельных состояний;
- установлению количества запланированных для изготовления образцов для подтверждения заданных показателей с конкретными точностью и достоверностью;
- установлению соответствия требований на составные части (разрабатываемых по комплексу государственных стандартов «Климат-7») требованиям на аппаратуру (разрабатываемой в соответствии с требованиями комплекса государственных стандартов «Мороз-6»).

Требования к надёжности аппаратуры и методы оценки соответствия требований к надёжности изложены в стандартах [4, 5].

ВЫВОДЫ:

1. Действующая на предприятии система менеджмента качества (СМК) пригодна, достаточна и результативна; СМК является одним из основных средств для реализации политики в области качества. Система менеджмента качества обеспечивает методологию, способствует повышению исполнительской дисциплины и персональной ответственности за качество выполнения работ.

2. Выполнен необходимый комплекс работ по обеспечению надёжности и спецстойкости разрабатываемых и изготавливаемых изделий ЗАО «МНИТИ».

Все разработанные и изготовленные изделия по результатам расчётов и испытаний соответствуют требованиям к надёжности и спецстойкости, заданным в ТТЗ (ТЗ) и ТУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ ISO 9001-2011 СМК. Требования.

2. ГОСТ РВ 0015-002-2012 СРПП ВТ. СМК. Общие требования.

3. СТО РВУИ 27.01-2013 СМК. Руководство по качеству.

4. ГОСТ РВ 20.39.304-98 КСОТТ. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование ВН. Требования к надёжности. Состав и порядок задания.

5. ГОСТ РВ 20.57.304-98 КСКК. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование ВН. Методы оценки соответствия требованиям надёжности.

Платонов Владимир Николаевич,
начальник управления обеспечения и контроля качества ЗАО «МНИТИ»,
109094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 763-45-10,
e-mail: mniti@mniti.ru

Дзюба Виктор Иванович,
главный научный сотрудник ЗАО «МНИТИ»,
109094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 763-45-36,
e-mail: mniti@mniti.ru

Заплахов И.О.

СУД ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ ПРАВАМ – ОРИЕНТИР ПО РАЗРЕШЕНИЮ ПРАВОВЫХ СПОРОВ В СФЕРЕ НИОКР

Сегодня невозможно себе представить организацию, не использующую в своей деятельности результаты интеллектуальной деятельности (РИД): программное обеспечение, изобретения, полезные модели, промышленные образцы, секреты производства, фирменные наименования, товарные знаки, знаки обслуживания и многие другие. Тем более не обходятся без РИД организации, проводящие научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), ведь одна из основных целей их деятельности – создавать РИД.

Необъятное многообразие РИД неизбежно порождает массу правовых споров между правообладателями. Споры эти чрезвычайно сложны для судей, так как для их разрешения требуются специальные технические знания. Для разрешения таких особенных споров и был сравнительно недавно сформирован в России специальный судебный институт – суд по интеллектуальным правам (СИП).

Истоки формирования СИП возникли ещё в Советском Союзе. Правоотношения в области интеллектуальной собственности стали очень активно развиваться в конце 80-х годов прошлого столетия. В первую очередь это было обусловлено отходом от идеи государственной собственности на все РИД, а также решением о вступлении России во Всемирную торговую организацию. Тогда же возросли и требования к юридическому оформлению результатов интеллектуальной деятельности по НИР и ОКР. В этот период и возникла впервые потребность создания специального суда, который бы специализировался на рассмотрении в пределах своей компетенции дел по спорам, связанным с защитой интеллектуальных прав. Потребовалось 20 лет, чтобы такой суд начал свою работу в реальности.

Федеральный конституционный закон от 06.12.2011 № 4-ФКЗ внёс изменения в судебную систему Российской Федерации. Теперь в системе арбитражных судов появился суд по интеллектуальным правам. Это специализированный арбитражный суд, рассматривающий дела по спорам, связанным с защитой интеллектуальных прав.

По истечении двух лет решения организационных вопросов СИП начал свою деятельность 3 июля 2013 года в городе Москве.

В качестве суда первой инстанции СИП рассматривает:

- дела об оспаривании нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти, затрагивающих права и законные интересы заявителя в области правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности и средств индивидуализации, в том числе в сфере патентных прав и прав на селекционные достижения, права на топологии интегральных микросхем, права на секреты производства (ноу-хау), права на средства индивидуализации юридических лиц, товаров, работ, услуг и предприятий, права использования результатов интеллектуальной деятельности в составе единой технологии;
- дела по спорам о предоставлении или прекращении правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности и приравненных к ним средств индивидуализации юридических лиц, товаров, работ, услуг и предприятий (за исключением объектов авторских и смежных прав, топологий интегральных микросхем), в том числе:
  - об оспаривании ненормативных правовых актов, решений и действий (бездействия) федерального органа исполнительной власти по интеллектуальной собственности, федерального органа исполнительной власти по селекционным достижениям и их должностных лиц, а также органов, уполномоченных правительством Российской Федерации рассматривать заявки на выдачу патента на секретные изобретения;
  - об оспаривании решения федерального антимонопольного органа о признании недобросовестной конкуренцией действий, связанных с приобретением исключительного права на средства индивидуализации юридического лица, товаров, работ, услуг и предприятий;
  - об установлении патентообладателя;
  - о признании недействительными патента на изобретение, полезную модель, промышленный образец или селекционное достижение, решения о предоставлении правовой охраны товарному знаку, наименованию места происхождения товара и о предоставлении исключительного права на такое наименование, если федеральным законом не предусмотрен иной порядок их признания недействительными;

- о досрочном прекращении правовой охраны товарного знака вследствие его неиспользования.

В кассационном порядке СИП рассматривает:

- дела, рассмотренные им по первой инстанции;
- дела о защите интеллектуальных прав, рассмотренные арбитражными судами субъектов Российской Федерации по первой инстанции, арбитражными апелляционными судами.

Рассмотрение дел в суде по интеллектуальным правам имеет ряд особенностей. Первая – это активное использование судьями помощи специалистов. Поскольку в ходе спора может возникнуть необходимость изучения технических вопросов, суд вправе привлекать к работе советников, специалистов, обладающих необходимой квалификацией сообразно специализации суда. При этом все пояснения специалистом даются в устной форме.

Ещё одна особенность СИП в том, что он занимает более активную процессуальную позицию по сравнению с обычными арбитражными судами. Это выражается в часто используемом полномочии направлять запросы о даче разъяснений, консультаций и об изложении профессиональных мнений учёных, специалистов и прочих лиц, обладающих теоретическими и практическими познаниями по существу разрешаемого спора.

Следующая особенность – дела, отнесенные к подведомственности СИП, рассматриваются им независимо от того, являются ли участниками правоотношений, из которых возник спор, организации, индивидуальные предприниматели или граждане.

Также особенностью суда является то, что в нём отсутствует возможность апелляционного обжалования решения, принятого судом по интеллектуальным правам по первой инстанции. Решение может быть обжаловано только в кассационном порядке.

И последняя особенность – все дела рассматриваются коллегиально.

Значение деятельности суда по интеллектуальным правам для патентных подразделений предприятий, выполняющих НИОКР, сложно переоценить. Очень важно учитывать, что СИП не только осуществляет рассмотрение правовых споров, но и изучает, обобщает судебную практику, подготавливает предложения по совершенствованию законов и иных нормативных правовых актов, анализирует судебную статистику. Особое место занимает деятельность научно-консультативного совета СИП, который вырабатывает научно обоснованные разъяснения по вопросам применения международных договоров, законов и иных нормативных правовых актов для целей формирования единообразной судебной практики в сфере защиты интеллектуальных прав.

В настоящее время именно суд по интеллектуальным правам формирует будущее направление развития правового регулирования оборота РИД. Знание и понимание позиции суда по интеллектуальным правам по вопросам использования результатов интеллектуальной деятельности позволит предприятиям корректно строить свои отношения с авторами, правообладателями и контрагентами.

Юридическая служба ЗАО «МНИТИ» в лице юридического отдела осуществляет постоянный мониторинг судебной практики, в том числе суда по интеллектуальным правам. Поэтому данное направление информационно-аналитической работы отдела позволяет снижать юридические риски организации при создании и использовании объектов интеллектуальной собственности.

Заплахов Игорь Олегович,
начальник юридического отдела ЗАО «МНИТИ»,
105094, г. Москва, ул. Гольяновская, 7а, стр.1,
тел. (499) 763-45-36,
e-mail: law@mniti.ru