

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)**

Кафедра телевидения и управления
(ТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ТУ, профессор
_____ И.Н. Пустынский
« _____ » _____ 2012 г.

**ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТИ: «АУДИОВИЗУАЛЬНАЯ
ТЕХНИКА», «БЫТОВАЯ РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА»**

Учебное пособие

РАЗРАБОТАЛ

_____ А.Н. Дементьев
_____ В.А. Кормилин
_____ И.Н. Пустынский
_____ М.С. Ройтман
_____ В.А. Шалимов
« _____ » _____ 2012 г.

Пустынский И.Н., Кормилин В.А., Ройтман М.С., Дементьев А.Н., Шалимов В.А. Введение в специальности: «Аудиовизуальная техника», «Бытовая радиоэлектронная аппаратура»: Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 87 с.

Пособие предназначено для студентов радиотехнических специальностей «Аудиовизуальная техника» и «Бытовая радиоэлектронная аппаратура», обучающихся на всех формах обучения, в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий.

© Пустынский И.Н., Кормилин В.А., Ройтман М.С., Дементьев А.Н., Шалимов В.А., 2012

© Кафедра Телевидения и управления, ТУСУР, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Краткая история Томска и Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники	5
1.1 Город на Томи.....	5
1.2 Развитие в Томске радиовещания и телевидения	7
1.3 Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники	9
1.4 Радиотехнический факультет	11
1.5 Вопросы для самопроверки	14
2 Бытовая радиоэлектронная аппаратура.....	14
2.1 Краткая история развития радиоэлектроники	14
2.2 Развитие БРЭА и средств передачи информации	16
2.3 Международные организации, соглашения, диапазоны частот и длин волн	20
2.4 Бытовая радиоэлектронная аппаратура в информационных системах	23
2.5 Виды бытовой радиоэлектронной аппаратуры.....	24
2.6 Вопросы для самопроверки	27
3 Аудиовизуальная техника	27
3.1 Краткая история развития аудиовизуальной техники.....	27
3.2 Микрофоны и громкоговорители.....	30
3.3 Магнитная запись звука и изображения.....	31
3.4 Разновидности носителей записи.....	33
3.5 Устройства отображения (воспроизведения) видеоинформации	34
3.6 Вопросы для самопроверки	37
4 Микропроцессоры в бытовой РЭА и аудиовизуальной технике	37
4.1 Краткая история.....	37
4.2 МП в системах управления.....	38
4.3 МП в системах обработки сигналов	40
4.4 Вопросы для самопроверки	41
5 Управление персоналом	41
5.1 Инженер – будущий руководитель	41
5.2 Подготовка кадров.....	43
5.3 Вопросы для самопроверки	45
6 Обеспечение безопасности предприятия	45
6.1 Наша действительность	45
6.2 Защита информации	46
6.3 Вопросы для самопроверки	47
7 Перспективы развития радиоэлектроники.....	48
7.1 Современная электроника.....	48
7.2 Квантовая электроника (КЭ)	50
7.3 Сверхпроводимость.....	54
7.4 Функциональная электроника	56
7.5 Вопросы для самопроверки	61
8 Литература	62
Приложение А	63

Введение

Специальности 210303 – Бытовая радиоэлектронная аппаратура (БРЭА) и 210312 – Аудиовизуальная техника (АВТ) относятся к направлению 210300 – Радиотехника. До 01.01.2004 эти специальности и направление имели, соответственно, «номера» (код) 201500, 201400 и 654200. Государственный образовательный стандарт по этим специальностям и направлению «Радиотехника» утвержден заместителем министра образования РФ В.Д. Шадриковым 17.03.2000 (№151-тех/дс). Он приведен в приложении А. Выпускникам данных специальностей присваивается квалификация – инженер.

Будущим инженерам, готовящимся разрабатывать и обслуживать устройства аудиовизуальной техники и бытовой радиоэлектронной аппаратуры, необходимо изучать особенности конструкций и технические характеристики основных видов БРЭА и АВТ:

- электроакустических приборов и систем (микрофонов, громкоговорителей);
- усилителей звуковой частоты;
- электрофонов и электропроигрывателей (включая лазерные);
- магнитофонов (аналоговых и цифровых);
- электромзыкальных инструментов;
- радиовещательных и телевизионных устройств и приёмных антенн;
- чёрно-белых и цветных телевизоров (аналоговых, аналого-цифровых, спутниковых, проекционных, стереоскопических, повышенного качества и высокой чёткости);
- видеоманитофонов, видеокамер и видеопроигрывателей;
- стационарных, переносных и автомобильных радиоприёмников (в том числе стереофонических, цифровых и т.д.);
- источников питания;
- сотовых и радиотелефонов;
- персональных ЭВМ и т.д.

Выпускники специальности БРЭА получают знания и навыки в области разработки, производства и эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры бытового назначения: цифровых и аналоговых телевизоров и радиоприемников, видеоманитофонов и магнитофонов, видеокамер и радиотелефонов, персональных компьютеров и цифровых фотоаппаратов, средств аудиотехники и видеонаблюдения, электронных устройств безопасности и т.д.

Выпускники специальности АВТ получают знания и навыки в области разработки и эксплуатации аналоговых и цифровых телевизионных центров и их звуковых студий, аудио и видеооборудования для концертных залов и гостиниц, магазинов и ресторанов, видеоконференций и презентаций, электронных кинотеатров и демонстраций различных шоу-программ со специальными звуковыми и видеоэффектами.

Цель преподавания дисциплины «Введение в специальность» для студентов специальностей БРЭА и АВТ – ознакомить первокурсников с историей города и вуза, где они учатся, т.е. города Томска и Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУРа), со сферами и видами будущей профессиональной деятельности, с общими требованиями к образовательной программе подготовки выпускников и с перечнем дисциплин, которые необходимо освоить студенту в процессе обучения.

Кроме того, студенты ознакомятся с основами управления персоналом, поскольку почти каждый из них после окончания вуза будет руководить группой работников, а затем и подразделением, целым предприятием, фирмой, объединением и т.д., а также с основами обеспечения безопасности предприятия и некоторыми элементами БРЭА и АВТ.

Кроме дисциплин, указанных в ГОСе, студенты будут изучать общепрофессиональные дисциплины: «Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры», «Информационные технологии, оргтехника» или (по выбору) «Офисная техника», «Телевизионные устройства» или «Датчики охранной сигнализации»; дисциплины специализации: «Защита аудиовизуальной и компьютерной информации», «Электронные системы безопасности личности и имущества», «Учебно-исследовательская работа» и некоторые другие.

Есть все основания полагать, что в 21-м веке экономика будет «электронной», поскольку наибольший объем при производстве товаров и услуг будут занимать информационные технологии на основе радиоэлектронных средств. Это налагает особую ответственность на выпускников

специальностей БРЭА и АВТ, поскольку именно с помощью этих технических средств человек получает большую часть информации об окружающем его мире.

В конце изучения дисциплины студент получает зачет по результатам выполнения электронной контрольной работы.

Авторами разделов являются: Пустынский И.Н. (введение, разделы 1, 5, 6), Кормилин В.А. (введение, разделы 2, 3.5, 4), Ройтман М.С. (разделы 2.1, 7), Дементьев А.Н. (подразделы 3.1–3.4), Шалимов В.А. (подраздел 2.5).

1 Краткая история Томска и Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники

1.1 Город на Томи

Город Томск расположен на правом берегу реки Томи, в 60 км от впадения ее в реку Обь. Он основан в 1604 г. по личному повелению царя Бориса Годунова, который принял просьбу князя Тояна, главу небольшого племени томских татар, и послал наказ сургутским воеводам построить русскую крепость в землях Тояна [1]. Отряд казаков во главе с Г.И. Писемским и В.Ф. Тырковым в июне 1604 г. высадился на берег Томи в устье реки Ушайки и начал строить крепость, которая была завершена 27 сентября (7 октября по н.с.) 1604 г. В течение всего XVII в. Томск был военной крепостью. Отсюда уходили отряды казаков на захват и присоединение к Русскому государству новых земель. Томские казаки основали Кузнецкую крепость, Ачинск, Красноярск, Енисейск. В середине XVII века отряд под предводительством Д.Е. Копылова ушел далеко на восток, в Якутию, основал там Бутальское зимовье. И.Ю. Москвитин с казаками первым среди русских вышел на берег Тихого океана. Из Томска уходили дипломатические миссии в Китай и Монголию. Занятие хозяйством – хлебопашество, ремесла – долгое время оставалось уделом в основном крестьян, часто ссыльных. Обустройство жизни в городе практически отсутствовало.

Вплоть до начала XVIII в. Томск представлял собой скученные, бессистемные постройки. Город часто подвергался нападениям кочевников, страдал от пожаров. Томская крепость не раз горела и вновь восстанавливалась. Военно-политическое обслуживание интересов центральной власти формировало в томских служилых людях мужество, а также лихость и молодечество. И первым проявлением городского общества было объединение ради бунта против воевод. Только бунтом можно было добиться царева жалования, как это происходило во время волнения в 1637 г. и городского восстания в 1648 г. В XVIII в. русские границы отодвинулись далеко на юг и восток и Томская крепость утратила свое военное значение. Стержнем городской жизни стал Сибирский торговый тракт, связавший центр страны с сибирской окраиной. Томск превратился в место транзитной торговли. Развивалось ремесленное производство, хотя часть горожан продолжала еще

заниматься земледелием и скотоводством. Город стал привлекателен для проживания и довольно быстро рос, став к концу XVIII в. одним из самых крупных в Сибири. Доминирующую роль в томском обществе приобрели купцы. Другую значительную группу населения составляли мещане (лица податного сословия, состоящего из мелких домовладельцев, торговцев, ремесленников) и цеховые (узкие профессионалы). В XVIII в. в Томске, как и других крупных российских городах, появились зачатки городского самоуправления, хотя полномочия царских чиновников по-прежнему охватывали все сферы городской жизни. Утратив лихость и бунтарство предшествовавших времен, горожане сосредоточились исключительно на «материальных интересах» жизни, нередко пренебрегая интересами духовно-нравственными, которые в те времена олицетворяла Церковь. Тем не менее, с ее деятельностью связаны первые ростки культуры в городе: первая библиотека появилась в XVIII веке в Алексеевском мужском монастыре на Юрточной горе. Там же открылась в 1746 г. первая школа.

В 1804 г. Томск стал центром обширной Томской губернии, в сферу административного и управленческого влияния которой входила по отдельным направлениям вся Западная Сибирь, а в ряде случаев и Казахстан. В XIX – начале XX в. наблюдался стремительный рост населения города. В 1897 г. Томск стал самым многонаселенным в Сибири, к 1914 г. он входил в число 20 самых крупных городов страны. Торговля по-прежнему играла ведущую роль в экономике Томска, в ряду других городов Сибири Томск занимал первое место по размеру торговых оборотов. В торговле формировались крупные капиталы томских купцов. Во второй половине XIX в. усилился приток капиталов в промышленность, в городе сложился комплекс промышленных предприятий ориентированных в основном на переработку сельскохозяйственного сырья. Томск развивался как транспортный узел региона, появились новые средства связи – телеграф (1863 г.) и телефон (1892 г.), формировалось банковское дело, в 1901 г. открылась первая в Сибири товарная биржа. В начале XX в. Томск выступал как один из самых крупных торгово-промышленных центров Сибири. Изменился и его внешний облик, получивший истинно городские черты.

Экономическое становление Томска сопровождалось, а в ряде случаев и подталкивалось, превращением его в культурно-образовательный центр всей Сибири в связи с открытием здесь первых в азиатской части страны высших и ряда профессиональных учебных заведений. В 1888 г. был открыт Томский государственный университет (ТГУ) как Императорский Сибирский университет, в 1900 г. – Томский политехнический университет (ТПУ) как Томский технологический институт, а в 1902 г. – Томский учительский институт, который в последствии (в 1933 г.) стал государственным педагогическим институтом, а в 1995 – педагогическим университетом.

Город притягивал к себе учащуюся молодежь, творческую интеллигенцию, в Томске жили и работали многие замечательные деятели науки, культуры, искусства. На рубеже XIX и XX вв. в Томске формировалась прослойка интеллектуальной элиты, настроенной оппозиционно по отношению к царскому правительству. В начале XX в. он стал одним из центров либерализма и Сибирского областничества. Вместе с тем в общественных настроениях горожан нарастала полярность, классовая нетерпимость, появилось стремление к отстаиванию своих прав и интересов в борьбе. Рабочее движение, демонстрации студентов, подпольные кружки, затем политические партии – все это определяло бурную общественно-политическую жизнь Томска.

События революции 1917 г. внесли серьезные перемены в жизнь города: вышли из подполья политические партии, началось создание профсоюзов, возникли и действовали новые органы управления – Комитет общественного порядка и безопасности, губернское народное собрание, затем – Совет рабочих и солдатских депутатов. Томск стал центром общественно-политического развития обширного региона, здесь собирались и работали съезды, конференции, совещания многих только что созданных политических, общественных, культурно-просветительных объединений. Стремительное ухудшение жизни горожан, продовольственный кризис, начавшийся осенью 1917 г., способствовали перемене в политических симпатиях томичей – на выборах в городскую думу они предпочли кадетам представителей социалистических партий. Однако власть большевиков была установлена в Томске только в декабре 1917 г. Томск стал центром собирания антисоветских сил Сибири, а в июне 1918 г. – резиденцией Западно-Сибирского комиссариата Временного Сибирского правительства. До конца 1919 г. Томск служил местом формирования и обучения частей Белой армии, местом дислокации военных госпиталей. Томская интеллигенция и буржуазные слои населения поддерживали белое движение, однако летом 1919 г. произошел перелом в настроениях: антидемократическая репрессивная политика правительства Колчака оттолкнула многих от сотрудничества с ним.

В декабре 1919 г. в Томске была восстановлена советская власть, развернулись преобразования в области управления, экономики, общественной жизни, культуры города на социалистических началах. Будучи до 1925 г. центром губернии, в 1925–1930 гг. – центром округа, Томск затем утратил административное значение, лишь в 1944 г. он вновь стал центром Томской области, по размеру далеко уступавшей бывшей губернии. В 1929 г. в Томске восстановилась дореволюционная численность населения. Оказавшись на обочине индустриализации, город практически не рос в промышленном отношении, однако высшее образование продолжало развиваться. В 1930 г. на базе механического и паровозного факультетов Томского технологического института был открыт Сибирский институт транспорта, который в 1932 г. разделился на три вуза. Один из них, оставшийся в Томске, стал Томским электромеханическим институтом инженеров железнодорожного транспорта (ТЭМИИТ), который в 1961–1962 гг. был переведен в Омск. В 1931 г. на базе медицинского факультета ТГУ был создан Томский медицинский институт, преобразованный в 1992 г. в Сибирский государственный медицинский университет.

Долгое время Томск оставался городом ВУЗов, однако это не обеспечивало ни самим учебным заведениям, ни городу в целом сносного существования. Материальные трудности жизни усугублялись правительственной политикой. Репрессии против горожан, начавшиеся сразу же после установления советской власти, нанесли городу невосполнимый урон. Тем не менее, в годы Великой Отечественной войны Томск смог принять и разместить до 50 тыс. человек, эвакуированных из районов военных действий, несколько десятков промышленных предприятий, учебных, научных и культурных учреждений. Как в Гражданскую войну, здесь работало множество госпиталей, из города на фронт отправилось несколько крупных воинских формирований. В годы войны ярко проявились чувства патриотизма, самоотверженности томичей во имя победы над врагом. После яростного ниспровержения религии, закрытия и разрушения в течение 1930-х годов почти всех томских храмов в годы войны и после нее были открыты Троицкая и Петропавловская церкви.

После войны в Томске возростала численность населения, достигшая к середине 1980-х годов 500 тыс. человек. Возобновились строительные и благоустроительные работы, город менял свой внешний облик, расширялся и рос, однако недостаток внутригородских коммуникаций сдерживал этот рост. В 1932 г. в Томске начались регулярные радио-, в 1955 г. – телевизионные передачи, а в 1996 г. появилась сотовая радиосвязь.

В 1952 г. был открыт Томский инженерно-строительный институт (ныне – государственный архитектурно-строительный университет), а в 1962 г. – Томский институт радиоэлектроники и электронной техники (ныне – государственный университет систем управления и радиоэлектроники). В городе развивалась крупная промышленность, многие предприятия выступали составной частью российского военно-промышленного комплекса. На его обслуживание была ориентирована и наука, в т.ч. открывшийся здесь в 1970-х годах Томский научный центр Сибирского отделения АН СССР. Ослабление государственной поддержки, ставшее заметным в конце 1980-х годов, ввергли промышленность и научно-образовательный комплекс Томска в глубочайший кризис, поиски выхода из которого приносят переменный успех. В течение 1990-х годов в Томске изменилась система управления, были ликвидированы органы партийно-советской власти и действуют новые демократически избранные органы управления. Появились новые формы собственности: акционерные и частные предприятия в сфере промышленности, торговли, транспорта и т.д.

Особый интерес представляет для нас развитие в Томске радиовещания и телевидения [1].

1.2 Развитие в Томске радиовещания и телевидения

Первые опыты **радиовещания** в Томске относятся к февралю 1919 г., когда в помещении Пироговского начального училища открылась радиошкола, готовящая специалистов для Белой армии. В начале 1920 г. в Томске возникло радиоформирование Красной армии, в котором работал один из организаторов радиофизических исследований в Томске А.Б. Сапожников. В 1921 г. студент-радиолобитель А.С. Балакшин самостоятельно соорудил детекторный приемник и принимал радиовещание, а с помощью искрового передатчика посылал в эфир свои радиопозывные. В 1925 г. в ТГУ была открыта первая в Сибири радиолaborатория и коротковолновая радиостанция под руководством В.Д. Кузнецова – будущего первого директора Сибирского физико-технического института (СФТИ), организованного в Томске в 1928 г. Радиостанция принимала сигналы первой в стране Нижегородской радиолaborатории. В феврале 1927 г. состоялось торжественное открытие (слушание) радиогромкоговорителя в Красном уголке союза работников искусства (ныне –

кинотеатр им. Горького). В марте 1927 г. во Дворце труда на ул. Набережная Ушайки была устроена первая в городе приемная радиостанция. Через радиорупор, установленный на улице, прохожие слушали выступления делегатов проходившего тогда в Новосибирске 3-го окружного съезда Советов. В том же году появились радиоустановки в клубах и «красных уголках» некоторых промышленных предприятий, которые принимали сигналы Новосибирской приемно-передающей станции: официальную информацию и циркуляры, а также музыкальные концерты. В мае 1928 г. состоялась опытная радиопередача Томской широкоэвещательной станции, установленной в здании бывшего женского Иоанно-Предтеченского монастыря.

В августе 1932 г. был открыт Томский радиотрансляционный узел на 1 тысячу радиоточек, радиовещание велось из Новосибирска, с 1933 г. – из Москвы. К 1 января 1992 г. количество радиоточек в Томске и Томской области достигло рекорда – 486 тыс., на 1 января 2003 работало 144,5 тыс. радиоточек. Радиовещание осуществлялось по проводным радиотрансляционным сетям и через длинноволновую радиостанцию РВ-76, расположенную в Новосибирской области. С мая 1982 г. радиопередачи из Томска транслируются через самую мощную в регионе радиостанцию на волне 1734 м, прием радиопередач стал возможен не только на всей территории Томской области, но и по всей Сибири.

Радиовещание в Томске осуществляет государственная телерадиокомпания «Томск» на канале «Радио России» в установленное лицензией время утром, днем и вечером, в среднем 3,2 ч. в сутки. Томская радиостудия длительное время размещалась в здании по пер. Батенькова, 3. С сентября 1987 г. радиовещание в Томске осуществляется из специально построенного Дома радио на ул. Пушкина, 19. С конца 2000 г. осуществляет вещание «Радио "Планета – Томск"» государственной телерадиокомпания «Томск». С 29.12.2001 г. вещание «Радио "Планета – Томск"» осуществляется круглосуточно. Мощность передатчика составляет 1 кВт.

Телевидение – область науки, техники и культуры, которая занимается передачей и приемом на расстоянии зрительной информации. Первый опыт приема в Томске изображения из Москвы на основе механического телевидения на 30 строк осуществил научный сотрудник СФТИ В.Г. Денисов в 1931 г.

В 1951 г. по инициативе ректора ТПИ профессора А. А. Воробьева сотрудники ТПИ А.А. Бакакин и Е.Н. Силов ознакомились с аппаратурой четвертого в СССР (после Москвы, Ленинграда и Киева) Харьковского телецентра и приступили к созданию собственного. 25 декабря 1952 г. была принята первая телепередача киножурнала со звуковым сопровождением любительского телецентра ТПИ, построенного под руководством инженера В.С. Мелихова. Для приема использовался самодельный телевизор на основе осциллографической трубки. Были начаты опытные передачи электронного телевидения. Аппаратура телецентра ТПИ в 1953 г. во вновь организованной лаборатории телевидения была усовершенствована до соответствия госстандарту (625 строк), и в 1953 – 1955 гг. проводились регулярные телевизионные передачи кинофильмов со звуковым сопровождением.

В начале 1954 г. Томский обком КПСС принял решение о строительстве в Томске государственного телецентра, приурочив его создание к 350-летию города. Здание томского телецентра на ул. Красного пожарника (ныне Яковлева), 5 было построено в мае 1955 г. Телевизионное оборудование было разработано и изготовлено в лаборатории телевидения ТПИ под руководством кандидата технических наук В.С. Мелихова. 30 апреля 1955 г. Томский телецентр впервые показал томским зрителям художественный кинофильм (фильм «Верные друзья»). 16 июля 1955 г. государственная комиссия составила акт приемки в эксплуатацию 1-й очереди Томского телевизионного центра. Принято было 3-этажное здание, в котором размещались студия площадью 62,2 кв. м, аппаратная – 37,4 кв. м, кинопроекционная – 29,8 кв. м, просмотровый зал – 36 кв. м. На пятом этаже водонапорной башни городского водопровода разместились телевизионные передатчики. Мощность телевизионного передатчика составляла 600 Вт, мощность передатчика звукового сопровождения – 170 Вт. Передающая антенна была установлена на крыше водонапорной башни. Общая высота составила 50,25 м. Прием телепередач осуществлялся на расстоянии 50 – 60 км от передатчиков.

Томский телецентр был пятым в СССР и первым за Уралом. Первым директором Томского телецентра был в 1955–1956 гг. А.А. Бакакин. В июле 1956 г. Томский телевизионный центр был объединен с областным радиоцентром в Томский областной радиоцентр (с 1969 г. – радиотелецентр) во главе с А.А. Бакакиным. Первым директором Томской студии телевидения в 1955 – 1961 гг. был Г.А. Ельцов. Сначала в эфир выходили только кинофильмы. 1 октября 1955 г. были введены в эксплуатацию 2 студийные камеры, привезенные из Москвы, и вышла первая студийная

телепередача: профессор И.М. Разгон рассказывал о Кремле. В тот же день вышел первый номер печатной программы Томской студии телевидения.

Передающие трубки студийных камер имели очень низкую чувствительность, поэтому необходимо было иметь освещенность передаваемых сцен в студии не менее 1000 лк. Для создания столь высокой освещенности в студии были установлены светильники (прожектора) мощностью по 10000 Вт. 7 мая 1958 г. сотрудники лаборатории телевидения и кафедры радиопередающих устройств ТПИ ввели в эксплуатацию новый комплект оборудования аппаратно-студийного комплекса телецентра. Тогда же была введена в эксплуатацию новая телестудия площадью 220 кв.м. Первоначальное оборудование Томского телецентра работало до 16 декабря 1966 г., после чего оно было заменено серийно выпускавшимся оборудованием типа «Район». Телевизионные передатчики местного изготовления были сняты с эксплуатации лишь 1 января 1969 г. после завершения строительства нового передающего комплекса с башней высотой 180 м. В июле 1967 г. в Томске была впервые принята телепередача из Москвы с помощью космического спутника и через ретранслятор в Анжеро-Судженске, передачу сигналов с которого осуществил инженер Томского телецентра Н.И. Побережный.

С 31.12.1969 г. трансляция телепередач из Москвы стала регулярной. Вначале все телепередачи шли только со студии, в ноябре 1972 г. появилась возможность проводить внестудийные передачи с использованием передвижной телевизионной станции. С 28.04.1973 г. в работе стал использоваться видеомагнитофон, а до этого все телепередачи шли в эфир без записи, «живыми». Монтаж видеозаписи телепередач стал осуществляться после ввода в работу второго видеомагнитофона в январе 1975 г. С 01.05.1978 г. телевидение в Томске стало цветным. В апреле 1988 г. был введен в работу комплект носимой тележурналистской техники с видеомагнитофоном, и с 01.01.1989 г. подготовка материалов для телепередач на киноленте была полностью прекращена.

В 1992 г. на базе упраздненного комитета по телевидению и радиовещанию Томского облисполкома и подведомственного ему радиотелецентра была создана Томская государственная телевизионная и радиовещательная компания, которую возглавил И.К. Подковка. В феврале 1993 г. по субботам начались еженедельные телепередачи «Губернские новости» с участием телерадиокомпаний Новосибирска, Кемерово, Барнаула и Томска. С 1997 г. на Томском телецентре работает государственная телерадиокомпания «Томск» (ген. директор – Л.К. Кашковская). Кроме того, томские телезрители имеют возможность принимать через эфир еще до 10 телепрограмм.

Значительную роль в развитии телевидения, радиовещания, автоматизированных систем управления, радиоэлектроники и электронной техники в Томске и других регионах Сибири, Дальнем Востоке, Казахстане, Киргизии и Узбекистане сыграли сотрудники и выпускники Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР).

1.3 Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

ТУСУР [2] был открыт в 1962 г. на базе радиотехнического факультета ТПИ как Томский институт радиоэлектроники и электронной техники (ТИРЕТ) в составе трех факультетов очной формы обучения (радиотехнического, электронной техники, радиоуправления) и факультета вечернего и заочного обучения. Первым ректором стал доцент Г.С. Зубарев, руководивший институтом с 1962 по 1972 гг.

В первое десятилетие процент преподавателей с учеными степенями и званиями вырос с 13,7 до 35,6, а объем научно-исследовательской работы – с 235 000 до 2523 000 руб., было подготовлено 105 кандидатов и 4 доктора наук, выпущено около 5 тысяч инженеров, построены основные учебные корпуса и студенческие общежития. Большой вклад в становление института, организацию учебного процесса и развитие научных исследований внесли проректоры Г.И. Левашкин, В.М. Новицкий, В.С. Мелихов, А.В. Астафуров, деканы факультетов И.Н. Пустынский, И.В. Шипунов, А.П. Ташкун, И.М. Брестовицкий, заведующие кафедрами Е.С. Коваленко, Г.С. Шарыгин, Д.А. Носков, П.П. Болтрукевич, А.М. Трубицын, В.Г. Столярчук, Е.Н. Силов, Г.М. Иванов, А.И. Иванов, Л.И. Магазинников и др. Именно в то время были заложены основы научных школ: телевизионных устройств профессора И.Н. Пустынского, радиотехнических систем и распространения радиоволн профессора Г.С. Шарыгина, квантовой радиоэлектроники и акустооптоэлектроники профессора Е.С. Коваленко, физики диэлектриков профессора Г.А. Воробьева, поляризационной радиолокации профессора В.Н. Татарина, автоматизации систем управления профессора Ф.И. Перегудова,

корреляционно-экстремальных систем профессора В.П. Тарасенко, импульсно-модуляционных преобразовательных систем профессора А.В. Кобзева и др.

В связи с необходимостью расширения подготовки специалистов в области управления ТИРиЭТ в 1971 г. был реорганизован в Томский институт автоматизированных систем управления и радиоэлектроники (ТИАСУР). Были открыты новые специальности и факультеты, в т.ч. факультет систем управления (1973 г.), факультет вычислительных систем (1989 г.). С 1972 по 1981гг. ректором ТИАСУРа был профессор И.П. Чучалин. В 1972 г. в ТИАСУР из ТПИ был переведен НИИ автоматики и электромеханики. Под руководством директора НИИ профессора Ф. И. Перегудова (в 1981–1984 гг. он был ректором ТИАСУРа) в институте велись исследования и опытно-конструкторские работы по созданию автоматизированных систем управления (АСУ) территориально-хозяйственными комплексами, НИИ стал головной организацией по созданию АСУ Томской области. В 1978 г. впервые в СССР по выделенным каналам связи был произведен обмен информацией между ЭВМ, установленными в Томске, Ташкенте, Москве и Киеве. За цикл выполненных исследований и практических разработок в этой области В.Г. Садков стал лауреатом премии Ленинского комсомола (1979 г.), а Ф.И. Перегудов и В.Л. Пономаренко – лауреатами премии Совета министров СССР (1983 г.).

В 1984 г. ректором ТИАСУРа стал профессор И.Н. Пустынский, руководивший институтом до 1999 г. Ряд научных исследований, которые велись учеными ТИАСУРа, были отмечены государственными наградами и премиями. В 1984 г. вуз получил диплом (№ 176) на открытие «Явление взрывной электронной эмиссии», сделанное в составе группы ученых С.П. Бугаевым, Г.А. Месяцем, Д.И. Проскуровским, работавшими в свое время профессорами ТУСУРа. В 1988 г. профессор В.А. Груздев, старший научный сотрудник Н.Г. Ремпе и другие были удостоены Государственной премии РСФСР за разработку и внедрение в промышленность технологических электронно-лучевых систем с плазменным эмиттером. В 1993 г. Государственная премия РФ была присуждена в составе группы ученых профессору В.П. Тарасенко и доктору технических наук В.И. Алексееву за цикл работ, связанных с созданием корреляционно-экстремальных систем навигации. В 1993 г. ТИАСУР с учетом итогов его аттестации преобразован в Томскую государственную академию систем управления и радиоэлектроники (ТАСУР).

Благодаря интенсивной работе руководства ТАСУР за 1993–1997 гг. удалось почти в 2 раза увеличить номенклатуру специальностей по подготовке инженерных кадров, а также довести число штатных докторов наук, профессоров с 28 до 45 человек. В 1997 г. вуз был переименован в Томский государственный университет систем управления и электроники (ТУСУР).

За все время существования вуза в нем подготовлено более 24 тысяч инженеров, более 60 докторов и около 600 кандидатов наук. В 1998 г. на базе открытого в 1991 г. гуманитарного отделения был организован гуманитарный факультет, в 2000 г. – экономический факультет и отделение фундаментального образования. В конце 1999 г. ректором ТУСУРа избран профессор А.В. Кобзев. Основные направления деятельности вуза под руководством ректора возглавляют 7 проректоров: первый проректор – профессор Ю.А. Шурыгин, проректор по учебной работе – доцент М.Т. Решетников, проректор по научной работе – профессор В.Н. Ильющенко, проректор по информатизации – профессор Ю.П. Ехлаков, проректор по экономике – доцент А.Ф. Уваров, проректор по административно-хозяйственной работе – доцент О.Е. Троян, проректор по режиму и безопасности – инженер П.В. Долгополов. На 29 кафедрах ТУСУРа работают около 460 штатных преподавателей, в т.ч. более 60 докторов и около 210 кандидатов наук. На 7 факультетах очного обучения и факультете вечернего и заочного обучения по 34 специальностям и 4 направлениям высшего профессионального образования обучается около 16000 студентов.

Факультеты университета возглавляют: радиотехнический (РТФ) – профессор Л.А. Боков, электронной техники (ФЭТ) – доцент В.М. Герасимов, радиоконструкторский (РКФ) – доцент О.Е. Троян, систем управления (ФСУ) – профессор Н.В. Замятин, вычислительных систем (ФВС) – доцент В.В. Гришаев, гуманитарный (ГФ) – доцент Т.И. Сулова, экономический (ЭФ) – профессор А.Г. Буймов, вечерний и заочный – доцент В.А. Абрамец.

Динамика изменения численности студентов и штатного профессорско-преподавательского состава в 1962–2004 гг. приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика изменения численности студентов и преподавателей

Года	196	197	198	199	200	200
Контингент	2	2	2	2	0	4

Численность студентов всего,	227 8	429 9	448 1	408 1	1105 1	1600 0
из них на платной основе	0	0	0	105	7301	1140 0
Численность штатных преподавателей всего,	131	295	364	404	419	462
из них: докторов наук, профессоров	0	4	10	26	48	67
кандидатов наук, доцентов	18	90	166	202	214	205

В составе ТУСУРа 5 научно-исследовательских институтов (автоматики и электромеханики; электронных систем; систем электросвязи; радиотехнических систем; электронного технологического оборудования и систем связи), 2 конструкторских бюро («Озон» и «Радар»), 21 студенческое КБ, 14 филиалов, межвузовский центр дистанционного обучения, Сибирский филиал международного исследовательского центра телекоммуникаций, излучения и радиолокации Дельфтского университета (Нидерланды). На базе ТУСУРа функционируют Сибирская академия последиplomного образования, Томский филиал Международной инженерной академии, Томский научный центр Сибирского отделения Академии инженерных наук РФ, Сибирское отделение Международной академии наук высшей школы и Академии наук высшей школы России (САН ВШ) и т.д. ТУСУР является одним из учредителей Русско-американских и Русско-немецких центров по подготовке специалистов при ТПУ.

Студенты специальностей «Бытовая радиоэлектронная аппаратура» (БРЭА) и «Аудиовизуальная техника» (АВТ) являются студентами РТФ, который был открыт еще в ТПИ и явился основой создания в 1962 г. ТИРиЭТа (ныне ТУСУР).

1.4 Радиотехнический факультет

Радиотехнический факультет (РТФ) был открыт в соответствии с приказом Министра высшего образования СССР в ТПИ с 1 октября 1950 г. Его первым деканом стал доцент В.Н. Титов [2]. В состав РТФ вошли кафедры «Радиотехника» и «Электровacuумная техника», профилирующие одноимённые специальности. Работу РТФ в ТПИ после В.Н. Титова возглавляли Н.В. Лисецкий (1951–1953), Б.В. Извозчиков (1953–1955), И.И. Каляцкий (1955–1958), Г.С. Зубарев (1958–1961), Е.И. Фиалко (1961–1962). В ТУСУРе деканами РТФ были И.Н. Пустынский (1962–1963), Л.П. Серафинович (1963–1967), В.Ф. Волков (1967–1970), Б.Л. Агранович (1970–1975), А.И. Силютин (1975–1980), Е.С. Коваленко (1980–1985), Г.С. Шарыгин (1985–1990), В.П. Денисов (1990–2001). В 2001 году деканом РТФ избран Л.А. Боков.

За прошедшую, уже более чем полувековую, историю на РТФ подготовлено около 8000 дипломированных специалистов. Сегодня на РТФ обучаются более 2500 студентов.

До перевода в 1962 г. РТФ в ТИРиЭТ факультет готовил инженеров по специальностям «Радиотехника», «Конструирование и технология производства радиоаппаратуры», «Электронные приборы», «Промышленная электроника», «Диэлектрики и полупроводники» и в его состав входили кафедры теоретических основ радиотехники, радиопередающих устройств, радиоприёмных устройств, электронных приборов, диэлектриков и полупроводников. В настоящее время на РТФ шесть профилирующих кафедр: теоретических основ радиотехники (ТОР), телевидения и управления (ТУ), радиоэлектроники и защиты информации (РЗИ), радиотехнических систем (РТС), сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧ и КР), средств радиосвязи (СРС). Их возглавляют профессора В.А. Пуговкин (ТОР), И.Н. Пустынский (ТУ), В.Н. Ильюшенко (РЗИ), Г.С. Шарыгин (РТС), С.Н. Шарангович (СВЧ и КР) и С.В. Мелихов (СРС). Кафедры являются профилирующими соответственно по следующим специальностям: «Радиосвязь, радиовещание и

телевидение»; «Бытовая радиоэлектронная аппаратура» (БРЭА), «Аудиовизуальная техника» (АВТ), «Антикризисное управление» и «Сервис» (специализация – «сервис электронных систем безопасности»); «Радиотехника», «Организация и технология защиты информации» и «Комплексная защита объектов информатизации»; «Радиоэлектронные системы», «Защищенные системы связи» и «Информационная безопасность телекоммуникационных систем»; «Физика и техника оптической связи», «Средства связи с подвижными объектами».

Преподавание обеспечивает высококвалифицированный коллектив сотрудников факультета, в составе которого 6 действительных членов и членов-корреспондентов общественных академий наук, 2 заслуженных деятеля науки и техники России, 16 докторов и почти 70 кандидатов наук. Учебный процесс нацелен на широкое использование вычислительной техники, знакомство с информационными технологиями, знание алгоритмических языков программирования. Педагогические и научные кадры факультет готовит через аспирантуру и докторантуру.

Учебная деятельность кафедр тесно связана с научными исследованиями. На факультете работают 2 НИИ (РТС, электронных систем), 15 научных лабораторий, 2 научно-исследовательских полигона, 3 студенческих конструкторских бюро («Экран» на кафедре ТУ, «Маяк» на РЗИ, «Волна» на РТС), 11 компьютерных классов, имеющих выход в Интернет.

Сотрудники факультета принимают активное участие в международных конференциях ряда стран (Франция, Италия, Голландия, США), сотрудничают с вузами этих стран, а также с учебными заведениями Китая, Кореи, Ирана.

Выпускники факультета работают преподавателями вузов, сотрудниками научных учреждений, вычислительных центров, конструкторских бюро, руководителями промышленных предприятий, концернов, фирм.

Профилирующей кафедрой по специальностям БРЭА и АВТ является кафедра ТУ, которая до 1999 г. называлась кафедрой телевизионных устройств, а до 1973 г. – кафедрой радиопередающих устройств (РПУ). Она была организована 1 сентября 1955 г. в составе РТФ ТПИ. На кафедре сначала работали всего 5 человек: В.С. Мелихов, к.т.н., зав. кафедрой (1955–1961гг.), В.И. Борисов, ст. преподаватель, В.Ф. Волков, ассистент, В.Н. Лютер, ст. лаборант и К.Д. Деев, лаборант.

Кафедра обеспечивала курсы: «Радиотехнические устройства», «Основы телевидения», «Антенно-фидерные устройства» и «Распространение радиоволн». При кафедре функционировала лаборатория телевидения, в которой было 23 сотрудника научно-исследовательского сектора ТПИ. Она занималась разработкой и изготовлением телевизионных центров.

За семь лет с 1955 по 1962 гг. на кафедре под научным руководством доцента В.С. Мелихова было разработано, изготовлено и сдано в эксплуатацию 10 телевизионных центров в городах: Томске и Барнауле (1955 г.), Бийске (1956 г.), Рубцовске (1957 г.), Абакане (1958 г.), Усть-Каменогорске (1959 г.), Актюбинске (1960 г.), Ухте и Кустанае (1961 г.), Чимкенте (1962 г.).

Благодаря сотрудникам кафедры и лаборатории телевидения Томск стал первым городом в Сибири и пятым в СССР (после Москвы, Ленинграда, Киева и Харькова), в котором было организовано телевизионное вещание.

Научно-исследовательские работы по телевизионной тематике (в части разработки малогабаритных телевизионных установок), начиная с 1957 г., проводились и на кафедре теоретических основ радиотехники группой в составе И.Н. Пустынского, студентов, а затем инженеров Ю.Н. Жукова, И.В. Майорова, Г.И. Малышева, Ф.М. Усольцева и В.С. Чернышева. До 1961 г. они разработали первые в Советском Союзе и самые малогабаритные в мире телевизионные установки на полупроводниковых приборах (ПТУ-П1, МПТУ-2 и ПТУ-Т3).

В 1961 г. с целью концентрации усилий в научно-исследовательской работе по телевизионной тематике эта группа была переведена на кафедру РПУ, основным научным направлением которой впоследствии стали исследования в области прикладного телевидения и только что зародившейся новой области – телевизионной автоматики. Заведующим кафедрой РПУ в сентябре 1961 г. был назначен, а затем избран к.т.н. И.Н. Пустынский, который продолжает ею руководить и в настоящее время.

В 1962 г. кафедра РПУ в составе РТФ была переведена во вновь организованный ТИРиЭТ. На кафедре осваивались новые учебные дисциплины, выполнялся вплоть до 1990 г. большой объем НИР по телевизионной тематике (до 500 тыс. руб. в год, что эквивалентно в настоящее время примерно 20 млн. руб.), готовились научно-педагогические кадры высшей квалификации через аспирантуру (до 4-х кандидатов наук в год). Первая докторская диссертация в ТИРиЭТ была подготовлена на этой кафедре и защищена И.Н. Пустынским в декабре 1969 г.

В 1968 г. в вузе была открыта первая проблемная научно-исследовательская лаборатория радиотехнических систем и телевизионной автоматики (РТС и ТА), один из секторов которой (сектор ТА) организован при кафедре ТУ. В 1986 г. при кафедре ТУ открыта отраслевая лаборатория Минприбора СССР «Системы командно-управляемого оборудования», функционировавшая до 1991 г.

В 1973 г. для укрепления вновь организованного в институте факультета систем управления (ФСУ) на него была переведена кафедра ТУ, которая обеспечивала специализацию «Проектирование и эксплуатация систем и средств сбора, передачи и отображения информации» специальности «Автоматизированные системы управления». Одновременно кафедра обеспечивала и специализацию по бытовой радиоэлектронной и телевизионно-измерительной технике на РТФ. После завершения этапа становления ФСУ кафедра ТУ возвращается на РТФ (1985 г.).

В 1990-х годах кафедра ТУ становится профилирующей по вновь открытым специальностям: «Бытовая радиоэлектронная аппаратура (БРЭА)» (с 1995 г.), «Сервис БРЭА» (с 1995 до 2000 гг.), «Аудиовизуальная техника» (с 1997 г.), «Антикризисное управление» (с 1999 г.) и «Сервис» со специализацией – «Сервис электронных систем безопасности» (с 2001 г.).

В настоящее время кафедра обеспечивает следующие основные курсы: «Устройства генерирования и формирования радиосигналов», «Основы телевидения», «Телевизионные системы и устройства», «Информатика», «Цифровая обработка сигналов», «Цифровые и микропроцессорные устройства», «Устройства записи и воспроизведения аудио- и видеосигналов», «Интегрированные системы безопасности», «Экономическая безопасность», «Теория антикризисного управления предприятием», «Управление персоналом», «Теория и практика оценочной деятельности», «Основы бизнеса», «Финансы предприятия», «Финансовый менеджмент», «Банковское дело», «Теоретические основы реструктуризации», «Информационные технологии в антикризисном управлении», «Сервисология» и др. Кафедра имеет в своем составе пять учебных лабораторий, три компьютерных класса и две научные лаборатории.

С 1998 г. по 2002 г. при кафедре функционировала учебная студия – студия ТВ-ТУСУР, которая ежедневно «выходила» в городской эфир.

На кафедре работают 54 человека (в 1970-х – 1980-х годах эта цифра доходила до 110), в том числе 22 преподавателя, из которых 3 доктора наук и 17 кандидатов наук, заслуженный деятель науки и техники России, действительный член Международной академии наук высшей школы (МАН ВШ), АН ВШ РФ и Академии инженерных наук РФ (АИН РФ) (И.Н. Пустынский), два действительных члена АИН РФ (М.С. Ройтман и А.М. Семиглазов) и обучаются два докторанта и два аспиранта.

Научная тематика кафедры в настоящее время связана с созданием программных и технических средств телевизионно-вычислительной автоматики для различных комплексов, систем астроориентации и наведения, систем безопасности и контроля, анализа изображения радужной оболочки и кровеносных сосудов глаза для диагностических и других целей, а также с созданием и совершенствованием систем «Телетекст» и «Интернет- телевидение» и с исследованиями интеллектуальных ресурсов (научные руководители основных работ М.И. Курячий и И.Н. Пустынский).

В течение сорока девяти лет сотрудниками кафедры создано и переработано более 170 лабораторных работ и описаний к ним, освоено 59 новых лекционных курсов, разработано и изготовлено 10 телевизионных центров, 11 телевизионных установок для промышленных предприятий и научных организаций и более 50 устройств и систем в области телевизионно-вычислительной автоматики различного назначения, в том числе для астроориентации космических кораблей типа «Союз». Пять разработок внедрены в серийное производство.

Результаты научных исследований кафедры опубликованы в 10 монографиях, 32-х учебных пособиях, в том числе в первом учебном пособии в ТУСУРе с грифом Госкомвуза РФ («Измерительное телевидение»), в 11 сборниках научных трудов, в 560 статьях и 480 докладах конференций и изложены в 122 научных отчетах.

Кафедра поддерживает творческие связи с НИИ телевидения, НПО «Молния», «Комета», «Геофизика», «Астрофизика», ОКБ МЭИ, МИИГАИК, МИФИ, МЭСИ, ЛЭТИ, ЛЭИС и другими центрами России, а также с рядом организаций, фирм и вузов Словении, Финляндии, Швейцарии и стран СНГ.

Сотрудниками кафедры защищено 4 докторских и 49 кандидатских диссертаций, получено 254 авторских свидетельства на изобретения и патентов, 12 медалей и 11 дипломов ВДНХ и других межрегиональных и международных выставок.

Большой вклад в становление и развитие кафедры ТУ внесли заведующие кафедрой В.С. Мелихов и И.Н. Пустынский, доценты В.И. Борисов, В.Ф. Волков, А.Д. Бордус, Т.Р. Газизов, А.Н. Дементьев, А.Г. Ильин, В.М. Ицкович, Г.Д. Казанцев, Ю.Р. Кирпиченко, В.И. Ковалёнок, В.Ф. Коновалов, А.Г. Костевич, В.А. Кормилин, М.И. Курячий, Ю.В. Мартышевский, В.А. Потехин, С.М. Слободян, А.П. Ташкун, Л.П. Турченков, В.С. Чернышёв, В.А. Шалимов, зав. лабораторией К.Д. Деев, ведущий инженер Н.И. Мищенко, лаборанты В.И. Коновалова, Л.Г. Хромова, М.П. Юрова и др.

Кафедра гордится такими выпускниками и её бывшими сотрудниками, как ректор ОмГТУ, заслуженный изобретатель РСФСР, д.т.н., профессор Н.С. Жилин, бывшие зам. главы администрации Томской области А.Я. Петров и руководитель межрегионального территориального органа Федеральной службы России по финансовому оздоровлению Ю.П. Парыгин, а также директор Амурского филиала ОАО «Дальсвязь» В.Ф. Утоплов и др.

1.5 Вопросы для самопроверки

1. Когда, зачем и по чьему повелению был основан город Томск?
2. Какие группы населения проживали в Томске в XVIII веке?
3. В каком веке в Томске появилась первая библиотека и открылась первая школа?
4. Какие и когда открывались высшие учебные заведения в Томске?
5. Когда в Томске начались регулярные радиопередачи?
6. Когда и кем в Томске был осуществлен первый прием из Москвы телевизионного изображения?
7. Где и когда был сдан в эксплуатацию первый в азиатской части СССР телевизионный центр?
8. Когда, на какой базе и в составе каких факультетов был открыт ТУСУР?
9. Кто возглавлял ТУСУР и радиотехнический факультет в разные годы?
10. С созданием каких средств связана тематика научных исследований кафедры телевидения и управления ТУСУРа?

2 Бытовая радиоэлектронная аппаратура

2.1 Краткая история развития радиоэлектроники

Степень развития общества во многом определяется состоянием радиоэлектроники, связи и вычислительной техники. Без них нельзя представить не только промышленность, науку, культуру, медицину, сельское хозяйство, оборону, но и быт человека. Количество произведенных в мире бытовых радиоэлектронных аппаратов сравнимо с числом жителей на планете. И это притом, что радиоэлектроника, связь и вычислительная техника развивались в основном в последние 50 лет, многие виды бытовых аппаратов появились в последнее десятилетие, а некоторые – буквально в последние годы.

Бытовой радиоэлектронный аппарат является радиоэлектронным устройством, применяемым в быту для выполнения одной или нескольких функций приёма, обработки, синтеза, записи, усиления и воспроизведения радиовещательных и телевизионных программ, программ проводного вещания, видеофонограмм, других информационных программ, а также специальных сигналов. Совокупность бытовых радиоэлектронных аппаратов называется *бытовой радиоэлектронной аппаратурой* (БРЭА). Она является в основном окончательным звеном системы передачи электрических сигналов – электросвязи, одной из важнейших областей техники. Электросвязь является мощным инструментом экономического развития. Поэтому в странах с развитой экономикой она отнесена к хозяйственно-стратегическим приоритетам, с которыми сопряжены настоящее и будущее развитие государства. Современное общество не может эффективно функционировать без хорошо развитой электросвязи.

Электросвязь обеспечивает излучение, передачу и приём знаков, письменного текста, изображений и звуков, сообщений и сигналов любого рода по проводам, радио, оптическим или другим электромагнитным системам. В электросвязи оперируют с электрическим сигналом, поэтому для передачи сообщений (речи, музыки, текстов, документов, изображений подвижных и неподвижных объектов) на расстояние (или для записи на магнитную ленту, оптический диск) их необходимо преобразовать в электрические сигналы, т.е. в электромагнитные колебания от самых низких частот до частот оптического диапазона.

Датой изобретения радио принято считать 7 мая 1895 года, когда Александр Степанович Попов выступил с публичным докладом «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям» и демонстрацией грозоотметчика на заседании физического отделения Русского физико-химического общества. В марте 1896 года он выступил там же и наглядно продемонстрировал передачу сигналов без проводов на расстоянии 250 м, передав первую в мире радиogramму, состоящую из двух слов «Генрих Герц» [3]. Но А.С. Попов не запатентовал свое изобретение, и это позволило итальянцу Г. Маркони получить в Англии патент на беспроволочный телеграф и создать компанию по разработке и выпуску систем связи. Заслуги А.С. Попова в изобретении радио официально были отмечены в 1900 году присуждением ему почётного диплома и золотой медали на 4-ом Всемирном электротехническом конгрессе в Париже. Организованное Г. Маркони акционерное общество эффективно работало и способствовало развитию радиосвязи. За это ему и К.Ф. Брауну в 1909 году была присуждена Нобелевская премия.

После изобретения радио развитие электроники можно условно разделить на три периода:

- 1) радиотелеграфный (примерно 30 лет);
- 2) радиотехнический (около 20 лет);
- 3) собственно электроники.

С целью упрощения устройства радиоприемника и повышения его чувствительности в разных странах велись интенсивные исследования и разработки различных типов простых и надежных обнаружителей высокочастотных колебаний – детекторов. В 1904 году была построена первая двухэлектродная лампа (диод), а в 1906 году – детектор. Американским ученым Ли де Форестом в 1906 году была изобретена трехэлектродная лампа – триод.

А. Майкером в 1913 году была открыта возможность создания генераторов электромагнитных колебаний на базе триода.

Это позволило постепенно создавать все более мощные источники незатухающих электромагнитных колебаний в радиопередатчиках. В 1917 году триоды уже использовались для построения лампового регенеративного приемника. Во время первой мировой войны радиотехника становится ламповой.

Первые радиолампы в России были изготовлены Н.Д. Папалекси в 1914 году в Петербурге. Из-за отсутствия совершенной откачки они были не вакуумные, а с газом (с ртутью). В 1916 году М.А. Бонч-Бруевичем были изготовлены вакуумные приемно-усилительные лампы. В 1918 году он возглавил Нижегородскую радиолaborаторию. В 1920 году Бонч-Бруевич закончил разработку первых в мире генераторных ламп с медным анодом и водяным охлаждением до 1 кВт, а в 1923 году мощностью до 25 кВт. Увеличение мощности радиопередатчиков и чувствительности радиоприемников привело к быстрому развитию радиовещания.

В Нижегородской радиолaborатории О.В. Лосевым в 1922 году была открыта возможность генерировать и усиливать радиосигналы с помощью полупроводников и создан безламповый приемник. Но отсутствие надлежащей технологической базы не позволило распространению его изобретения.

В 1924 году была разработана экранированная лампа с двумя сетками (тетрод), а в 1930–1931 годах – пентод (лампа с тремя сетками). В 1934–1935 годах появились многосеточные лампы, что позволило упростить реализацию смесителей и частотных преобразователей. В учебнике «Основы радиотехники» М.А. Бонч-Бруевич рассматривал радиотехнику как часть электротехники и завершалось все рассмотрением вопросов радиовещания. Одновременно с радиосвязью шло развитие и по другим направлениям. В области ионных приборов, в которых используется электронный разряд в газе, в 1908 году был изобретен ртутный вентиль. Появился газотрон (1928–1929 гг.), тиратрон (1931 г.), стабилитрон, неоновые лампы. Впоследствии газотроны и тиратроны позволили приступить к электрификации железных дорог и решению других промышленных задач.

В 1904 году Х. Хюльмиер получил патент на способ обнаружения металлических объектов по отражению ими радиоволн. Это можно считать началом радиолокации. Разработки электровакуумных приборов с новым принципом управления электронным потоком – многорезонаторных магнетронов, клистронов, ламп бегущей волны – обусловили возможность использования ультракоротких волн и сравнительно быстрого развития радиолокации, радионавигации, импульсной многоканальной радиосвязи, телевидения и др.

Для решения многочисленных практических проблем потребовался значительный период общего развития радиотехники. В 1922 году американские ученые Л. Тейлор и Н. Юнг наблюдали нарушения радиосвязи при прохождении корабля между передающей и приемной радиостанциями. В 1935 году английским исследователем Р. Уотсоном-Уотом были начаты опыты по обнаружению движущихся целей, приведшие в 1938 году к созданию первых в Англии образцов радиолокационной аппаратуры. Разработка радиолокационной аппаратуры для военных целей велась интенсивно в период, предшествовавший Второй мировой войне. В Англии, США и Германии был разработан ряд РЛС. Ещё более интенсивные работы в области локации проводились во время войны.

Ещё в конце XIX века португальским ученым А. де Пайва и независимо от него русским ученым П.И. Бахметьевым был предложен принцип последовательного преобразования элементов изображения в последовательность электрических сигналов с последующей передачей этих сигналов по каналам связи в пункт приема, где осуществляют их обратные преобразования. Разработки телевизионной передающей трубки и приемной (кинескопа) позволили развернуть работы по телевидению и в СССР в 1939 году началось регулярное телевизионное вещание. До конца 1940-х годов относительно корректным было определение: «Электронная техника – наука о приборах, в которых осуществляется взаимодействие электрических зарядов с электромагнитными полями в вакууме или газе, и область техники, занимающаяся разработкой, производством и применением этих приборов» [4].

Но наряду с вакуумными и газоразрядными приборами велись интенсивные работы в области физики твердого тела и теории полупроводников. Большой вклад в развитие физики полупроводников внесла школа академика А.И. Иоффе.

В 1926 году был предложен полупроводниковый выпрямитель переменного тока на записи меди. Позднее появились выпрямители из селена и сернистой меди. В период Второй мировой войны были разработаны точечные выпрямители переменных токов СВЧ на основе германия и кремния, а позднее появились плоскостные германиевые диоды. В 1948 году американские ученые Бардин и Браттейн создали германиевый точечный триод (транзистор). Позднее был разработан кремневый точечный триод. Но низкая технологичность резко ограничивала их использование и появившийся в 1951 году плоскостной транзистор оказался намного технологичнее. В 1953 году был разработан дрейфовый транзистор и широким фронтом началось развитие твердотельной электроники. Появилось новое определение электроники: «Электроника – наука о взаимодействии электронов и ионов с электромагнитными полями и о методах создания электронных приборов и устройств (вакуумных, газоразрядных, полупроводниковых), используемых для получения, передачи, обработки и хранения информации». Но бурное развитие электроники по очень многим направлениям делает некорректным и это определение. Особенно способствовало этому процессу появление интегральных схем. Позволим себе маленькую выдержку из меморандума международного съезда инженеров электриков в 1972 году:

«Перед электронной промышленностью открываются сейчас столь фантастические и вдохновляющие перспективы, о каких не смеет и мечтать никакая другая отрасль техники».

2.2 Развитие БРЭА и средств передачи информации

Каждое из направлений развития техники передачи сообщений (телеграфия, телефония, телевидение, звуковое вещание и т.д.) и устройств для их приёма (телеграфные аппараты, телефоны, телевизоры, радиоприёмники и т.д.) имеет свою историю изобретения, создания и эксплуатации. Известны имена многих изобретателей, но в ряде случаев трудно приписать кому-либо одному первенство в изобретении тех или иных технических средств передачи и приёма сообщений. Целесообразно отметить лишь наиболее выдающиеся вехи в развитии этих областей техники [5].

В 1792 году была построена (французские изобретатели братья К. и И. Шапп) первая линия семафорной передачи сигналов, связавшая Париж и Лилль (225 км). Сигнал проходил весь путь за 2 мин. Прибор для передачи сообщений назывался «тахиграф» (буквально «скорописатель»), а позже – «телеграф». Телеграф Шаппа был широко распространен в 19 веке. В 1839–1854 годах действовала самая длинная в мире линия оптического телеграфа Петербург – Варшава (149 станций, 1200 км). По ней телеграмма, содержащая 100 сигналов-символов, передавалась за 35 мин.

Оптический телеграф различных конструкций был в эксплуатации около 60 лет, хотя из-за погодных условий не обеспечивал высокую надёжность и достоверность. Открытия в области электричества способствовали тому, что постепенно телеграф из оптического превращался в электрический. В 1832 году русский ученый П.Л. Шиллинг продемонстрировал в Петербурге первый в мире практически пригодный электромагнитный телеграф. Первые подобные линии связи обеспечивали передачу 30 слов в минуту. Существенный вклад в эту область внесли американский изобретатель С. Морзе (в 1837 году предложил код – азбуку Морзе), русский ученый Б. С. Якоби (в 1839 году предложил буквопечатающий аппарат, в 1840 году – электрохимический способ записи), английский физик Д. Юз (в 1855 разработал оригинальный вариант электромеханического буквопечатающего аппарата), немецкий электротехник и предприниматель Э. Сименс (в 1844 году усовершенствовал аппарат Б.С. Якоби), французский изобретатель Ж. Бодо (в 1874 году предложил метод передачи нескольких сигналов по одной физической линии – временное уплотнение; в честь заслуг Бодо в 1927 году его именем названа единица скорости телеграфирования – бод), итальянский физик Дж. Казелли (в 1856 году предложил способ фототелеграфирования и осуществил его в России в 1866 году на линии Петербург – Москва). В этом же году была завершена работа по прокладке первого кабеля через Атлантический океан. Впоследствии все материки были соединены несколькими подводными линиями связи, в том числе на волоконно-оптическом кабеле.

В 1876 году американский изобретатель А.Г. Белл получил патент на первый практически пригодный телефонный аппарат, а в 1878 году в Нью-Хейвене (США) была введена первая телефонная станция. В России первые городские телефонные станции появились в 1882 году в Петербурге, Москве, Одессе и Риге. Автоматическая телефонная станция (АТС) с шаговым искателем создана в 1896 году в г. Огаста (США). В 1940-х годах были созданы координатные АТС, в 1960-х – квазиэлектронные, а в 1970-х появились первые образцы электронных АТС. Изобретение усилителя электрических сигналов (в 1915 году русским инженером В.И. Коваленковым) позволило увеличить дальность телефонной связи благодаря использованию промежуточных усилителей. К 1940-м годам были разработаны высокоселективные электрические фильтры, модуляторы, что открыло путь к созданию многоканальных систем передачи с частотным разделением каналов (до 10 тысяч и более), с использованием кабельных, радиорелейных и спутниковых линий связи. В 1960-х годах появились первые цифровые многоканальные системы передачи. Номенклатура их довольно обширна: от ИКМ 15 до ИКМ 1920.

Развитие телефонии способствовало введению проводного вещания, в котором звуковые программы передаются по отдельным от телефонных проводам. Однопрограммное проводное вещание впервые было начато в Москве в 1925 году введением узла мощностью 40 Вт, обслуживавшего 50 громкоговорителей, установленных на улицах. С 1962 года внедряется 3-х программное проводное вещание, в котором две дополнительные программы передаются одновременно с первой методом амплитудной модуляции колебаний несущих с частотами 78 и 120 кГц. Ведутся опытные передачи дополнительных программ по телефонным сетям. За рубежом (Германия, Австрия, Италия, Швейцария) системы многопрограммного проводного вещания созданы в 1930-х годах по телефонным сетям.

С изобретения радио и беспроводного телеграфа началось использование электромагнитных волн все более высоких частот для передачи сообщений. Это послужило толчком для организации радиовещания и появления радиовещательных приемников – первых бытовых радиоэлектронных аппаратов. Первые радиовещательные передачи начаты в 1919–1920-х годах из Нижегородской радиолaborатории и с опытных радиовещательных станций Москвы, Казани и других городов. К этому же времени относится начало регулярных передач радиовещания в 1920 году в США и

Западной Европе, в 1922 году – в Лондоне и в 1924 году – в Москве. Регулярное вещание Московского радио на зарубежные страны началось с 1929 года на длинных, средних и коротких волнах методом амплитудной модуляции (АМ) с двумя боковыми полосами и в УКВ диапазоне методом частотной модуляции (ЧМ). В последние годы в связи с теснотой в эфире начат постепенный переход к радиовещанию с однополосной модуляцией. Ведутся исследования в области цифрового радиовещания, часть программ звукового вещания со спутников передается в цифровом виде.

В 1877–1880 годах предложены первые проекты систем механического телевидения М. Санлеком (Франция), де Пайва (Португалия) и П.И. Бахметьевым (Россия). Созданию телевидения способствовали открытия многих учёных и исследователей. А.Г. Столетов установил в 1888–1890 годах основные закономерности фотоэффекта. К. Браун (Германия) изобрел в 1897 году электронно-лучевую трубку, Ли де Форест (США) создал в 1906 году трёхэлектродную лампу, существенный вклад внесли также Дж. Берд (Англия), Ч.Ф. Дженкинс (США) и Л.С. Термен (СССР), осуществившие первые проекты систем телевидения с механической разверткой в течение 1925–1926 годов. Началом ТВ-вещания в стране по системе механического телевидения с диском Нипкова (30 строк и 125 кадров/с) считается 1931 год. Ввиду узкой полосы частот, занимаемой сигналом этой системы, сигнал передавался с помощью радиовещательных станций в диапазонах длинных и средних волн. Первые опыты по системе электронного телевидения были проведены в 1911 году русским ученым Б.Л. Розингом. Существенный вклад в становление электронного телевидения внесли также А.А. Чернышёв, Ч.Ф. Дженкинс, А.П. Константинов, С.И. Катаев, В.К. Зворыкин, П.В. Шмаков, П.В. Тимофеев и Г.В. Брауде, предложившие оригинальные проекты различных передающих трубок. Это позволило создать в 1937 году первые в стране телецентры – в Ленинграде (на 240 строк) и Москве (на 343 строки, а с 1941 г. – на 441 строку). С 1948 года начато вещание по системе электронного телевидения с разложением на 625 строк и 50 полей/с, т.е. по стандарту, который принят сейчас большинством стран мира (в США в 1940 году принят стандарт на 525 строк и 60 полей/с).

Работы многих учёных и изобретателей по передаче цветных изображений (А.А. Полумордвинов предложил в 1899 году первый проект цветной ТВ-системы с последовательной передачей цветов, а в 1907 году И.А. Адамян предложил проект системы с одновременной передачей цветов) явились основой для создания различных систем цветного телевидения. Для ТВ-вещания используются только три аналоговые системы цветного телевидения: NTSC (вещание начато в США в конце 1953 г.), PAL и SECAM (в 1967 году практически одновременно во многих странах). ТВ-сигнал длительное время передавался только в аналоговом виде с помощью АМ (звук – методом ЧМ) по открытому пространству или кабелю (в кабельном телевидении). Передача ТВ-сигналов в цифровом виде стала возможной с появлением транзисторов и интегральных микросхем. В настоящее время в ряде стран имеются цифровые телецентры, в том числе в Москве, Санкт-Петербурге и Нижнем Новгороде, цифровые же линии в СНГ имеются только на отдельных опытных участках. Будущее связывают с передачей ТВ-сигнала в цифровом виде от телецентра к абонентским цифровым телевизорам по распределительной сети на волоконно-оптическом кабеле.

Опытная система чёрно-белого и цветного стереотелевидения создана в 1960–1970-х годах коллективом под руководством П.В. Шмакова в Ленинграде. Он же впервые предложил использовать летательные аппараты для ретрансляции ТВ-радиосигналов. Внедрение стереотелевидения сдерживается в основном созданием эффективного, сравнительно дешёвого и простого устройства отображения (экрана).

Успехи полупроводниковой электроники и в особенности появление интегральных схем предопределили бурное развитие всех технических средств передачи сообщений электрическими средствами и соответствующих бытовых устройств для их приёма. Кроме стационарных радиоприёмников и телевизоров появилась переносная, автомобильная и даже персональная карманная видеоаппаратура (Япония).

С 1969 года начато освоение бытовой магнитной видеозаписи (японский стандарт EIAJ) и выпуск видеомagneтофонов: с 1970 г. – форматов V-Matic, VCR, 1975 г. – Beta, VCR-LR и VHS, 1979 г. – Video-2000, 1981 г. – S-VHS, 1988 г. – Video-8. Появились первые профессиональные цифровые видеомagneтофоны, в том числе и для телевидения высокой чёткости.

Значительные успехи в бытовой звукозаписи связаны с разработкой цифровых аппаратов: в 1977 году фирмами Philips и Sony начата разработка цифровой пластинки – компакт-диска для воспроизведения на лазерном проигрывателе, в 1982 году принят международный стандарт на систему; в 1981 и 1982 годах разработаны (Япония) два стандарта записи для бытовых цифровых магнеитофонов

R-DAT и S-DAT; в 1984 году разработан (Япония) стандарт E-DAT для стираемого цифрового звукового диска.

Последнее десятилетие насыщено открытиями новых принципов записи, систем передачи, способов повышения качества воспроизведения изображения и звука. Развитие интегральной схемотехники способствовало внедрению спутникового телевидения, цифровых методов, телевидения повышенного качества (ТПК) и высокой чёткости (ТВЧ). Оригинальная система ТПК для передачи сжатых во времени аналоговых компонентных сигналов цветного телевидения предложена в Англии (стандарт MAC и его разновидности) и широко используется в спутниковом ТВ-вещании. В Европе предлагается вести ТВЧ-вещание в стандарте HD-MAC. В Японии уже ведутся 8-часовые ежедневные передачи через спутник программ ТВЧ по системе MUSE.

Современная бытовая РЭА по достигнутому уровню качества и функциональным возможностям весьма совершенна. Так, ПО «Горизонт» в последнее время разработаны новые модели телевизоров, которые обеспечивают приём сигналов со спутника, цифровую обработку сигналов, стереофоническое звучание, а также цветные видеосистемы (например, Horisont 82 VCT-6015 Video Colour Television). Особенности видеосистемы являются:

- объединение видеомагнитофона и телевизора;
- общее для них дистанционное управление на инфракрасных лучах;
- многостандартность (B, G, D, K, L);
- многосистемность (PAL, SECAM) в метровом, дециметровом диапазонах и кабельном телевидении;
- приём телетекста;
- формирование сигналов «кадр в кадре»;
- процессорное управление с отображением на экране всех выполняемых функций;
- 90 программируемых каналов;
- автопоиск программ;
- автоматическое выключение по окончании вещания и др.

Компания Sony выпустила комплексный аудиовидеоцентр для домашнего пользования La Vue 100. Он включает телевизор для приёма программ ТВЧ, тюнер для приёма спутникового телевидения, видеомагнитофон, многодисковый лазерный проигрыватель, блок аудио- и видеоусилителей, акустическую систему и блок управления.

Подлинная революция произошла и в технике передачи оптических сигналов – началось использование полупроводниковых лазерных диодов и волоконных световодов. Волоконно-оптические системы передачи (ВОСП) открыли новую эру в технике связи по направляющим линиям: экспериментальная ВОСП обеспечивает передачу 32 телевизионных программ в цифровом виде на расстояние более 100 км без единого усилителя.

Развитие информационных сетей идёт по пути освоения более высокочастотных диапазонов в спутниковом телевидении; перехода на цифровые методы передачи, приёма, коммутации и создания цифровой сети интегрального обслуживания – ЦСИО (Integrated Service Digital Network – ISDN) и даже широкополосной ЦСИО (Broadband ISDN) с волоконно-оптическим кабелем в качестве среды передачи. Сигнал к абоненту поступает:

- по открытому пространству на радиовещательные приёмники, телевизоры и приёмные установки спутникового телевидения;
- по кабелю (преимущественно коаксиальному) в системах кабельного телевидения;
- по проводным сетям в звуковом вещании;
- по телефонным линиям.

Система же ЦСИО по одному и тому же каналу передаёт речь, данные для ЭВМ, факсимильную информацию, изображения. Кроме того, расширяются виды информационных услуг, предоставляемых абоненту, запрос необходимой информации, а в перспективе и обмен. В развитых странах Европы, в США и Японии внедрение ЦСИО идёт примерно с 1987–1989 гг.

Прогресс в развитии средств связи и вычислительной техники привёл к переходу в промышленно развитых странах от общества индустриального к обществу информационному. В Японии компания NTT сформулировала новый подход к службам связи 21 века, получивший название службы VI&P. Её составляющими являются: видеотелефоны и другие визуальные службы связи (V), интеллектуальная электронная почта (I) и персональные карманные телефоны (P). NTT планирует обеспечение этой службой всей территории страны аналогично обычной телефонной сети.

В МККТТ (Международный консультативный комитет по телеграфии и телефонии) сформировалось новое понятие – интеллектуальная сеть (ИС) (Intelligent Network), отличительным признаком которой является быстрое, эффективное и экономное предоставление информационных услуг массовому пользователю в любой момент времени. Каждый пользователь ИС, обращаясь через коммутируемую сеть связи (КСС), заказывает себе ту или иную услугу в базе данных, которая предоставляет ему эту услугу обратно через КСС. Таким образом, бытовая РЭА и ПЭВМ будут постоянно совершенствоваться, и на их основе, по-видимому, появятся универсальные (многофункциональные) бытовые терминалы.

Развитие телевидения и вычислительной техники поставило на повестку дня задачу создания прибора, объединяющего в себе функции телевизора и компьютера, так называемого *интернет-телевизора*, который в недалеком будущем может стать универсальным средством представления абоненту информационных услуг.

2.3 Международные организации, соглашения, диапазоны частот и длин волн

Необходимость выработки международных норм, стандартов, рекомендаций и соглашений объясняется широким обменом информацией между странами. Соглашения относительно вида оборудования связи, характеристик сигналов и кодов, используемых для обмена информацией, форматов записи сигналов, видов модуляции, распределения частот, требований к параметрам каналов передачи и измерительных сигналов для контроля характеристик существенно облегчают международный обмен программами. Необходимы соглашения по правовым и организационным вопросам связи.

Первая международная телеграфная конвенция (впоследствии Конвенция электросвязи) была принята в Париже 17 мая 1868 года 20 государствами, которые установили Регламент телеграфной связи. Тогда же был основан Международный телеграфный союз, переименованный в 1932 году в Международный союз электросвязи (МСЭ). В настоящее время МСЭ – специализированное учреждение ООН, объединяющее более 180 стран мира. В состав МСЭ входят Международный комитет регистрации частот (МКРЧ), Международный консультативный комитет по радио (МККР), Международный консультативный комитет по телеграфии и телефонии (МККТТ) и Бюро развития электросвязи.

МКРЧ выполняет международную координацию частотных присвоений, следит за соблюдением государствами Регламента радиосвязи, изучает технические вопросы использования радиочастотного спектра и разрабатывает наиболее эффективные практические методы и технические средства в этой области. В работе МККР участвуют 13 исследовательских комиссий, изучающих вопросы радиосвязи, радио- и телевизионного вещания, распространения радиоволн. МККТТ имеет 18 исследовательских комиссий, которые изучают технические и эксплуатационные вопросы, относящиеся к телеграфии, телефонии, передаче данных, и новых служб, названных электронной почтой. Бюро развития радиосвязи отвечает за техническую помощь развивающимся странам.

Из последних соглашений в области международной стандартизации, касающихся бытовой РЭА, можно выделить:

- принятие единых частот дискретизации в телефонии (8 кГц), телевидении (13,5 МГц, несмотря на различие стандартов разложения изображения и систем цветного телевидения) и цифровой записи звуковых сигналов (32, 44,1 и 48 кГц);
- принятие стандартов записи на компакт-диски для воспроизведения на бытовых лазерных проигрывателях;
- утверждение 2 стандартов цифровой магнитной записи звуковых сигналов (R-DAT и S-DAT);
- принятие 2 студийных стандартов телевидения высокой чёткости (каждый в аналоговом и цифровом вариантах), а также рекомендаций по спутниковому и наземному излучению сигналов;
- принятие форматов бытовой магнитной видеозаписи VHS, S-VHS, Video-8;
- утверждение норм на плотность потока мощности у поверхности Земли, необходимую для установок непосредственного телевизионного приёма;
- распределение частот для спутникового теле- и радиовещания;
- утверждение норм и критериев оценки качества в звуковом и телевизионном вещании;
- принятие норм и требований к системе однополосного радиовещания и рекомендаций поэтапного его введения;

• принятие рекомендаций на систему цифрового радиовещания. В стадии изучения – стандарт на цифровую видеозапись.

В соответствии с международным соглашением спектр электромагнитных колебаний разделён на диапазоны частот и длин волн (таблица 2). Каждый диапазон имеет свой номер (N). Для определения полосы частот ($\Delta FN = F_H - F_B$), занимаемой соответствующим диапазоном, пользуются выражением $\Delta FN = \pm(0,3 \cdot 10^N - 3 \cdot 10^N)$ Гц. В колонке «Метрическое наименование волн» в скобках указано существующее в СНГ название волн, используемых для наземной радиосвязи, радио- и ТВ-вещания.

Приведённые в таблице 2 сведения соответствуют последним рекомендациям МККР, согласно которым для электросвязи (по радио- и направляющим линиям) отведён диапазон частот электромагнитных колебаний от 300 Гц до 3000 ТГц, т.е. включая и оптический диапазон. В физике под оптическим диапазоном понимают участок спектра электромагнитных колебаний, включающий инфракрасные, видимые и ультрафиолетовые лучи со следующим примерным делением:

- инфракрасные (ИК): 3–380 ТГц (100–0,78 мкм);
- видимые (В): 380–780 ТГц (790–380 нм);
- ультрафиолетовые (УФ): 780–3000 ТГц (380–100 нм).

Таблица 2 – Распределение электромагнитных колебаний по диапазонам (МККР)

Номер диапазона (N)	Диапазон		Условное обозначение диапазона частот	Метрическое наименование волн	Метрическое сокращение для диапазона в волн
	частот	длин волн			
3	300–3000 Гц	1000–100 км	УНЧ – ультранизкие частоты ULF – Ultra Low Frequency	Гектокилометровые	Д. гкм (В. hkm)
4	3–30 кГц	100–10 км	ОНЧ – очень низкие частоты VLF – Very Low Frequency	Мириаметровые (сверхдлинные)	Д. мрм (В. Mat)
5	30–300 кГц	10–1 км	НЧ – низкие частоты LF – Low Frequency	Километровые (длинные)	Д. км (В. km)
6	300–3000 кГц	1000–100 м	СЧ – средние частоты MF – Medium Frequency	Гектометровые (средние)	Д. гм (В. hm)
7	3–30 МГц	100–10 м	ВЧ – высокие частоты HF – High Frequency	Дециметровые (короткие)	Д. дкм (В. dam)
8	30–300 МГц	10–1 м	ОВЧ – очень высокие частоты VHF – Very High Frequency	Метровые (ультракороткие)	Д. м (В. dm)
9	300–3000 МГц	100–10 см	УВЧ – ультравысокие частоты UHF – Ultra High Frequency	Дециметровые	Д. дм. (В. dm)
10	3–30 ГГц	10–1 см	СВЧ – сверхвысокие частоты SHF – Super High Frequency	Сантиметровые	Д. см (В. cm)
11	30–300 ГГц	10–1 мм	КВЧ – крайне высокие частоты EHF – Extremely High Frequency	Миллиметровые	Д. мм (В. mm)
12	300–3000 ГГц	1–0,1 мм	ГВЧ – гипервысокие частоты	Децимиллиметровые	Д. дмм (В. dmm)
13	3–30 ТГц	100–10 мкм		Сантимиллиметровые	Д. смм (В. cmm)
14	30–300 ТГц	10–1 мкм		Микрометровые	Д. мкм (В. mkm)
15	300–3000 ТГц	1–0,1 мкм		Децимикрометровые	Д. дмкм (В. dmkm)

Действующий стандарт на радиосвязь ГОСТ 24375-80 предусматривает разделение радиоволн на диапазоны от 4-го до 12-го и в соответствии с ним радиоволнами считаются электромагнитные волны с частотами до 3 ТГц, распространяющиеся в среде без искусственных направляющих линий. В настоящее время для целей радио- и телевизионного вещания можно считать практически освоенным участком спектра примерно от 100 кГц (радиовещание на длинных волнах) до 40 ГГц (спутниковое телевизионное вещание, наземная радиорелейная связь). В системах связи по направляющим линиям сигналы передаются с частотами от единиц герц (телевизионный сигнал на

небольшие расстояния – 10–15 км – можно передавать по коаксиальному кабелю непосредственно по видеочастоте и даже с постоянной составляющей, т.е. 0–6 МГц) до 40 ГГц (по фидерным СВЧ-линиям для подачи сигналов от передатчиков к антеннам радиорелейных и спутниковых систем связи), а при передаче по волоконно-оптическим линиям связи наиболее освоенными являются участки 0,85, 1,3 и 1,55 мкм.

Возможность использования крайне низких частот (КНЧ) для целей электросвязи отражена в рекомендации Международного научного радиосоюза, по предложению которого введён диапазон КНЧ (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение крайне низких частот по диапазонам

Номер диапазона (N)	Диапазон		Условное обозначение диапазона частот	Метрическое наименование волн	Метрическое сокращение для диапазонов волн
	частот	длин волн			
-1	0,03–0,3 Гц	КНЧ – крайне-низкие частоты	10–1 млн км	Гигаметрические	Д. гм (B. Gm)
0	0,3–3 Гц		1–0,1 млн км	Гектометрические	Д. гМм (B. hMm)
1	3–30 Гц		100000–10000 км	Декаметрические	Д. дкМм (B. daMm)
2	30–300 Гц		10000–1000 км	Мегаметрические	Д. Мм (B. Mm)

В большинстве стран диапазоны частот, используемые для телевидения и ЧМ-радиовещания, обозначаются с помощью римских цифр от I до V и приведены в таблице 4. Деление земного шара на 3 района облегчает распределение частот для наземных и спутниковых служб между государствами: к Району 1 относятся Африка, Европа, СНГ и Монголия; к Району 2 – Америка; к Району 3 – Азия без СНГ и Монголии.

Таблица 4 – Диапазоны частот, используемые для телевизионного и ЧМ-радиовещания

Обозначение	Диапазон частот, МГц		
	Район 1	Район 2	Район 3
I	47–68	54–68	47–68
II	87,5–108	88–108	87–108
III	174–230	174–216	174–230
IV	470–582	470–582	470–582
V	582–960	582–890	582–960

Часто используются данные о распределении радиоволн по диапазонам (таблица 5) в соответствии с рекомендациями IEEE – Института по электротехнике и радиоэлектронике США.

Таблица 5 – Распределение радиоволн по диапазонам (рекомендация IEEE)

Условное обозначение диапазона частот	Диапазон частот
VHF	30–300 МГц
UHF	300–1000 МГц
P Band	230–1000 МГц
L Band	1–2 ГГц
S Band	2–4 ГГц
X Band	8–12,5 ГГц
Ku Band	12,5–18 ГГц
K Band	18–26,5 ГГц

Ka Band	26,5–40 ГГц
Миллиметровые волны	свыше 40 ГГц

Здесь использованы диапазоны 8 и 9 из таблицы 2, а более высокие частоты разделены по-иному и имеют другое условное обозначение.

2.4 Бытовая радиоэлектронная аппаратура информационных системах

В

Упрощённая структурная схема, поясняющая организацию систем передачи информации и место в них БРЭА, приведена на рис 2.1 [5].

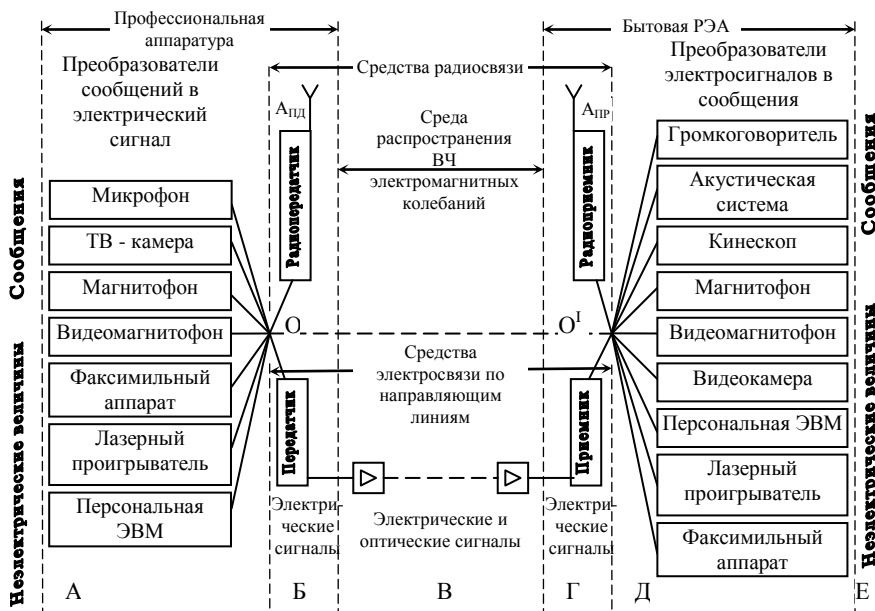


Рисунок 2.1 – Организация систем передачи информации и место в них бытовой радиоэлектронной аппаратуры

Системы электросвязи, оконечные устройства в которых обслуживают человека в бытовых условиях, относятся к БРЭА. Их можно назвать системами класса «Б». Остальные системы профессиональной связи и управления объектами отнесены к классу «П». Такое деление условно, поскольку используемые в системах «Б» и «П» методы и принципы во многом являются общими. Поскольку получателем информации в системах «Б» является человек, то свойства его слуха и зрения определяют параметры как преобразователей сообщения – сигнал, так и самого сигнала. Непосредственно преобразователями являются: микрофон – для звуковых колебаний и телевизионная передающая трубка или ее твердотельный аналог (входит в состав телекамеры) – для изображения подвижных и неподвижных объектов. Остальные устройства, приведённые на рис. 2.1 между сечениями А и Б, являются по сути источниками информационных сигналов.

Современный бытовой радиоэлектронный комплекс, подключённый к интерактивной широкополосной цифровой сети с интеграцией служб, позволяет их пользователям (абонентам) не только получать любую циркулярную информацию (одинаковую для всех), но и запрашивать по обратному каналу необходимые сведения, вести обмен любой информацией (в том числе изображениями, данными ЭВМ), подключённой по каналу связи к банкам данных. В этом случае телевизор является многофункциональным устройством для отображения всей визуальной информации, передаваемой различными службами (телевизионное изображение, данные ЭВМ, буквенно-цифровая и графическая информация телетекста, видеотекста и т.п.).

Формирование программ телевидения и звукового вещания осуществляется на телецентрах и в радиодомах. Полученные при этом сигналы занимают определённую полосу частот:

- 0–6 МГц – полный сигнал цветного телевидения;
- три сигнала по 30 МГц (яркости и два цветоразностных) в телевидении высокой чёткости (ТВЧ);

- 2 Гц – 20 кГц при цифровой записи;
- 40 Гц – 10 кГц при АМ;
- 30 Гц – 15 кГц при ЧМ в звуковом вещании.

Для дальнейшей передачи сигналов используются радиосвязь и связь по направляющим линиям (см. на рис. 2.1 выше и ниже пунктирной линии OO^1). Радиосвязь осуществляется с помощью радиопередатчика, радиоприёмника, передающей ($A_{ПД}$) и приёмной ($A_{ПР}$) антенны. Классификация систем передачи информации, оконечными устройствами которых является бытовая радиоэлектронная аппаратура, приведена на рис. 2.2. Радиосвязь осуществляется посредством радиоволн, под которыми понимают электромагнитные волны с частотами до 3 ТГц ($3 \cdot 10^{12}$ Гц), распространяющиеся в среде без искусственных направляющих линий.

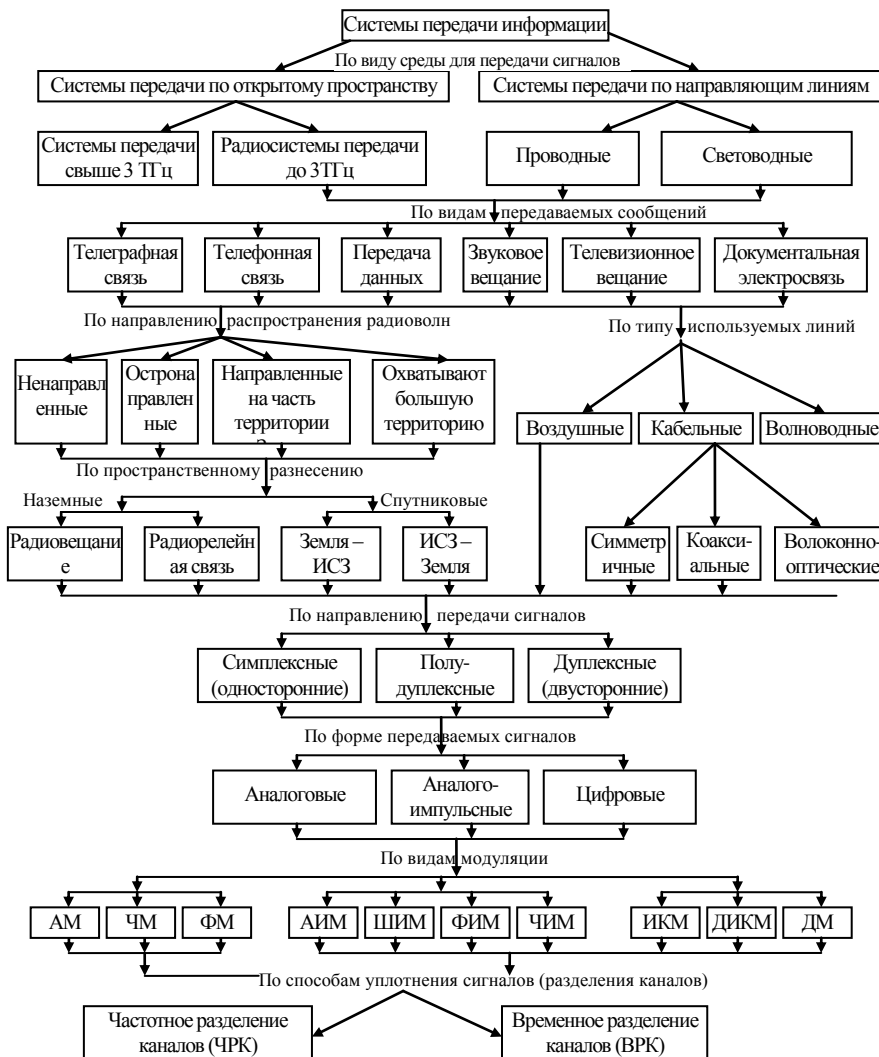


Рисунок 2.2 – Классификация систем передачи информации, оконечными устройствами которых являются бытовые радиоэлектронные аппараты

В зависимости от вида передаваемых сообщений в системе электросвязи различают телефонную связь, телеграфную связь, передачу данных, звуковое и телевизионное вещание, документальную электросвязь.

2.5 Виды бытовой радиоэлектронной аппаратуры

Полное название изделия состоит из:

- названия вида изделия по его функциональному назначению;
- словесного товарного знака или торгового названия;
- буквенно-цифрового обозначения.

К названиям изделий, все компоненты которых состоят из отдельных блоков (за исключением однокорпусных изделий с выносными акустическими системами и комплексов), добавляется определение – блочная(ный). К названиям стереофонических изделий добавляются определение – стерео, стереофонический(ая) или просто приставка – стерео. К названиям автомобильных изделий – автомобильная(ный). Словесный товарный знак, зарегистрированный в установленном порядке, или торговое название служат для отличия изделий одного изготовителя от того же вида изделий других изготовителей, например, «Горизонт», «Витязь», «Рубин», «Электрон» (для телевизоров). Изделия, выпускаемые различными предприятиями по единой конструкторской документации и имеющие одинаковые полные торговые наименования, отличаются графическими товарными знаками предприятий-изготовителей.

Буквенно-цифровое обозначение изделия однозначно определяет вид, основные потребительские свойства, номер модели и состоит из 5 частей. *Первая часть обозначения* (одна – три цифры) указывает: для изделий, имеющих экран, – размер изображения по диагонали в сантиметрах (или дюймах); для изделий с мощным входом канала звука (акустические системы) – номинальную мощность в ваттах; для изделий с мощным выходом канала звука (усилитель, усилитель мощности, тюнер-усилитель) – номинальную мощность в ваттах на один канал. Для остальных изделий первую часть обозначения пропускают. *Вторая часть обозначения* (одна – три буквы) определяет вид изделия. *Третья часть обозначения* (три цифры) характеризует основные потребительские свойства, номер модели изделия и отделяется от второй дефисом. Первая цифра характеризует: для телевизоров – поколение изделия; для радиоприёмных, звукозаписывающих и звуковоспроизводящих изделий – группу сложности. Последние две цифры определяют номер модели. *Четвёртая часть обозначения* (буквенная) определяет следующие потребительские свойства изделий: С – стереофонические (кроме акустических систем); А – автомобильные; Д – возможность приёма программ в дециметровом диапазоне волн; И – импортный кинескоп (для телевизоров); возможны также обозначения и других потребительских свойств. В моделях телевизоров, выпускаемых на экспорт, используются также следующие буквенные обозначения: Е – европейский стандарт; I – импортный кинескоп; L – французский стандарт; W – с совмещённым антенным входом. *Пятая часть обозначения* (одна цифра, написанная через дефис) определяет номер модификации внешнего вида изделия. Примеры полного торгового названия некоторых видов бытовой радиоэлектронной аппаратуры даны в таблице 6.

Таблица 6 – Полное торговое название некоторых видов БРЭА

Вид изделия	Словесный товарный знак или торговое название	Части буквенно-цифрового обозначения				
		1	2	3	4	5
Телевизор цветного изображения	«Горизонт»	42	ТЦ	-470	Д	
	«Горизонт»	61	ТЦ	-460	Д	
Телевизор чёрно-белого изображения	«Фотон»	61	ТБ	-301	Д	
Стереокomплекс	«Орбита»		РЭМ	-001	С	
Магниторадиоло-стерео	«Вега»		РЭМ	-101	С	
Стереомангнитола	«Вега»		PM	-301	С	
Радиоприёмник	«Океан»		РП	-205		
Стереоусилитель мощности	«Орбита»	50	УМ	-001	С	
Стереомангнитола автомобильная	«Урал»		PM	-301	СА	
Телевизор цветного изображения (экспортный вариант)	«Horizont»	71	СТV	-6010	Е	
	«Horizont»	82	VCT	-6025		(видео-сис-тема)

Полное название изделия указывается на упаковке, на задней и передней (из названия может быть только часть его) панелях; названия переносных и автомобильных изделий допускается помещать на боковой или верхней панели, для носимых – под съёмной крышкой корпуса, для автомобильных не указывается название вида. При этом вторая часть буквенно-цифрового обозначения не используется.

Среди современной бытовой радиоэлектронной аппаратуры наиболее стремительно развиваются системы сотовой радиотелефонной связи. Их внедрение позволило решить проблему экономичного использования выделенной полосы радиочастот путём передачи сообщений на одних

и тех же частотах и увеличить пропускную способность телекоммуникационных сетей. Своё название они получили в соответствии с сотовым принципом организации связи, согласно которому зона обслуживания (территория города или региона) делится на ячейки (соты) [6].

Эти системы подвижной связи, появившиеся сравнительно недавно, являются принципиально новым видом систем связи, так как они построены в соответствии с сотовым принципом распределения частот по территории обслуживания (территориально-частотное планирование) и предназначены для обеспечения радиосвязью большого числа подвижных абонентов с выходом в телефонную сеть общего пользования.

Использование современной технологии позволяет обеспечить абонентам таких сетей высокое качество речевых сообщений, надёжность и конфиденциальность связи, защиту от несанкционированного доступа в сеть, миниатюрность радиотелефонов, увеличенный интервал времени работы батареи между подзарядками.

Первая система радиотелефонной связи, предлагавшая услуги всем желающим, начала функционировать в 1946 году в г. Сент-Луис (США). Радиотелефоны, применявшиеся в этой системе, использовали обычные фиксированные каналы. Если канал был занят, то абонент вручную переключался на другой – свободный. Аппаратура была громоздкой и неудобной в использовании.

С развитием техники системы радиотелефонной связи совершенствовались: уменьшались габариты устройств, осваивались новые частотные диапазоны, улучшалось базовое и коммутационное оборудование, в частности, появилась функция автоматического выбора свободного канала – транкинг (trunking). Но при огромной потребности в услугах радиотелефонной связи возникали проблемы.

Главная из них – ограниченность частотного ресурса: количество фиксированных частот в определенном частотном диапазоне не может увеличиваться бесконечно, поэтому радиотелефоны с близкими по частоте рабочими каналами создают взаимные помехи.

Ученые и инженеры разных стран пытались решить эту проблему. В середине 1940-х годов исследовательский центр Bell Laboratories американской компании AT&T предложил идею разбиения всей обслуживаемой территории на небольшие участки, которые стали называться сотами (от англ. cell – ячейка, cota). Каждая сота должна была обслуживаться передатчиком с ограниченным радиусом действия и фиксированной частотой. Это позволило бы без взаимных помех использовать ту же самую частоту повторно в другой соте.

Но прошло более 30 лет, прежде чем такой принцип организации связи был реализован на аппаратном уровне. Причем все эти годы разработка систем сотовой связи велась в различных странах мира не по одним и тем же направлениям.

Еще в конце 1970-х годов начались работы по созданию единого стандарта сотовой связи для пяти северо-европейских стран: Швеции, Финляндии, Исландии, Дании и Норвегии, который получил название NMT-450 (Nordic Mobile Telephone) и был предназначен для работы в диапазоне 450 МГц. Эксплуатация первых систем сотовой связи этого стандарта в Европе началась в 1981 году. Но еще на месяц раньше система сотовой связи стандарта NMT-450 вступила в эксплуатацию в Саудовской Аравии.

Сети на основе стандарта NMT-450 и его модифицированных версий стали широко использоваться в Австрии, Голландии, Бельгии, Швейцарии, а также в странах Юго-Восточной Азии и Ближнего Востока. На базе этого стандарта в 1985 г. был разработан стандарт NMT-900, который позволил расширить функциональные возможности системы и значительно увеличить абонентскую емкость системы.

В 1983 г. в США, в районе г. Чикаго, после ряда успешных полевых испытаний вступила в коммерческую эксплуатацию сеть на основе стандарта AMPS (Advanced Mobile Phone Service), разработанного в исследовательском центре Bell Laboratories.

В 1985 г. в Великобритании был принят в качестве национального стандарт TACS (Total Access Communications System), разработанный на основе американского стандарта AMPS. В 1987 г. в связи с резким увеличением в Лондоне числа абонентов сотовой связи была расширена рабочая полоса частот. Новая версия этого стандарта сотовой связи получила название ETACS (Enhanced TACS).

Во Франции, в отличие от других европейских стран, в 1985 г. был принят стандарт Radiocom-2000. С 1986 г. в скандинавских странах начал применяться стандарт NMT-900.

Стандарты сотовой связи можно разделить на две большие группы, аналоговые и цифровые. Все перечисленные выше стандарты являются аналоговыми и относятся к первому поколению систем сотовой связи. Аналоговыми эти системы называются потому, что в них используется

аналоговый способ передачи информации с помощью обычной частотной (ЧМ) и фазовой (ФМ) модуляции, как и в обычных радиостанциях. Этот способ имеет ряд серьезных недостатков:

- защищённость переговоров очень низкая, существует возможность прослушивания разговоров другими абонентами;
- отсутствуют эффективные методы борьбы с замираниями сигналов под влиянием окружающего ландшафта и зданий или вследствие передвижения абонентов.

Появление цифровых стандартов связи открыло второе поколение сотовых систем. При цифровой обработке сигнала речевой сигнал сначала преобразуется в цифровую импульсную последовательность и после этого передаётся. На приёмной стороне происходит его обратное преобразование. Защищённость от прослушивания данных сигналов высокая. Цифровая обработка сигналов имеет множество преимуществ перед аналоговой. Это – достижение более высоких параметров аппаратуры, упрощение управления процессом связи, более простое решение задачи передачи данных и обеспечение абоненту дополнительных сервисов. По этой причине цифровые системы развиваются очень интенсивно. Современные сотовые средства относятся к третьему поколению систем сотовой связи.

2.6 Вопросы для самопроверки

1. Для чего используется электросвязь?
2. Какие этапы развития электроники Вы знаете.
3. Как развивался телеграф, телефон, телевидение?
4. Объясните суть ЦСИО.
5. Какие Вы знаете Международные организации и соглашения в области электросвязи, радио, телевидения?
6. Какие диапазоны частот используются для телевизионного и радиовещания?
7. Как формируется буквенно-цифровое обозначение бытовой РЭА?
8. Какие системы сотовой связи Вы можете назвать?

3 Аудиовизуальная техника

3.1 Краткая история развития аудиовизуальной техники

Аудиовизуальная техника – область радиотехники, связанная с преобразованием, хранением, передачей, приемом, обработкой и отображением (воспроизведением) звуковой и видеоинформации. Она начинается с акустики.

Содержание акустики предусматривает различные аспекты работы со звуком. Для освоения акустики необходимо изучать основные закономерности восприятия звуков, виды, параметры и характеристики звуковых сигналов, теорию акустики помещений, различные технические средства работы со звуком: микрофоны, громкоговорители, системы передачи, обработки, записи, хранения и воспроизведения звуков.

Визуальная техника связана с освоением вопросов приема и преобразования оптической информации в электрические сигналы, знакомством с методами и средствами записи, хранения и отображения (воспроизведения) видеoinформации с использованием разнообразных физических носителей, изучением математических методов и технических средств обработки видеосигналов.

Аудиовизуальная техника объединяет воедино эти части.

Акустика (от греч. akusticos – слуховой) – часть физики, раздел механики, учение о звуке и колебаниях твердых, жидких и газообразных тел. Истоки акустики теряются в глубокой древности. Первое исследование колеблющейся струны приписывают Пифагору. Исследования были проведены на устройстве, называемом монохордом. Благодаря работам Галилея и Кеплера акустические знания начали активно развиваться в 16–17 веках. Мерсенн (1588–1648) и Гассенди (1592–1655) измерили скорость звука в воздухе. В 1678 г. Гук открыл закон пропорциональности механических деформаций силе. Хладни (1756–1827) возродил экспериментальную акустику. На современников произвело большое впечатление исследование колебаний пластин с помощью рисунков, возникающих на них, впоследствии названных фигурами Хладни. В 1802 г. он опубликовал фундаментальное руководство «Акустика».

Современную акустику как науку создали ученые нового времени Л. Эйлер, Ж. Лагранж, Ж. Фурье, Д. Стокс, Т. Юнг, Г. Гельмгольц, С. Ом, Дж.В. Стретт (лорд Релей). Т. Юнг исследовал колебания струны, ввел понятие интерференции, сформулировал ее законы. С. Ом и Г. Гельмгольц занимались физиологией слуха и анализом спектров сложных колебаний. Г. Гельмгольц создал первый анализатор спектра на основе резонаторов, получивших впоследствии его имя.

Развитие физической акустики породило ряд новых направлений.

Прикладными направлениями физической акустики являются физиологическая, медицинская, музыкальная, архитектурная (строительная) акустика, акустика инфра- и ультразвука, гидроакустика, нелинейная акустика, акустоэлектроника.

Одним из важных направлений акустики является электроакустика.

Электроакустика – область науки и техники, которая на основе общего учения о звуке исследует закономерности преобразования акустических (звуковых) колебаний в электрические и обратно, особенности их приема, усиления и воспроизведения. Качество принимаемого и воспроизводимого звука зависит не только от свойств электроакустической аппаратуры, но и от акустических свойств помещений, из которых передаются и в которых воспроизводятся звуки (студии, залы, жилые комнаты). Поэтому предметом рассмотрения электроакустики являются также вопросы архитектурной (строительной) акустики, речевые, музыкальные и шумовые процессы, а также служащая целям исследований измерительная аппаратура.

Возникновение и развитие электроакустики как отрасли науки и техники обусловлено становлением и совершенствованием электросвязи, звукозаписи, кинематографа, звукового и телевизионного вещания, а также широким применением электроакустических методов и аппаратов в промышленности, научном эксперименте, разведке полезных ископаемых, судоходстве, рыболовстве, медицине, в военном деле.

Одно из важнейших понятий акустики – звуковое поле.

Звуковое (акустическое) поле – одна из форм существования материи, проявляется в виде кинетической энергии колеблющихся материальных тел, звуковых волн в твердой, жидкой и газообразной средах, обладающих упругой структурой.

Звуковой волной называют процесс постепенного распространения в упругой среде возмущений в виде смещения колеблющихся частиц относительно равновесного положения, приводящего к периодическому изменению плотности среды.

Структура звукового поля существенно отличается от структуры электромагнитного поля. Электромагнитные волны являются поперечными. Векторы электрической и магнитной напряженности поля перпендикулярны направлению распространения волны. Звуковые акустические волны в газах и жидкостях – продольные. Направление смещения частиц совпадает с направлением распространения. Иначе говоря, при деформации газообразной или жидкой среды упругие силы перпендикулярны плоскости равных фаз, т.е. направление сил совпадает с направлением распространения. В твердых телах, обладающих упругостью, наряду с нормальным напряжением объемных деформаций, возникают и касательные. Напряжения сдвига, связанные с такими деформациями, распространяются в форме поперечных волн.

Фронт волны – поверхность пространства, точки которой находятся в одинаковой фазе колебаний. Например, это могут быть точки максимального сгущения или максимального

разрежения. В общем случае фронт волны имеет сложную форму. Простейшие формы фронта волны – плоская или сферическая.

Если источник колебаний представляет собой плоскость, причем ее размеры много больше длины волны возбуждаемых колебаний, то возникает плоская волна. Плоские волны образуются в акустическом волноводе с постоянной площадью сечения. Если размеры источника много меньше длины волны, он может рассматриваться как точечный. При его колебании возникает сферическая волна. Понятия плоской и сферической волны являются идеализацией, упрощающей математическое описание свойств поля. Реальная структура звуковых полей намного сложнее.

Осенью 1999 года мировая научно-техническая общественность не очень пышно, но отметила 100-летие магнитной записи. Сейчас без магнитной записи немислимо звуковое и телевизионное вещание, компьютерная техника. Магнитные ленты и диски широко применяются для долговременной записи и накопления больших массивов самой различной информации. Магнитная запись быстро включилась в работу и во многом определила современный научно-технический прогресс самых передовых технологий гражданского и военного производства.

Первым аппаратом записи звуковых сигналов стал фонограф Эдисона с восковыми валиками, он появился за два десятилетия до телеграфона – первого прибора магнитной записи звука. К последнему десятилетию прошлого века о магнитных явлениях знали уже достаточно много. Была известна и хорошо изучена способность ферромагнетиков сохранять длительное, практически неограниченное время намагниченность. При этом направление магнитного поля и его напряженность оставались неизменными во времени. Оставался один шаг до создания устройств магнитной записи. Но путь от идеи до ее воплощения в приборе сложен, тернист и требует особого видения проблемы, а проблема магнитной записи относилась к принципиально новым.

Ее решение ждало своего создателя – датского инженера и изобретателя Вальдемара Поульсена (Valdemar Poulsen). Он родился в 1869 г. и прожил 73 года. Ему было всего 29 лет, когда состоялось его главное изобретение. Ему надо было многое продумать и изобрести.

Надо было создать устройство, позволяющее сконцентрировать магнитное поле в малом объеме. Иначе достаточно плотную и длительную запись не получить. Итак, необходим «магнитный карандаш», достаточно остро «заточенный». Как перемещать такой «карандаш» относительно ферромагнитного материала, чтобы «рисовать» на его поверхности крошечные магнитики – следы записи? Как затем улавливать в нужной последовательности магнитное поле элементарных магнитиков? Как, наконец, преобразовать считанную запись в сигналы, например, звука? Это лишь большие фрагменты вопросов, на которые предстояло ответить изобретателю.

В качестве носителя В. Поульсен выбрал проволоку. Это первое применение в аппаратах записи линейного носителя с продольной записью сигналов. Эта революционная идея на столетие, а может быть, и более, определила магистральное направление развития реверсивных средств записи и накопления информации. Конкретно, В. Поульсен использовал стальную рояльную струну, которая в экспериментальном образце была просто протянута через его лабораторию. Запись и считывание осуществлялись с помощью винтового механизма, он перемещал вдоль струны каретку с микрофоном и «магнитным карандашом». «Магнитным карандашом» стал тонкий стержень из магнитно-мягкого материала.

Такие материалы обладают высокой магнитной проницаемостью и малой коэрцитивной силой. Иными словами, они эффективно «впитывают» силовые линии магнитного поля, но практически не обладают остаточным намагничиванием, столь характерным для ферромагнетиков. На стержень нанесена обмотка. Обмотка, фактически, являлась соленоидом – возбудителем внешнего магнитного поля записи. Стержень по функциональному назначению – магнитопровод. У заостренного конца стержня формировалось сконцентрированное в малой области магнитное поле. В соответствии с колебаниями тока в обмотке менялась напряженность магнитного поля записи. Меняющееся поле концентрировалось в магнитопроводе и выводилось через заостренный конец стержня. Это магнитное поле и формировало остаточные магнитики – элементы записи – в стальной магнитно-жесткой проволоке. Для воспроизведения записи использовался тот же самый стержень. Меняющееся в соответствии с записанными сигналами магнитное поле элементарных участков проволоки воспринимается стержнем-магнитопроводом. Оно возбуждает в обмотке электродвижущую силу. Формируемый ею электрический ток воздействует на устройство воспроизведения.

Именно В. Поульсен создал первую универсальную магнитную головку. Строго говоря, это – стержневая магнитная головка. Значительно позже появились кольцевые магнитные головки, которые в настоящее время применяются во всех аппаратах магнитной звуковой и видеозаписи.

Однако следует подчеркнуть, что и стержневые головки дожили до наших дней и успешно используются в компьютерных устройствах магнитной записи и аппаратах специального назначения.

К началу XX века изобретатель усовершенствовал экспериментальный образец и создал первую модификацию телеграфона (Telegraphone), пригодную для публичных демонстраций.

В. Пуульсен не просто изобрел магнитную запись, но и разработал основные узлы магнитофона, используемые и поныне.

Позже другими компаниями были разработаны аппараты с различными типами носителей: проволочными, дисковыми, ленточными. Была проделана большая работа по улучшению стали, специально предназначенной для магнитной записи. Первым ленточным аппаратом магнитной записи стала машина фирмы Marconi Stille – это Blattnerphone, названный по имени изобретателя Блаттнера. Материал ленты – все та же сталь со всеми ее капризами. Новый прорыв произошел в середине тридцатых годов, когда на фирме BASF была разработана, по сути, современная лента на ацетатной основе и с порошковым ферромагнитным материалом (гамма-окись железа).

Магнитная запись изображений начала использоваться в 1956 году. В этом году произошло применение в телевизионном вещании первого промышленного видеоманитофона, разработанного и изготовленного фирмой Ampex (США).

3.2 Микрофоны и громкоговорители

Микрофон преобразует акустические колебания воздушной среды в электрические сигналы. Существуют различные типы микрофонов, которые находят широкое применение в системах радиовещания, телевидения, телефонии, озвучения, звукоусиления, записи и т.п. Микрофон является первым и одним из наиболее важных звеньев любого электроакустического тракта, как правило, определяющим показатели качества тракта в целом.

Микрофоны классифицируют по различным признакам: способу преобразования акустических колебаний в электрические, способу воздействия звуковых колебаний на диафрагму, конструктивному исполнению, функциональному назначению, группам сложности.

В зависимости от способа преобразования механических колебаний в электрические микрофоны делятся на электродинамические (катушечные и ленточные), конденсаторные (в том числе и электретные), электромагнитные, пьезоэлектрические, угольные, транзисторные.

По признаку приема звуковых колебаний микрофоны делятся на три основные группы: приемники давления, приемники градиента давления и комбинированные.

Громкоговоритель – электроакустический преобразователь, превращающий электрические колебания в механические, а затем излучающий их в окружающее пространство в виде акустических волн [7].

Термин «громкоговоритель» употребляют часто и как обозначение самого преобразователя (правильнее пользоваться термином «головка громкоговорителя»), и как обозначение громкоговорящего устройства в целом, которое кроме головок содержит: корпус (ящик), разделительные фильтры, фазоинвертор и другие элементы акустического оформления.

К громкоговорителям предъявляют сложные, часто противоречивые требования:

- действие в весьма широком диапазоне частот (отношение граничных частот составляет от нескольких сотен до тысячи раз, длина волны от 17 мм до 17 м);
- смещение подвижной системы громкоговорителя достигает долей сантиметра;
- большое выделение тепла приводит к повышению температуры до 200°C. К тому же требуется, чтобы амплитудно-частотные и нелинейные искажения снижались до порогового слухового ощущения.

Классификация громкоговорителей включает в себя различные признаки: способ преобразования энергии, мощность, способ излучения, ширина полосы частот излучаемых звуков, тип акустического оформления, области применения.

По способу преобразования различают электродинамические (наиболее распространенные), электростатические (конденсаторные), пьезоэлектрические, электромагнитные (последние почти исчезли из употребления).

По способу излучения различают громкоговорители непосредственного излучения (конусные или диффузорные) и рупорные. В первых колеблющаяся диафрагма (конус, диффузор) преобразует механические колебания в акустические и излучает их в окружающее пространство; во вторых

головка нагружена на предрупорную камеру, с которой соединено горло экспоненциального рупора, а излучение происходит из широкого устья рупора.

Номинальная мощность громкоговорителя колеблется от долей ватта до многих сотен ватт.

По полосе частот различают громкоговорители широкополосные, низкочастотные (действующие в области частот от 20...60 до 500...1000 Гц), среднечастотные (полоса частот от 300...500 до 5000...8000 Гц), высокочастотные (полоса частот от 1...5 до 15...20 кГц). В отдельные группы иногда выделяют сверхнизкочастотные (их жаргонное название сабвуферы) и сверхвысокочастотные.

Области применения разделяют на две большие группы: домашние (бытовые) и профессиональные.

Домашние громкоговорители по принятой за рубежом классификации разделяют на классы: популярный, Hi-Fi и High-End. К популярному классу относят сравнительно недорогие громкоговорители, встраиваемые в радиоприемники, магнитофоны, телевизоры. К классу Hi-Fi (High-Fidelity означает высокая точность воспроизведения) относят устройства, отвечающие параметрам качества, определяемым нормам МЭК 581-7. По оценкам служб конъюнктуры в настоящее время они составляют 65% общего числа производимых громкоговорителей. Правда, в обзорах конъюнктуры указывается, что некоторые фирмы для повышения престижа выпускаемой продукции зачисляют в класс Hi-Fi устройства, фактически относящиеся к популярному классу. Класс High-End является весьма условным определением громкоговорителей, при изготовлении которых использованы новейшие конструкционные материалы, конструкции, особая технология, благодаря чему достигаются самые высокие параметры качества и элегантная внешность, правда, за соответственно высокую цену. Отдельную группу составляют громкоговорители для автомобилей.

Стало модным поветрием обозначать всю домашнюю аппаратуру высокой верности воспроизведения (ВВВ) словами Hi-Fi и High-End. Если исключить рекламную сторону этих наименований, то под этими обозначениями следует понимать аппаратуру, при изготовлении которой приняты все меры по достижению наилучшего качества звучания: широкая полоса частот при исчезающе малых неравномерностях амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), нелинейных искажениях и собственных шумах. Техническими параметрами такой аппаратуры являются: полоса воспроизводимых частот не менее 20 – 20000 Гц, неравномерность АЧХ 0,1 дБ и менее, коэффициент гармоник менее 0,1 %, отношение сигнал/помеха (С/П) лучше 80 дБ.

Профессиональные громкоговорители отличаются помимо высоких параметров качества большой надежностью, устойчивостью к перегрузкам, возможностью действовать без повреждений длительное время. Профессиональные громкоговорители дороги. Поэтому их конструкция рассчитана на возможность замены отдельных частей и блоков.

Профессиональные громкоговорители по назначению разделяют на контрольные (аппаратно-студийные, мониторы), сценические и эстрадные (последние должны быть устойчивы к частой перевозке, к работе в неудовлетворительных атмосферных условиях), громкоговорители для устройств звукоусиления.

3.3 Магнитная запись звука и изображения

В устройствах магнитной записи звука принято различать аналоговый и цифровой методы. Они отличаются способом подготовки информации перед ее нанесением на носитель. В аналоговой записи на носитель путем некоторых физических преобразований наносится как бы отпечаток исходного сигнала, его аналог (отсюда и название способа). В магнитофоне электрический входной сигнал преобразуется головкой записи в магнитное поле. Под действием этого поля изменяется ориентация магнитных частиц в магнитном слое ленты.

Основная беда аналогового способа заключается в нелинейности тракта. Преобразования сигнала ведут к потере информации, как в игре «испорченный телефон», где каждый следующий участник немного привирает. Самое слабое звено магнитной записи – это лента. От нее требуется, чтобы изменения ориентации магнитных частиц в точности соответствовали изменению входного сигнала и магнитного поля головкой записи, а это очень непросто по объективным физическим причинам. Впрочем, определенные успехи в разработке магнитных лент достигнуты.

Цифровой способ записи несколько сложнее. Сначала сигнал превращается в поток данных. Это можно представить, примерно, так: очень быстродействующий вольтметр несколько десятков тысяч раз в секунду измеряет напряжение входного сигнала и выдает показания в виде непрерывной последовательности чисел. Эта последовательность потом записывается на носитель, но уже не в

виде отпечатка сигнала, а числовой информации о нем. Число записывается на пленку в виде последовательности импульсов. Это проще, поскольку от носителя требуется только различать «есть – нет». Таким образом, можно в значительной степени избавиться от недостатков самой магнитной среды. Платой за простоту является повышенная скорость потока данных. Кроме того, исходный сигнал приобретает некоторую дискретность, то есть раздробленность, поскольку подвергается сугубо нелинейному преобразованию из аналоговой формы в цифровую. Это, конечно же, не может не отразиться на звуке.

В настоящее время стало ясно, что удобство и возможности цифровой записи перевешивают качество аналоговой, по крайней мере, если говорить о профессиональном использовании. На некоторых стадиях работы еще иногда применяют аналоговую запись, но сам финальный продукт (CD, мини-диск, видеодиск, DVD) в подавляющем большинстве случаев – цифровой. Цифровые носители и рекордеры совершенствуются, качество записи растет и догоняет аналоговую.

Видеомагнитофон имеет много общего со звуковыми магнитофонами. В нем, как и в звуковом магнитофоне, есть лентопротяжный механизм, перемещающий магнитную ленту вдоль магнитных головок. В головке записи колебания электрического тока, пропорциональные записываемому сигналу, преобразуются в изменения магнитного поля, намагничивающего ленту. Благодаря эффекту гистерезиса за головкой записи остается магнитная дорожка на ленте – сигналограмма. При воспроизведении магнитная лента перемещается вдоль головки воспроизведения. Остаточная намагниченность сигналограммы преобразуется в головке воспроизведения в электрический сигнал.

Однако имеются значительные отличия телевизионного видеосигнала от звукового сигнала. Надо отметить более широкую полосу частот, занимаемую видеосигналом. Особенности телевизионного сигнала обуславливают и высокие требования к стабильности скорости перемещения ленты относительно головок [8].

Видеозапись стала возможной благодаря принципиально новым решениям, найденным специалистами фирмы Ampex. Сигнал записывается отдельными строчками, расположенными поперек ленты. Такая запись получила название поперечно – строчной. Перенос спектра в высокочастотную область с целью согласования частотного диапазона видеосигнала с возможностями процесса магнитной записи – воспроизведения выполнен в аппарате Ampex с помощью частотной модуляции.

Таким образом, новыми решениями, позволившими ввести видеозапись в практику телевидения, являются:

- строчная запись вращающимися головками;
- частотная модуляция.

Эти решения оказались настолько удачными, что были использованы во всех видеомагнитофонах, служащих для записи аналогового видеосигнала. На их основе были созданы также высококачественные аппараты магнитной звукозаписи. Метод строчной записи используется и в цифровых видеомагнитофонах [8].

К проблеме цифровой видеозаписи подключились международные организации. В 1979 году были образованы рабочие группы SMPTE и EBU по цифровой видеозаписи. В результате интенсивной совместной работы фирм – производителей телевизионной аппаратуры, вещательных компаний и международных организаций по стандартизации был создан стандарт компонентной цифровой видеозаписи, получивший название D-1. Через несколько месяцев был разработан формат D-2, затем D-3, D-5. С тех пор новые форматы видеозаписи на магнитную ленту появлялись практически каждый год.

Значительным этапом развития цифровой видеозаписи стало объединение усилий таких ведущих фирм, как Sony, Matsushita, Philips, Thomson, JVC, Hitachi, Sanyo, Sharp, Toshiba в рамках проекта DVC (Digital Video Cassette – цифровая видеокассета). В результате их работы были разработаны спецификации на семейство кассет, формат ленты, стандарт видеокompрессии.

Достаточно упомянуть системы DCT и Digital Betacam, Betacam SP, Digital – S, DV, DVCPRO, DVCAM, Betacam SX.

Обилие форматов цифровой видеозаписи обусловлено многими факторами. Это отражает стремление фирм – производителей аппаратуры улучшить параметры и эксплуатационные характеристики цифровых видеомагнитофонов, расширить сферу их применения. Это объясняется и большей гибкостью, которая обеспечивается цифровыми методами обработки сигналов. Прогресс цифровой видеозаписи неразрывно связан также с увеличением плотности записи информации: уменьшением ширины ленты, шага строчек записи, скорости транспортирования ленты, что достигается благодаря новым и более совершенным носителям записи. В значительной мере

прогресс цифровой видеозаписи определяется успехами в теории информации и кодирования и достижениями в электронике. Потенциал всех перечисленных областей науки и техники велик, поэтому, вероятно, появятся и новые форматы цифровой видеозаписи.

3.4 Разновидности носителей записи

Попробуем описать различные типы носителей записи, ориентируясь на физическую среду, используемую для записи и хранения информации.

1. **Магнитная среда.** Прежде всего, это – магнитные ленты разных видов, на рулонах и в кассетах. К этому же классу относятся накопители данных: гибкие и жесткие диски («винчестеры»), на которых можно хранить звук в цифровом виде, стримерные кассеты, а также относительно недавно появившиеся накопители Jaz и Zip.

2. **Оптическая среда.** Это формат CD-R, где запись производится при помощи лазерного луча на специальные однократно записываемые диски.

3. **Магнито-оптическая среда.** Этот способ схож с оптическим. Однако в нем кроме лазерного луча требуется еще магнитное поле, которое создается специальной головкой. Основное преимущество этого способа – возможность перезаписи, малые габариты и долговечность дисков. Недостаток – относительно малое быстродействие.

4. **Электронная память.** Микросхемы оперативной памяти (RAM).

5. **Механическая запись.** Звуковые колебания наносятся на носитель механическим путем. Виниловые грампластинки – прямые потомки восковых валиков, еще недавно были широко распространены, и сейчас осталось немало приверженцев этого варианта записи.

На многих радиостанциях и дискотеках стоят проигрыватели виниловых дисков, но это, скорее, дань прошлому. Говорить о широком профессиональном использовании механической записи уже не приходится.

Скажем несколько слов об устройствах магнитной записи – рекордерах.

Устройства записи на магнитную ленту называются магнитофонами. Среди аналоговых и цифровых магнитофонов различают катушечные и кассетные, с вращающимися и неподвижными головками.

На сегодня магнитная запись, похоже, остается последним оплотом аналоговой концепции.

Самым высококачественным способом магнитной аналоговой записи является запись на *стационарные магнитофоны с неподвижными головками*. Аналоговая магнитная лента сегодня применяется в основном для записи исходного многоканального материала на широкую ленту, а также для сведения фонограмм и премастеринга с более узкой лентой.

Активно используется один из самых дешевых форматов записи – на *аналоговые кассетные магнитофоны с неподвижными головками*. Это самые обыкновенные кассетники. В каждой студии, как правило, есть такой магнитофон, он пригодится, если кто-то принесет материал на кассете, или если необходимо прослушать результат работы дома или в машине.

Одно время *цифровые катушечные магнитофоны с неподвижными головками* были распространены в очень крутых студиях на Западе. Но при весьма неплохих данных они стоят достаточно безумных денег. Сейчас их популярность падает потому, что появляются более дешевые и удобные способы записи.

Самый обширный и популярный в наше время класс – *цифровые кассетные с вращающимися головками*. К этому классу относится формат DAT, а также многоканальные рекордеры, использующие для записи видеокассеты.

В DAT формате запись ведется на небольшие специальные кассеты. С механической точки зрения, DAT магнитофон очень похож на обычный видеоманитофон. Принцип вращающихся головок позволяет вести очень скоростную запись, только уже не аналогового сигнала, а потока цифровых данных в 16-ти битовом формате. На кассету вмещается два часа цифровой записи, что очень неплохо. Относительно невысокая стоимость кассет (порядка 10–15 долларов) привела к тому, что сейчас DAT – студийный стандарт для сведения фонограмм, а также для мастеринга. Каждая уважающая себя студия просто обязана иметь такой магнитофон.

Магнитная запись на жесткие и гибкие магнитные диски. Жесткие диски (HD – Hard Disk) в основном используют в компьютерах для хранения информации, но ведь звук – это тоже информация. И коль скоро удалось найти способ преобразовывать звуковые волны в потоки цифр, можно воспользоваться и компьютерными накопителями для его хранения. Занимает он достаточно много места, порядка 5 МБ на минуту одноканальной записи, но зато не теряется качество при

перезаписях. Тысячная цифровая копия будет неотличима от оригинала потому, что в этих накопителях гораздо жестче требования к ошибкам, чем у DAT-кассет и видеокассет. Вероятность ошибки в современных жестких дисках ничтожна.

Магнито-оптический диск (МО) похож на жесткий диск, поэтому и рекордеры на его базе тоже очень похожи на HD рекордеры. Стандартные сменные МО диски емкостью 1,3 ГБ стоят дешевле, нежели картриджи Jaz, хотя реакция у них похуже. По надежности хранения данных МО представляется лучшим вариантом, нежели картриджи Jaz. Кроме того, уже появились МО диски емкостью около 5 ГБ и с высокой скоростью доступа.

Близкий родственник МО – **мини-диск (MD)**, придуманный фирмой Sony. Информационная емкость MD составляет 150 МБ, однако время звучания такое же, как у CD (650 МБ) – порядка 74 минут. Чудес, естественно, не бывает. Это достигается при помощи алгоритма компрессии звука. В двух словах процесс можно описать так: из звука выкидываются куски по специальному алгоритму так, что «наивное» человеческое ухо этого не замечает. В результате, для записи требуется в четыре раза меньше места, а качество звука остается весьма высоким.

Долговечность мини-дисков очень высока. Фирмы-изготовители гарантируют миллион циклов перезаписи, хотя на практике получается что-то около ста. Все равно, MD очень удобен и с особым энтузиазмом применяется на концертах для запуска фонограмм. Широко этот формат применяется и на радиостанциях для выпуска в эфир заставок, джинглов и т.д. Для примера, профессиональный MD рекордер Denon DN-1100 (примерно 2800 долл.) снабжен 10 кнопками быстрого запуска, которые позволяют мгновенно запустить заранее выбранные фрагменты. Первые несколько секунд идет воспроизведение из буферной памяти, а за это время аппарат успевает найти нужный кусок на диске и продолжить воспроизведение уже с диска.

3.5 Устройства отображения (воспроизведения) видеоинформации

Большинство устройств отображения (воспроизведения) используются как оконечные устройства телевизионных систем. Современная телевизионная система состоит из трех узлов (рисунок 3.1), каждый из которых выполняет свою четко сформулированную задачу.



Рисунок 3.1 – Структура телевизионной системы

Так, преобразователь свет-сигнал (это может быть, например, видеокамера) из поступающего на его вход оптического изображения формирует электрический сигнал, который принято в телевидении называть сигналом изображения или видеосигналом (ВС). Видеосигнал, в свою очередь, передается по каналу связи и затем в месте приема преобразуется в изображение на телевизионном экране. Наиболее часто в настоящее время в качестве преобразователя сигнал-свет используются приемные телевизионные трубки (кинескопы) – черно-белые и цветные, однако возможно применение и других приборов, например, жидкокристаллических экранов, проекционных кинескопов, плазменных панелей и т.д.

Несмотря на простоту схемы рисунка, необходимо отметить, что ТВ устройства являются едва ли не самыми сложными из радиоэлектронных устройств. Это связано с тем, что телевидение постоянно развивается и совершенствуется, вбирая в себя новейшие достижения науки и техники и стимулируя, в свою очередь, их развитие. Современный этап развития телевидения характеризуется интенсивным внедрением цифровых технологий обработки сигналов, использованием достижений твердотельной электроники, ПЗС (приборов с зарядовой связью), ПАВ, созданием и развитием цифрового спутникового телевидения, разработкой и внедрением ТВЧ.

Понятие элемента изображения (элемент разложения, пиксел) является фундаментальным в современном телевидении, а развертка – основным технологическим процессом при анализе и синтезе телевизионного изображения.

Современные преобразователи свет-сигнал (ПСС) основаны на явлениях внешнего или внутреннего фотоэффекта. В отличие от таких простейших преобразователей, как фотоэлемент или фотодиод, телевизионные ПСС являются многоэлементными приборами, в которых процесс фотоэлектрического преобразования по всему полю изображения совмещен с процессом развертки, во время которой производится считывание информации о яркости и цветности последовательно со всех элементов изображения и формирование телевизионных видеосигналов.

В телевидении можно выделить два подкласса ПСС – приборы мгновенного действия и приборы с накоплением заряда. Ярким представителем семейства приборов мгновенного действия является *диссектор*, который, однако, не может быть использован в вещательном телевидении из-за низкой чувствительности. В телевизионном вещании используются исключительно ПСС с накоплением зарядов, среди которых наиболее широко распространены электровакуумные приборы типа *видикон* и его модификации: *плюмбикон*, *кремникон*, *сатикон*, а также твердотельные ПСС – *матрицы ПЗС* [8].

Перспективными в современном телевидении являются твердотельные преобразователи свет-сигнал на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС). ПЗС структура удачно сочетает в себе способность преобразования оптического изображения в совокупность зарядовых пакетов с возможностью накопления, хранения и перемещения пакетов в нужном направлении.

Широко распространенным *преобразователем сигнал-свет* в современном телевидении является черно-белый или цветной *кинескоп*. Он осуществляет электрооптический синтез изображения. Наиболее просто синтез изображения осуществляется в черно-белом телевидении на экране черно-белого кинескопа. Процесс электрооптического синтеза заключается в следующем. С помощью электронного прожектора и ускоряющего напряжения создается электронный луч, сфокусированный в плоскости экрана кинескопа. На внутреннюю поверхность экрана нанесен слой люминофора, который взаимодействует с электронным пучком и за счет явления катодoluminesценции преобразует кинетическую энергию электронов в оптическую энергию светового пятна. Это пятно является «рисующим элементом» (апертурой) кинескопа и от его размера и формы зависит четкость телевизионного изображения. С помощью магнитного отклонения электронного луча производится перемещение светового пятна по экрану и, таким образом, формируется телевизионный растр. Ток луча модулируется с помощью видеосигнала. Таким образом, телевизионное изображение – это модулированный растр.

Современный цветной кинескоп представляет собой довольно сложную прецизионно изготовленную конструкцию, которая, образно говоря, совмещает в одной стеклянной колбе три кинескопа, формирующих три цветоделенных изображения, соответствующих основным цветам колориметрической системы RGB (Red, Green, Blue). Каждое из цветоделенных изображений сканируется «своим» электронным лучом – «красным», «зеленым» или «синим», а каждый из лучей модулируется «своим» информационным сигналом – U_R , U_G или U_B . Для каждого из лучей обычно предусмотрен индивидуальный электронный прожектор, однако для всех трех лучей имеется общая система электростатической фокусировки и магнитного отклонения.

Три цветоделенных изображения совмещаются на общем экране, имеющем мозаичную структуру и обеспечивающем пространственное смешение цветов. Высокая четкость цветного изображения обеспечивается, если триада, состоящая из рядом расположенных красного, зеленого и синего элементов и представляющая собой один яркостный элемент, воспроизводится одновременно, для чего необходимо сведение трех лучей на телевизионном экране с точностью до яркостного элемента.

Современный этап развития телевидения характеризуется интенсивным внедрением цифровых методов обработки и передачи телевизионного сигнала. Прогресс в области цифрового телевидения стимулируется развитием спутниковых и волоконно-оптических линий связи, предназначенных для передачи широкополосных цифровых сигналов, принятием международного стандарта МККР на цифровое кодирование телевизионных сигналов, развитием систем телевидения высокой четкости (ТВЧ), требующих глубокого кодирования сигналов с последующим декодированием, что возможно лишь на основе цифровых технологий.

Развитие цифровых методов в телевидении происходит по многим направлениям: внедрение в существующие аппаратно-студийные комплексы (АСК) телецентров цифровых устройств, создание полностью цифровых аппаратно-студийных блоков (АСБ), входящих в состав АСК, создание массовой телевизионной аппаратуры (телевизоры, видеокамеры и видеомагнитофоны) на основе цифровых методов обработки сигналов и управления, совершенствование существующих и создание новых систем цифровой передачи информации, позволяющих улучшить качество телевизионного вещания и расширить сеть абонентов, например, за счет непосредственного телевещания со спутников.

В последнее время широко применяются новые виды устройств преобразования сигнал-свет. Среди них жидкокристаллические (LCD) телевизоры (экраны) и плазменные панели (дисплеи).

Экран *LCD телевизора* состоит из матрицы жидкокристаллических ячеек – пикселей. Эти ячейки являются пассивными индикаторами, преобразующими падающий на них свет. В LCD телевизоре используются индикаторы, работающие на просвет.

Жидкие кристаллы (ЖК) называют также анизотропными жидкостями, электрические и оптические свойства которых зависят от направления их наблюдения. Плотность ЖК близка к плотности воды и незначительно отличается от единицы. Жидкие кристаллы – диамагнитный материал, ЖК выталкиваются из магнитного поля. Они относятся к диэлектрикам, их удельное сопротивление составляет 106... 1010 Ом-см и зависит от наличия и концентрации проводящих примесей. Теплопроводность ЖК в направлении вдоль молекул отличается от теплопроводности в поперечном по отношению к молекулам направлении.

Достоинствами ЖК экранов являются:

- малая потребляемая мощность;
- низкие рабочие напряжения;
- плоская форма экрана;
- ограниченная толщина экрана (рис. 3.2);
- большая долговечность.

Основные недостатки – сравнительно ограниченный угол обзора и зависимость от температуры окружающей среды. Быстродействие определяется временем отклика ячейки, а время отклика измеряется при переключении пиксела с черного отклика колеблется от 25 мс до 16 мс для разных причин очень динамичные смены сюжетов на картинке. Максимальная яркость LCD экранов обычно варьирует в пределах 150–250 кд/м². Контрастность – от 200:1 до 450:1



Рисунок 3.2

низкое быстродействие, температуры внешней среды. ячейки, а время отклика на белый и обратно. Время типов ЖК-матриц. По этой LCD экране приводят к размытию

В настоящее время используются в основном четыре типа ЖК-матриц. Технология TN+Film (Twisted Neumatic плюс пленка, наложенная на экран для увеличения углов обзора) является старейшей и характеризуется в первую очередь небольшими углами обзора и плохой цветопередачей.

Для устранения этих недостатков компания Hitachi разработала технологию IPS (In-Plane Switching), давшую великолепный результат по углам обзора и превосходной цветопередаче. Именно потому этой технологии, типа S-IPS (Super-IPS) и DD-IPS (Dual Domain IPS), применяются в аппаратуре для профессиональной работы с цветом.

Однако технология IPS получилась сравнительно дорогой, что привело к появлению на свет матриц Fujitsu MVA (Multidomain Vertical Alignment), представлявших собой разумный компромисс между углами обзора, скоростью и цветопередачей.

Вслед за Fujitsu компания Samsung разработала технологию PVA (Patterned Vertical Alignment), в общих чертах повторяющую MVA и отличающуюся, с одной стороны, несколько большими углами обзора, но с другой – худшим временем отклика.

На этом примере видно, что идут активные поиски устранения недостатков, присущих LCD матрицам и можно ожидать скорейшего решения этих проблем. Другой новинкой являются плазменные панели.

Поверхность *плазменного дисплея* состоит из пикселей, каждый из которых имеет 3 ячейки. Это источники трех основных цветов: красного, зеленого и синего. Ячейка представляет собой герметичную стеклянную емкость прямоугольной формы, заполненную газом в плазменном состоянии, и покрытую изнутри цветным фосфором. Состав этого фосфора тот же, что используется в электронно-лучевых трубках, применяемых в телевизорах и мониторах. Через каждую ячейку протекает электрический ток тлеющего разряда, чем он больше – тем ярче свечение ячейки. Величина тока в каждой ячейке индивидуально регулируется цифровой системой плазменной панели. С помощью каждой ячейки можно получить до 16 миллионов оттенков определенного цвета, благодаря чему изображение на экране становится столь сочным и реалистичным.

Экран плазменного дисплея может быть намного больше телевизионного, при этом он не испускает вредных электромагнитных излучений. Помимо размеров, основным достоинством панели является более высокая, чем у телевизоров и мониторов, контрастность изображения и угол обзора – 160.

Плазменные дисплеи отличаются от кинескопов отсутствием мерцания изображения, что позволяет зрителям не утомляться при просмотре сеансов в домашнем кинотеатре. Благодаря всем этим достоинствам плазменные панели нашли применение в качестве информационных табло в

аэропортах и на выставках, а также для оформления выставочных стендов и телевизионных студий. Большинство панелей имеет соотношение сторон экрана 16:9, что обусловило их применение в системах домашнего кинотеатра.

Благодаря абсолютной плоскости экрана панели, отсутствуют искажения изображения, характерные при работе с телевизионным или мониторным экраном. У плазменных панелей отсутствует неравномерность изображения от центра к краям экрана, характерная для проекционных телевизоров, что значительно увеличивает угол обзора.

Самый распространенный размер диагонали экрана 42 дюйма. Однако большинство производителей уже анонсировали или перешли к серийному выпуску моделей с размерами диагонали 50, 60, 61. Существуют панели и с другими диагоналями экранов. Так, на японском рынке более распространен стандарт 37.

Яркость обычно варьирует в пределах 300–600 кд/м². Контрастность – от 300:1 до 600:1.

Соотношение сторон плазменной панели обычно составляет 16:9, что соответствует новому стандарту телевизионного сигнала HDTV. Однако такой формат может создавать проблемы при отображении информации с компьютера (соотношение сторон экрана – 4:3). У большинства моделей существует специальная функция растягивания изображения с соотношением сторон 4:3 на весь экран, однако для достижения высокого качества изображения необходимо использовать специальную видеокарту. С ее помощью искажения, связанные с растягиванием изображения, станут практически незаметными. Существует также формат плазменной панели 4:3, однако он менее распространен на российском рынке.

3.6 Вопросы для самопроверки

1. Приведите классификацию микрофонов и громкоговорителей.
2. Кто изобрел магнитную запись и разработал основные узлы устройства записи?
3. Укажите особенности аналогового и цифрового вида записи сигналов.
4. Какие устройства магнитной записи Вы знаете?
5. Кто впервые разработал и применил промышленный видеомэгнитофон?
6. Перечислите типы носителей записи.
7. Благодаря каким новым решениям удалось ввести видеозапись в практику телевидения?
8. Какие Вы знаете форматы цифровой записи изображений?
9. Структура телевизионной системы?
10. Какие Вы знаете преобразователи свет-сигнал?
11. Как работает преобразователь сигнал – свет?
12. Что Вы знаете о LCD экранах и плазменных панелях?

4 Микропроцессоры в бытовой РЭА аудиовизуальной технике

и

4.1 Краткая история

Создание фирмой Intel первого микропроцессора в 1971 году положило начало эпохе компьютеризации. «Благодаря микропроцессорам компьютеры стали массовым, общедоступным продуктом», – заявил Тед Хофф (Ted Hoff), один из изобретателей первого микропроцессора. Его имя, вместе с именами его коллег – Федерико Феджина (Federico Faggin) и Стена Мейзора (Stan

Mazor) – внесено в список лауреатов Национального зала славы изобретателей США, а само изобретение признано одним из величайших достижений XX века.

За чуть более чем четвертьвековую историю микропроцессоры прошли поистине гигантский путь. Первый чип Intel 4004 работал на частоте 750 КГц, содержал 2300 транзисторов и стоил около \$200. Производительность его оценивалась в 60 тыс. операций в секунду. Буквально вчера, рекордные показатели принадлежали микропроцессорам Alpha 21264 фирмы DEC и составляли: 600 МГц, 15,2 млн. транзисторов, 2 млрд. операций в секунду и около \$300 соответственно. Сегодня микропроцессоры перешагнули гигагерцовый рубеж и показывают хороший рост всех характеристик при неизменном относительном снижении цен.

Сравнение приведенных значений подтверждает оценку успехов микропроцессорной индустрии, данную основателем и председателем совета директоров фирмы Intel Гордоном Муром (Gordon Moore): «Если бы автомобилестроение эволюционировало со скоростью полупроводниковой промышленности, то сегодня «Роллс-Ройс» стоил бы 3 доллара, мог бы проехать полмиллиона миль на одном галлоне бензина и было бы дешевле его выбросить, чем платить за парковку».

В микропроцессорах – наиболее сложных микроэлектронных устройствах – воплощены самые передовые достижения инженерной мысли. В условиях свойственной данной отрасли производства жесткой конкуренции и огромных капиталовложений, выпуск каждой новой модели микропроцессора, так или иначе, связан с очередным научным, конструкторским, технологическим прорывом.

Разнообразие видов микропроцессорных изделий поражает воображение. Здесь и микропроцессоры (МП) и микропроцессорные комплекты (МПК), микроконтроллеры (МК, ОМК), универсальные и специализированные микро-ЭВМ (μ -ЭВМ, ОЭВМ, DSP), различные архитектуры (Гарвардская, фон-Неймановская), всевозможные системы команд (CISC, RISC, MISC) и т.д. [9].

Революционное развитие микропроцессорной техники наложило свой отпечаток и на радиоэлектронную аппаратуру. Современная радиоаппаратура широко использует микропроцессоры (МП) и микроконтроллеры. Бытовая радиоаппаратура с использованием микропроцессоров уже не представляется диковинным и необычным явлением. Причем, некоторые виды бытовой РЭА и АВТ вообще не мыслимы без МП: персональные ЭВМ, цифровые аудио- и видеопроигрыватели, сотовые телефоны и т.д.

Применение МП в бытовой РЭА и аудиовизуальной технике обычно связано с двумя возможными вариантами. В первом случае на базе микропроцессорного комплекта или однокристалльной микро-ЭВМ реализуется система управления устройствами. Второй случай связан с построением МП системы цифровой обработки сигналов.

4.2 МП в системах управления

Под *управлением* обычно понимают целенаправленное воздействие на объект, в результате которого он переходит в требуемое состояние. *Объектом* управления назовем ту часть окружающего мира, на которую можно воздействовать с определенной целью. В качестве объектов управления можно понимать различные природные и искусственные системы, устройства, явления.

В нашем случае в качестве объектов управления следует понимать отдельные компоненты радиоэлектронной аппаратуры и всю систему в целом.

В каждый момент времени объект находится в одном из своих возможных состояний. Любой объект управления (рисунок 4.1) существует не сам по себе, а в окружающей его среде.

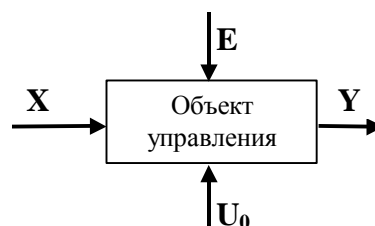


Рисунок 4.1 – Взаимодействие объекта управления с окружающей средой

Среда постоянно воздействует на состояние объекта. Эти воздействия можно разделить на три группы:

- объективно существующие и наблюдаемые воздействия (вход объекта X);
- управляющие воздействия, с помощью которых происходит управление объектом (управляющий вход объекта U_0);
- неизмеряемые параметры среды и случайные изменения объекта (вход возмущений E).

Состояние объекта (выход объекта Y) можно представить параметрами, характеризующими его в каждый момент времени.

Управляющие воздействия U_0 подаются на объект с определенной целью. *Цель управления* – это требуемое состояние или последовательность состояний объекта во времени. Цель должна быть описана с помощью параметров Y .

Таким образом, для управления объектом необходима следующая информация:

- перечень возможных состояний объекта;
- перечень входных параметров объекта и диапазоны изменения их значений;
- допустимые управляющие воздействия;
- характер возмущений;
- цель управления объектом.

На основе этой информации для достижения цели управления требуются алгоритмы и средства преобразования входов объекта в необходимые управляющие воздействия и цели управления – в последовательность состояний объекта. Под *алгоритмом* понимают конечный набор правил для однозначного преобразования исходных данных в выходные.

На рисунке 4.2 приведена обобщенная структура системы управления.

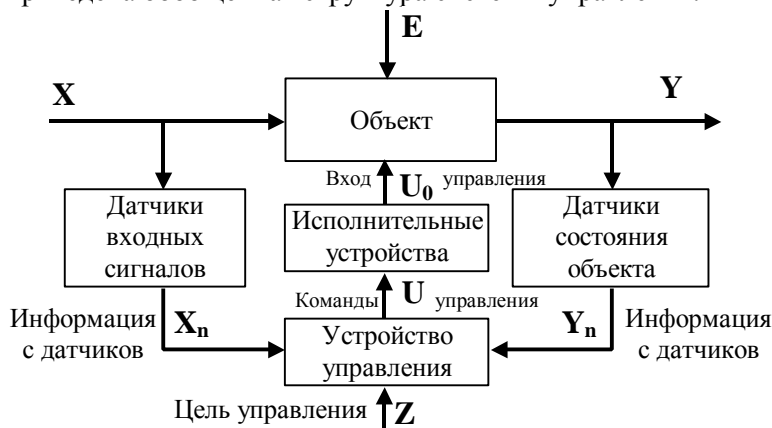


Рисунок 4.2 – Структурная схема системы управления

В ней имеются датчики, предназначенные для измерения состояний внешней среды и объекта управления, устройство управления, формирующее команды управления, исполнительные устройства, преобразующие команды в управляющие воздействия на входе управления объекта.

Для целенаправленного функционирования устройства управления ему необходимо задать цель управления Z . Достижение цели осуществляется по алгоритму управления, представляющему собой набор блоков аппаратных средств или набор программ.

Программы используются в случае, когда в качестве устройства управления применяются управляющие микроконтроллеры или микро-ЭВМ.

При работе микро-ЭВМ и контроллеров в составе системы управления им приходится выполнять различные действия:

- принимать информацию от датчиков о состоянии окружающей среды и объекта;
- рассчитывать в реальном времени управляющие воздействия и передавать их на исполнительные устройства;
- отображать, при необходимости, информацию о текущем состоянии системы пользователю на индикаторах;
- принимать и обрабатывать команды пользователя по изменению условий процесса управления.

В высококлассной аппаратуре многофункционального назначения (телевидение, звукозапись и воспроизведение), для которой характерна повышенная сложность, использование микропроцессоров заметно сказывается на упрощении некоторых блоков при реализации

определённого набора потребительских удобств. Выделяются 2 пути повышения рентабельности систем управления: разработка специализированных БИС для систем управления и разработка систем управления на базе микропроцессорных комплектов. При достоинствах первого пути (малые габариты, высокая надёжность, низкая себестоимость) он имеет существенный недостаток: даже при самых ничтожных изменениях электрических характеристик или функциональных возможностей требуется разработка новой схемы.

Второй путь, хотя и обладает некоторой функциональной избыточностью и требует большего числа интегральных схем, привлекателен тем, что для создания различных модификаций систем управления требуется замена только программы в ПЗУ, что существенно сокращает время на разработку систем управления. При выборе микропроцессорных комплектов следует ориентироваться на элементную базу с малым током потребления и большим диапазоном питающих напряжений, что позволяет создать универсальную систему управления для переносной и стационарной радиоэлектронной аппаратуры. В аппаратуре пониженных категорий сложности может использоваться часть компонентов системы управления, наиболее важных для потребителя, например, устройства для установки, поддержания и отсчёта частоты настройки, устройство запоминания кодов фиксированной частоты, различные электронные переключатели, индикаторы электронного отображения информации и др.

4.3 МП в системах обработки сигналов

Другой областью применения микропроцессоров и микроконтроллеров в устройствах АВТ и БРЭА являются задачи цифровой обработки сигналов и изображений.

Среди задач цифровой обработки можно назвать преобразование Фурье, свертку функций, кодирование, цифровую фильтрацию, спектральные преобразования. В типичном случае входной аналоговый сигнал с выхода датчика (видеосигнал, радиосигнал) подвергается аналогово-цифровому преобразованию (АЦП) (рисунок 4.3).

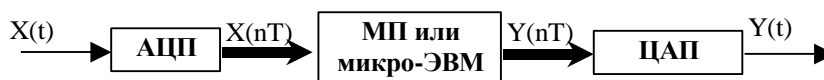


Рисунок 4.3 – МП для задач обработки сигналов

Оцифрованный и дискретизованный сигнал $X(nT)$ является входным для микропроцессора или микро-ЭВМ. В микро-ЭВМ обработка входных данных выполняется с помощью программных средств или аппаратных ресурсов по заранее заданному алгоритму. Выходной цифровой сигнал часто подвергается обратному преобразованию – цифро-аналоговому (ЦАП).

Для каждой из указанных областей применения имеются свои классы микропроцессоров и микро-ЭВМ, наиболее приспособленных для решения соответствующих задач. Использование МП в «своей» области позволяет обеспечить наилучшие характеристики по производительности системы и ее стоимости.

Для цифровой обработки сигналов используются так называемые цифровые сигнальные микропроцессоры **DSP** (Digital Signal Processor) [10].

Отличительной особенностью задач цифровой обработки сигналов является поточный характер обработки больших объемов данных в реальном режиме времени, требующий от технических средств высокой производительности и обеспечения возможности интенсивного обмена с внешними устройствами. Соответствие указанным требованиям достигается в настоящее время благодаря специфической архитектуре сигнальных процессоров, проблемно-ориентированной системе команд.

Сигнальные процессоры обладают высокой степенью специализации. В них широко используются методы сокращения длительности командного цикла, характерные для универсальных RISC-процессоров.

Сигнальные процессоры в настоящее время нашли применение для создания персональных носимых биометрических и медицинских систем, сотовых и радиотелефонов, персональных систем радиовызова, персональных цифровых ассистентов (PDA). Они используются в технике беспроводной передачи данных (радиосети), в системах радио- и гидролокации, в системах распознавания речи и обработки изображений, в средствах телекоммуникации и медицинской диагностики, цифровых аудиосистемах, робототехнике, системах медицинской диагностики, в военной электронике. На их основе выпускаются устройства цифровых беспроводных средств связи, радиомодемы, схемы управления электродвигателями, цифровые безленточные автоответчики и т.д.

В настоящее время стал популярен и другой подход к получению высокой производительности устройств. Большое количество транзисторов на кристалле может быть использовано для создания симметричной мультипроцессорной системы с более простыми процессорами, обрабатывающими целочисленные операнды. Примерами таких, так называемых *медийных* процессоров, служат Mediaprocessor компании MicroUnity, Trimedia компании Philips, Mpack Media Engine компании Chromatic Research, NV1 компании Nvidia, MediaGx компании Cyrix.

Эти процессоры создавались, исходя из потребности обработки в реальном времени видео- и аудиоинформации в мультимедийных персональных компьютерах, игровых приставках, бытовых радиоэлектронных приборах. В связи с более простой схемотехникой по сравнению с универсальными сигнальными процессорами стоимость медийных процессоров достаточно низкая (порядка \$100), а значение показателя «производительность/стоимость» на два – три порядка больше. Пиковое значение производительности медийных процессоров составляет несколько миллиардов целочисленных операций в секунду [9].

4.4 Вопросы для самопроверки

1. Укажите варианты использования микропроцессоров в БРЭА и АВТ.
2. С чем связан выпуск каждой новой модели микропроцессора?
3. Предсказание Гордона Мура?
4. Что обозначают термины: управление, цель управления, объект управления, алгоритм управления?
5. Укажите задачи цифровой обработки сигналов.
6. Что такое сигнальные процессоры?
7. В каких областях техники применяются сигнальные процессоры?
8. Что такое медийные процессоры?

5 Управление персоналом

5.1 Инженер – будущий руководитель

Для того чтобы предприятие устойчиво функционировало и развивалось, оно должно располагать такими работниками, которые способны подходить к работе творчески, стремиться к нововведениям, плодотворно работать в коллективе, добиваться успешного решения главных задач, стоящих перед предприятием.

Руководители процветающих фирм любят повторять, что главный потенциал их предприятий заключен в кадрах. И это правильно. Человек является важнейшим элементом производственного процесса на предприятии. Без людей нет организации. Без нужных людей ни одна организация не сможет достичь своих целей и выжить. Поэтому управление людьми (кадрами, персоналом, человеческими ресурсами) для предприятия имеет первостепенное значение.

Для того чтобы управление было эффективным, нужно хорошо знать потребности и интересы людей вообще и каждого человека в отдельности, поскольку каждый человек индивидуален [11]. К каждому человеку нужен особый подход, если руководитель группы, подразделения, предприятия или фирмы (далее менеджер) хочет, чтобы данный работник раскрыл весь свой собственный потенциал. Одной из главных задач управления персоналом является создание условий для реализации каждым работником своих потенциальных возможностей, возбуждения в людях энтузиазма, стремления выполнять поставленные перед ними задачи наилучшим образом. Надо учитывать, что глобальной целью человека, которая была определена К. Марксом, является обеспечение полного материального благосостояния и свободного всестороннего развития личности [12].

Умение работать с людьми в значительной мере зависит от личных качеств менеджера, от стиля его общения с подчиненными. В стиле этого общения возможны разные варианты. В одних случаях подчиненному даются директивные указания, которые затем подробно разъясняются (авторитарный стиль). В других предоставляют широкие возможности в принятии решений, в проявлении инициативы с последующим жестким контролем за исполнением (демократический стиль). Выбор стиля в значительной степени зависит от особенностей сотрудника. Например, во Франции, если сотрудник некомпетентный и не заинтересован в результатах своего труда, менеджеру рекомендуется применять директивно-побудительный тип поведения. Но если работник некомпетентен, но заинтересован в результатах своего труда (например, молодой специалист), ему должно оказываться постоянное внимание и уважительный стиль общения. Для специалиста высокой квалификации, не заинтересованного в собственном успехе и фирмы в целом, необходимо создание системы стимулов. Если работник обладает необходимыми специальными знаниями и стремится добиться наилучших результатов, ему следует предоставить широкие возможности для творчества в труде.

На практике часто встречается сочетание политики «кнута и пряника» с расширением демократизации. Опыт убеждает, что единого, универсального рецепта нет.

Важнейшие принципы руководства персоналом: обеспечение ответственности каждого работника за результаты его труда; каждый работник должен знать, кому он подчинен.

В настоящее время социально-экономические и социально-психологические методы работы управления персоналом начинают преобладать над административными. Менеджер должен в основном не приказывать своим подчиненным, а ориентировать их на проблемы, стоящие перед компанией, ранжируя их по значимости, помогать раскрытию способностей людей, концентрировать их на самом главном, формировать вокруг себя группу единомышленников – команду.

Важно иметь на фирме современную систему мотивации высокоэффективного труда, которая у большинства компаний, к сожалению, отсутствует. Известно, что за труд полагается вознаграждение, в качестве которого выступает все, что человек считает ценным для себя. Такого рода поощрения подразделяются на внутренние и внешние. К первым относятся чувство самоуважения, удовлетворения от достижения результатов, ощущение значимости своего труда, радость человеческого общения, возникающего в процессе выполнения работы, и др. К внешним вознаграждениям относится то, что предоставляется компанией взамен выполненной работы: заработная плата, премии, служебный рост, похвалы и признания, разнообразные льготы и поощрения.

Одним из наиболее действенных мотивов творчества труда является продвижение по службе.

Более эффективным материальным стимулированием является не просто повышение зарплаты, а гибко изменяемой ее части в зависимости от реальных достигнутых результатов.

Сильно стимулирует сотрудников к эффективной работе справедливая и своевременная оценка руководителем качества их работы, привлечение их к руководству предприятием.

Большой проблемой для абсолютного большинства российских предприятий является проблема качества кадров, их подготовка и, особенно, переподготовка.

Приобретение новых знаний в области экономики, менеджмента, маркетинга, управления персоналом должно носить не разовый, а непрерывный, стабильный характер. Это в первую очередь

относится к руководителям различного ранга. Важно внедрение новых активных методов обучения: метод обсуждения проблем в группах или «методы конференции», «метод разыгрывания ролей», метод анализа ситуаций.

При подборе кадров, повышении их квалификации можно ориентироваться на следующий перечень критериев оценки кандидатов [13]:

- способность принимать решение: аргументация и оценочное сравнение;
- коммерческая и деловая ориентация;
- умение работать с цифрами;
- способность к обучению;
- системное мышление;
- упорство и целеустремленность;
- решительность;
- самостоятельность, инициативность, активность;
- самоорганизация и способность разделять время;
- готовность к изменениям и гибкости;
- организаторские способности;
- способность к убеждению и сотрудничеству;
- способность к ведению переговоров;
- межличностные контакты;
- знание иностранного (в первую очередь, английского) языка.

5.2 Подготовка кадров

Объективные потребности инновационного развития вызвали к жизни новую концепцию подготовки кадров. В ее основе – становление и развитие творческой личности. Учебный процесс не ограничивается передачей учащимся необходимых знаний и навыков по определенной профессии, а направлен на развитие у них способности и желания осваивать новые области знания, овладевать новыми специальностями. Он направляется в основном на то, чтобы человек научился учиться дальше, всю свою жизнь.

Все более возрастающая роль в современной экономике отводится организационной и корпоративной культуре. Организационная культура фирмы – ключевая переменная системы инновационного управления трудом, объединяющая усилия персонала в достижении корпоративных целей. Корпоративная культура – совокупность ценностей и убеждений, разделяемых работниками фирмы, которые определяют нормы их поведения и характер жизнедеятельности организации. Она является важным фактором управления.

Главная цель корпоративной культуры – это обеспечение прибыльности предприятий за счет совершенствования управления персоналом в целях налаживания лояльного отношения сотрудников к руководству и к принимаемым решениям, что приводит к максимизации эффективности производственного менеджмента и деятельности предприятия в целом.

Привнесение корпоративной культуры, приводящее к благоприятному психологическому климату в коллективе, становится в современных условиях глобальным стратегическим ресурсом компании.

По свидетельству ведущих специалистов в области менеджмента, 21 век будет веком человеческого измерения экономики, когда главнейшим условием развития организации явится не успешная динамика экономических показателей, а положение в сфере коммуникации, где ведущая роль принадлежит внутренним общественным связям. Это не снижает и роль более традиционных общественных связей, именуемых в России «связями с общественностью».

Здоровая корпоративная культура – главный результат нормально развивающихся внутренних общественных связей, – оказывается залогом успешного разрешения любого кризиса, от которого не застрахована ни одна организация.

С учетом зарубежного опыта следует обратить особое внимание на последовательное внедрение нововведений в организационные структуры компаний, что существенно меняет ориентиры и акценты в управлении персоналом.

Происходит устранение ряда уровней управления, а оставшиеся вплоть до отдельного сотрудника наделяются большей ответственностью. Передовые компании, такие как DuPont, General Electric, Motorola и др. отказываются от прежней иерархической (вертикальной) структуры и

переходят на горизонтальную. Оказывается, управление по горизонтали намного действенней, чем по вертикали. При этом уменьшается обособленность функциональных и штабных звеньев. Горизонтальная структура помогает избежать нерациональных затрат, содействует мобилизации всех ресурсов компании, позволяет быстрее приспосабливаться к изменяющимся требованиям рынка. Процесс этот происходит непросто, особенно трудно оказалось заставить сотрудников изменить свою ориентацию с узкоспециализированных задач на более широкие. Тем предприятиям, которые ориентированы на массовое производство, наиболее подходят вертикальные организационные структуры. Предприятий, которые имели бы вертикальную и горизонтальную структуру в чистом виде, практически не существует.

Итак, можно выделить следующие основные функции службы управления персоналом: реализация стратегических и тактических целей своей фирмы; прогнозирование ситуации на рынке труда и в собственном коллективе для своевременного принятия соответствующих мер; систематический анализ имеющегося кадрового потенциала; оценка и обучение кадров; содействие адаптации работников к нововведениям; создание социально-комфортных условий в коллективе; решение вопросов психологической совместимости сотрудников и др.

Менеджеры по кадрам руководствуются в своей деятельности потребностями своих фирм и основных клиентов, а не собственными функциональными подходами, как было прежде, и выступают как равные партнеры с другими ведущими должностными лицами фирмы. Для каждого менеджера вообще, а по кадрам в особенности, наиболее важное место в его деятельности занимает набор кадров. Процедура набора состоит из следующих этапов:

- a) определение специфики вакантных должностей, на которые требуются кандидаты;
- b) определение численности и состояния потенциальных кандидатов;
- c) выбор методов набора;
- d) изучение заявлений;
- e) проведение предварительных бесед;
- f) подготовка списка кандидатов.

Имеются два возможных источника набора кадров: внутренний (из работников своего предприятия) и внешний (все другие). У каждого источника имеются свои достоинства и недостатки.

При отборе кандидатур очень многое зависит от первой беседы с человеком. Для этого разработаны соответствующие методики, в которых дается набор вопросов, задаваемых кандидату, их последовательность, отмечается, на что нужно обращать особое внимание, а также приводятся рекомендации по анализу ответов.

Достаточно хорошо при приеме на работу используется тестирование, на основании которого судят об индивидуально-психологических особенностях человека и уровне его способностей.

В зависимости от назначения обычно различаются следующие виды тестов, используемых при найме: на проверку достигнутого уровня знаний или навыков, на способности к обучению, умственные способности, на интересы, характеристические тесты и др. Имеется не мало разновидностей психологических качеств (интеллектуальные, эмоциональные, мотивационные, интерперсональные), которые могут определить тесты.

Большинство вновь вступающих работников лишь поверхностно представляют свою деятельность. У них остается масса открытых вопросов и проблем, поэтому нужна их правильная ориентация – деятельность, посвященная введению новых работников в курс задач на новом месте работы, по ознакомлению их с руководителями и рабочими группами. Правильное введение в курс дела способствует снижению текучести.

При кризисной ситуации организация управления на российских предприятиях связана прежде всего с кардинальной перестройкой работы с персоналом. Самое главное здесь – создание в коллективе атмосферы, стимулирующей поиск и освоение нововведений, которые становятся основной движущей силой и предпосылкой развития любого коллектива.

Эффективная работа фирмы в значительной мере зависит от компетентности и предприимчивости сотрудников, их интеллектуального и творческого потенциала. Одной из важных задач управления является формирование наиболее работоспособного коллектива. Для разработки и внедрения нововведений целесообразно создавать специальные группы сотрудников из разных подразделений и отделов фирм, обеспечивать дифференцированный подход к новаторам.

Практика доказывает, что для успешной разработки и претворения в жизнь любого инновационного проекта необходимо создание тщательно подобранного, хорошо управляемого, быстро и эффективно реагирующего на любые изменения рыночной ситуации коллектива

единомышленников. Главную роль в решении проблемы подбора специалистов в коллектив единомышленников призвана играть кадровая служба фирмы.

Для эффективной оценки качества привлекаемого персонала преимущество в настоящее время отдается оценочным центрам, владеющим определенным инструментарием, методикой и подходами при подборе кадров [13].

5.3 Вопросы для самопроверки

1. Что относится к главным задачам управления персоналом?
2. В чем заключаются важнейшие принципы руководства персоналом?
3. Что в основном стимулирует работников более эффективно работать?
4. На перечень каких критериев оценки кандидатов следует ориентироваться при подборе кадров?
5. Что лежит в основе новой концепции подготовки кадров?
6. Что такое корпоративная культура и какова ее главная цель?
7. Каковы основные функции службы управления персоналом?
8. Из каких этапов состоит процедура набора кадров?

6 Обеспечение безопасности предприятия

6.1 Наша действительность

Российские предприятия, особенно коммерческие, подстерегают многие опасности. Они связаны с угрозами со стороны криминальных кругов, с политической и правовой обстановкой, обострением конкурентной борьбы, незаконным использованием технических и программных средств и т.д. Вместо того, чтобы добиваться конкурентных преимуществ обычными рыночными методами, некоторые «предприниматели» с помощью наемных убийц просто физически устраняют наиболее энергичных соперников.

В 1997 г. в США был опубликован доклад «Российская организованная преступность», подготовленный вашигтонским центром стратегических и международных исследований. В нем отмечено, что в России организованной преступностью контролируется около 40 процентов частных и до 60 процентов государственных предприятий и от 50 до 85 банков. Мафиозные структуры все

чаще принуждают представителей бизнеса постоянно выплачивать им своеобразные налоги, которые достигают до 25% получаемой прибыли.

С учетом сказанного при управлении компанией руководителю следует обращать очень серьезное внимание на обеспечение безопасности, т.е. степени защищенности, включающей в первую очередь обеспечение безопасности сотрудников, сохранности имущества и коммерческой тайны. Под коммерческой тайной понимаются конфиденциальные сведения, являющиеся собственностью предприятия. К числу таких сведений относится информация, которая может быть кем-то использована против интересов фирмы и (или) ее сотрудников и нанести им ущерб. Что следует отнести к коммерческой тайне фирмы, в основном, определяет сама фирма. Однако то, что не следует относить к коммерческой тайне, определяется Постановлением Правительства России, принятом в конце декабря 1991 г. Это: учредительные документы и устав предприятия, сведения по установленным формам о финансово-хозяйственной деятельности и другая информация, необходимая для правильного определения налогов и других обязательных платежей в госбюджет, сведения о численности работающих, их зарплате и условиях труда, материалы о загрязнении окружающей среды, реализации продукции, причиняющей вред здоровью населения, о нарушении антимонопольного и другого законодательства.

6.2 Защита информации

Очень важными в обеспечении безопасности любого предприятия являются задачи, связанные с защитой информации.

К основным каналам утечки информации относятся следующие:

- Использование электроакустических преобразований в аппаратуре, имеющей линии связи, за счет подключения к ним специальных приспособлений. Разговоры в любых помещениях можно подслушать по телефонным линиям, даже если телефонная трубка лежит на своем месте.

- Перехват электромагнитных излучений и наводок, возникающих при работе технических средств. Расстояния, на которых реален перехват, весьма значительны. Например, информация на экране видеомонитора персональной ЭВМ фиксируется на специальном приемнике, находящемся от источника излучения на расстоянии до 1 км.

- Подслушивание разговоров, происходящих в служебных помещениях, с помощью чувствительных направленных микрофонов, благодаря которым в городских условиях можно подслушивать даже негромкий разговор с расстояния более 100 метров. Получить информацию из разговоров реально и с помощью лазерных систем, реагирующих на колебания оконных стекол в помещениях фирмы, вызванных человеческой речью.

- Использование визуальной информации из распечаток, полученных с использованием ЭВМ, и других служебных документов благодаря применению оптических и фотосредств.

- Применение различных миниатюрных закладных устройств, именуемых «клопами», либо «жучками».

Необходимо осуществление работ по блокировке указанных каналов утечки на каждом предприятии, для чего проводится: обследование объекта; разработка проекта комплексной защиты информации; аттестация указанной системы. При этом используется специальная радиоизмерительная и оптико-электронная аппаратура, в частности для обнаружения «жучков», «подсматривающих» и «подслушивающих» телевизионно-оптических и лазерных устройств, защитные электромагнитные экраны, вставки в токопроводящие среды и другие средства специального назначения.

Пожалуй, наиболее важным каналом утечки информации является персонал фирмы. Персонал любого предприятия, по мнению специалистов, в среднем, на 25% состоит из честных людей, на 25% – из людей, которые только ждут удобного случая, чтобы «насолить» предприятию или своему начальству, и на 50% из лиц, которые могут остаться или не остаться самими собой в зависимости от ситуации. В этой связи особое значение приобретает характер отношения руководителей предприятия со своими подчиненными.

Большая опасность утечки информации связана с менеджерами самого высокого уровня и с их секретарями. По данным опросов, два из каждых трех секретарей чувствуют себя по разным причинам неудовлетворенными своей работой.

Для охраны собственности фирмы и их сотрудников многие предприятия создают собственные службы безопасности. Их основной задачей является обеспечение физической безопасности, в частности, охрана зданий и сооружений, инкассация, обеспечение личной безопасности

руководителей, персонала и сохранение коммерческих тайн. Вместе с тем, все чаще этой службе приходится участвовать в оценке партнеров, клиентов, инвестиционных проектов, возврате просроченной задолженности, определении потенциала конкурирующих компаний и т.д.

Необходимо, чтобы к обеспечению безопасности имели отношение и все работники предприятия. Следует последовательно проводить в жизнь лозунг: «Дело безопасности фирмы – дело каждого ее сотрудника».

Нужно всегда изучать динамику деловой активности конкурентов, их возможных «подножек», в том числе через переманивание кадров с целью получения нужной информации, а также ситуации на рынке и реакции потребителя.

Нужно формировать специальный информационный фонд о конкурентах, который должен содержать о них все основные сведения. Для сотрудников, изучающих конкурентов, разрабатываются специальные вопросники и перечень способов получения информации [13].

Опыт антикризисного управления показывает, что все аспекты безопасности предприятия очень важны, но в последнее время даже в России приоритет отдается прежде всего информационной безопасности. На западе считают, что «бизнес – на 90% информация, и лишь на 10% – удача».

Информация, как известно, может быть фиксированной и нефиксированной.

Фиксированная информация – это сведения, зафиксированные (закрепленные) на каком-либо физическом носителе, а нефиксированная – знания, которыми владеют ученые, специалисты, работники, участвующие в производстве и способные передавать эти знания другим. К техническим носителям информации относятся бумажные носители (листинги, перфокарты, перфоленты), кино и фотоматериалы (микро и кинофильмы), магнитные носители (ленты, диски), видеозаписи, информация на экране ПЭВМ, на табло коллективного пользования, на экране промышленных телевизионных установок и других средствах.

Технические средства как источники конфиденциальной информации подразделяются на средства обеспечения производственной и трудовой деятельности и на средства автоматизированной обработки информации (АОИ).

В первую группу входят телефонные аппараты и телефонная связь; телеграфная, фототелеграфическая и факсимильная связь; системы радиосвязи (автономные, территориальные, релейные, спутниковые и др.); телевизионные (в том числе и средства промышленного телевидения); радиоприемники и радиотрансляционные системы; системы громкоговорящей связи; средства магнитной и видеозаписи; средства неполиграфического размножения документов (пишущие машинки, ксерокопировальные аппараты, факсы) и другие системы и средства. Все они могут быть электромагнитными каналами утечки информации.

Системы АОИ содержат почти всю информацию о конкретном предприятии от досье на сотрудника до продукции, ее характеристик, стоимости и другие сведения.

Устные обмены мнениями, выступления перед аудиториями, рассказы на выставках, обмен письмами и т.д. – представляют собой неформальную информационную коммуникацию. По оценкам некоторых исследователей, через неформальные связи разглашается от 30% до 80% наименее доступной информации, практически отсутствующей в каких-либо иных формах.

В новых рыночно-конкурентных условиях возникает масса проблем, связанных не только с обеспечением сохранности предпринимательской информации как вида интеллектуальной собственности, но и физических и юридических лиц, их имущественной собственности и личной безопасности.

В условиях становления рыночной экономики обеспечение безопасности, включающей в себя физическую, юридическую и информационную, становится основным фактором выживания.

Без решения проблем обеспечения безопасности в условиях криминализации России проблемы эффективного управления предприятием решать невозможно.

6.3 Вопросы для самопроверки

1. Назовите основные опасности для российских коммерческих предприятий.
2. Какая доля, судя по иностранной печати, частных предприятий в России контролировалась организованной преступностью?
3. Что включает в себя, в первую очередь, обеспечение безопасности предприятия?
4. Что такое коммерческая тайна предприятия и что к ней относится?
5. Что относится к основным каналам утечки информации?
6. Что относится к техническим средствам как источникам утечки информации?

7. Что включают в себя неформальные связи, которые могут быть источниками утечки конфиденциальной информации?

8. Какие виды безопасности являются основным фактором выживания в условиях становления рыночной экономики?

7 Перспективы развития радиоэлектроники

7.1 Современная электроника

Современная электроника стремится рационально использовать все возможные и известные физические явления и эффекты. Это продиктовано практической целесообразностью. Начнем с *акустоэлектроники*. Она базируется в большой степени на прямом и обратном пьезоэффектах, на магнитострикции и т.д. В акустоэлектронике используются ультразвуковые волны (с частотами $f > 20$ кГц.). Почему же ультразвук оказался привлекателен для исследователей и инженеров? Дело в том, что скорость электромагнитных колебаний равна примерно 300 000 км/сек. Скорость звука в воздухе – примерно 340 м/сек., а в кварцевом стекле порядка 5400 м/сек. А это означает, что многие звенья и устройства более оправдано выполнять именно в акустоэлектронном варианте. Первыми акустоэлектронными устройствами, появившимися в радиотехнике более 70 лет назад, были кварцевые резонаторы на объемных акустических волнах. Они давно используются на частотах от нескольких килогерц до десятков мегагерц в стабильных генераторах и узкополосных фильтрах, обладают высокой температурной стабильностью и добротностью. В настоящее время применение генераторов с кварцевыми резонаторами стало массовым – в часах, вычислительных устройствах, всевозможной бытовой и специальной аппаратуре. В последнее время для изготовления резонаторов были разработаны методы, напоминающие методы производства ИС на кремниевых пластинах: на пластине из монокристаллического кварца методом фотолитографии формируется сразу большое количество одинаковых резонаторов, после чего пластина разрезается на отдельные изделия. Аналогичным методом изготавливаются многосвязанные узкополосные фильтры, содержащие сразу несколько связанных резонаторов на одной подложке. Более того, использование новых приемов, базирующихся на технологии микроэлектроники, позволило перешагнуть долго остававшийся непреодолимым для таких резонаторов частотный барьер 50 МГц. Речь идет о появившихся недавно мембранных, композитных и тонкопленочных резонаторах на объемных волнах. В настоящее время мембранные кварцевые резонаторы толщиной до 1,5 мкм позволяют работать на частотах до 1 ГГц, пленочные – до 1,3 ГГц, а композитные – до 4 ГГц. Наиболее перспективны композитные резонаторы. Можно ожидать повышения их рабочих частот до 10 ГГц при температурной стабильности около $10^{-6}/\text{C}^\circ$ и стабильности относительного старения $(3 \cdot 10^{-6})/\text{год}$. Существенным достоинством таких резонаторов является возможность интеграции с другими, в том числе и активными элементами ИС, что открывает перспективы создания функционально законченных, не требующих внешних резонансных элементов, ИС генераторов и селективных усилителей, а также целых приемных устройств. Бурное развитие претерпели за последние три десятилетия устройства на поверхностных акустических волнах (ПАВ). Толчком к быстрому развитию этой области послужило изобретение в 1965 году тонкопленочного встречно-штыревого преобразователя электрических сигналов в поверхностные волны (ВШП), позволяющего просто и эффективно возбуждать их на поверхностях пьезоэлектриков.

На рис. 7.1 приведен общий вид фильтра на ПАВ.

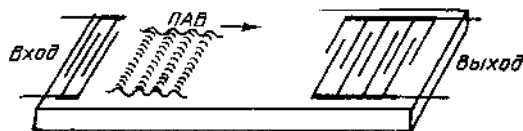


Рисунок 7.1 – Общий вид фильтра на ПАВ

Если на выход подать переменное напряжение, то оно, поступив на встречные штыри входа, вызовет появление поверхностей акустической волны. Эти волны воспринимаются встречно включенными штырями на выходе, и акустические колебания вновь преобразуются в электрический сигнал. Коэффициент передачи в указанной структуре является функцией геометрической конфигурации, длины перекрытия электродов, их числа и скорости ПАВ. На ПАВ создаются линии задержки. Область применения ПАВ – это быстродействующие анализаторы спектра в диапазоне до

единиц ГГц и построенные на их базе приемники электронной разведки, предупреждения о радиолокационным облучении и подобные им устройства. Созданные с тех пор устройства на ПАВ оказались, с одной стороны, очень технологичными (в их производстве применяются приемы, схожие с технологическими приемами производства микроэлектронных устройств, такими, в частности, как нанесение тонких пленок, травление поверхности и фотолитография), а с другой – очень гибкими. Малая (по сравнению со скоростью света) скорость распространения ПАВ делает эти устройства миниатюрными, хотя и ограничивает диапазон применения частотами в несколько гигагерц. Удобными для большинства применений устройств на ПАВ оказались достаточно дешевые и доступные материалы – монокристаллы кварца и ниобата лития. Все это способствует широкому и все возрастающему применению устройств на ПАВ разных типов в военной, бытовой и специальной аппаратуре. ВШП является весьма гибким частотно-селективным элементом. Частотные характеристики устройств на ПАВ, содержащих излучающий и приемный преобразователи, определяются сочетанием их характеристик. Возможности здесь весьма широки. При центральной частоте в пределах от 10 МГц до 1 ГГц полоса пропускания может составлять от 0,1 % до 60% от центральной частоты. Вносимые фильтром потери в полосе пропускания могут составлять от 10 до 1 дБ, постоянство фазы в полосе пропускания составляет от $\pm 1^\circ$ до $\pm 10^\circ$, подавление сигналов за пределами полосы пропускания может достигать у лучших образцов фильтров 80 дБ, и в среднем составляет 50–60 дБ. Фильтры на ПАВ в указанном частотном диапазоне миниатюрнее, а при массовом производстве и дешевле, чем LC – фильтры. Очень существенно, что технология их производства обеспечивает высокую степень воспроизводимости параметров, что исключает необходимость в последующей настройке, являющейся дорогостоящей операцией, неизбежной при применении LC – фильтров. Благодаря этим качествам в области частот выше 10 МГц полосовые фильтры на ПАВ практически уже вытеснили LC – фильтры в бытовой, военной и связной аппаратуре, включая телевидение.

Другие области применения устройств на ПАВ. Следует упомянуть о таком принципиально незначительном, но в коммерческом отношении перспективном изобретении, как использование устройств на ПАВ в качестве дистанционных пассивных идентификаторов изделий, товаров, транспортных средств и т.д. При воздействии на пластинку пьезоэлектрика с простейшей антенной и набором ВШП высокочастотного импульса она даст отклик в виде кодовой серии импульсов, по которым объект, в котором установлена такая пластинка, можно без труда опознать. Может оказаться, что именно эти устройства станут самыми массовыми изделиями, в которых используется ПАВ.

Магнитоэлектроника. Ферромагнетики, т.е. материалы с относительно большим значением магнитной проницаемости μ , давно использовались в электротехнике и радиоэлектронике в качестве магнитопроводов в трансформаторах и в ряде индуктивных элементов. Задача повышения μ шла в направлении создания сложных сплавов с добавлением никеля. В результате была получена значительная группа сплавов с μ до 500 000 и даже выше. Но их недостатки (высокая стоимость, сложность технологии получения качественных магнитопроводов (процедура отжига по определенной программе да ещё в водородной среде), недопустимость их работы в условиях вибрации и др.) резко ограничивали их практическое применение. Дальнейшие исследования показали, что существует другой путь. Если жидкое железо очень быстро охлаждать, то не успевают атомы объединяться в кристаллы. Получается аморфная, изотропная структура, а такое железо именуют аморфным или ферритстеклянным. Впоследствии сердечники из тонкого (до 50 мкм) аморфного железа получили наименования керметов и всё более и более вытесняют обычную электротехническую трансформаторную сталь, как в силовых системах, так и в слаботочных. В качестве примера – электроподстанция может быть реализована не в виде привычной нам крупноразмерной «будки», а в ящике объемом в (1–2) м³. Для получения тонкой пленки аморфного железа расплавленный металл небольшой струей подается на два быстровращающихся в противоположенных направлениях медных цилиндра, охлаждаемых водой.

Со временем все шире стал использоваться и эффект магнитострикции. Вначале он применялся для преобразования электрических колебаний в акустические. Сравнительно быстро стало расширяться практическое применение магнитоуправляемых контактов – герконов, т.к. они оказались гораздо более надежными и быстродействующими, нежели электромагнитные реле существовавших конструкций.

Ферромагнетики широко применялись в устройствах памяти ЭВМ II и III поколений, а также в магнитофонах и видеоманитофонах. Вспомним о аудио- и видеокассетах с магнитной лентой.

Помимо упругих (акустических) волн, в твердых телах возможны и другие волновые процессы со скоростью распространения, значительно меньшей скорости света. К ним относятся и спиновые волны в ферромагнетиках (СВ), представляющие собой распространяющиеся при определенных условиях колебания вектора намагниченности. Сделанное в конце 1960-х годов открытие, что в железиттриевом гранате $Y_3Fe_5O_{12}$ (ЖИГ) поглощение таких волн очень мало в широком диапазоне частот – до десятков гигагерц, способствовало расширению работ по практическому применению этого явления в СВЧ – устройствах. Разработка методики получения высококачественных кристаллических пленок ЖИГ (в связи с разработкой ЗУ на магнитных доменах) привела к появлению устройств на поверхностных и распространяющихся в объеме пленки спиновых волнах. Эти устройства, обладая рядом достоинств устройств на ПАВ, могут в то же время работать на значительно более высоких частотах – в перспективе вплоть до миллиметрового диапазона длин волн. И в принципе действия таких устройств, и в круге решаемых задач прослеживается аналогия с устройствами на акустических волнах: существуют резонаторы на объемных спиновых колебаниях, линии задержки, фильтры и резонаторы на поверхностных и объемных спиновых волнах в пленках. Устройства на СВ обладают дополнительной степенью свободы – их можно перестраивать по частоте изменением поля подмагничивания. Преобразователи электрического сигнала в СВ столь же просты в конструкции и изготовлении, как и ВШП устройств на ПАВ – это просто отрезки пленочных микрополосковых линий.

7.2 Квантовая электроника (КЭ)

В [14] дано следующее определение: «Квантовая электроника (квантовая радиофизика) – область науки и техники, охватывающая исследования принципов действия, конструирования и применения генераторов, усилителей, преобразователей частоты электромагнитного излучения, основанных на линейном или на нелинейном взаимодействии с веществом».

Указанное определение уже можно считать зауженным. Фактически, почти все направления радиоэлектроники увязаны с КЭ. Поэтому из чрезвычайно обширной области КЭ здесь остановимся лишь на квантовых генераторах – лазерах. Лазер – аббревиатура слов английской фразы: «Light Amplification by Stimulate Emission of Radiation», что означает – «усиление света в результате вынужденного излучения». Он является источником когерентного излучения, характеризующегося высокой направленностью и большой плотностью энергии. Ещё в 1916 году А. Эйнштейн постулировал, что помимо поглощения и спонтанного излучения должно существовать вынужденное (индуцированное) излучение [15]. Изобретателями лазера являются Н.Г. Басов, Л.М. Прохоров и американский физик Ч. Таунс, удостоенные Нобелевской премией 1964 года. В настоящее время номенклатура лазеров весьма велика. Она простирается от маломощных (лазерных диодов), широко используемых в устройствах записи информации, в многочисленных интерферометрах и измерительных системах, до мощных (лазерная технология) и очень мощных (военные системы). Работы по лазерам привели к появлению лазерной спектроскопии, дефектоскопии, лазерным медицинским приборам, голографии, лазерным средствам отображения и т.д. и т.п. И что важно отметить, вся рассматриваемая область продолжает динамично развиваться. Нельзя не отметить, что это развитие привело к «смыканию» квантовой электроники с атомной электроникой. Летом 2004 года появилась первая монография по атомной электронике, в которой последовательно и системно изложены материалы по сверхпроводящим усилителям, детекторам и их применению в различных областях науки и техники [16].

Оптоэлектроника. Оптоэлектроникой называют научно-техническое направление, в котором для восприятия информации, её передачи, обработки и хранения используются оптические средства и методы. Условно можно её разделить на ряд разделов.

1. *Преобразования различных видов энергии в энергию оптического излучения.* Сюда можно отнести ранее упоминавшиеся лазеры с различными видами накачки, светодиоды и светодиодные матрицы, обширную номенклатуру устройств представления информации. Светодиоды выпускаются уже давно. Отметим, что в Томске в светофорах стали использоваться светодиоды. Объединение «Светлана» приступило к серийному выпуску светодиодов белого цвета. Это важное обстоятельство, т.к. осветительные приборы с такими диодами хотя и имеют пока существенно более высокую первоначальную стоимость, но обладают на несколько порядков большей временной надежностью (нежели обычные лампы накаливания) и существенно лучшим значением КПД.

2. *Первичные преобразователи различных физических величин (датчики, именуемые также «сенсорными устройствами»).* Нарастающая номенклатура оптосенсоров обусловлена

возможностями: прерывания светового потока, поворота плоскости поляризации света воздействием электрического поля (эффект Кьера) или магнитного (эффект Фарадея), воздействием ряда физических величин на коэффициент преломления световода, зависимостью спектральной характеристики поглощения света от состава газовой (или жидкой) среды, эффективным использованием интерферометрии и т.д.

3. *Линии связи.* Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) обладают двумя колоссальными преимуществами перед электрическими линиями. Это:

- Очень широкая полоса пропускания.
- Отсутствие взаимовлияния линий и паразитных полей рассеивания.

Совокупность отмеченных качеств в сочетании с весьма малым диаметром ВОЛС (что позволяет создавать многожильные кабели) дает поистине необозримый простор скоростным передачам информации и поистине глобального использования новых информационных технологий.

4. *Устройства хранения и переработки информации.* В первую очередь к этим устройствам следует отнести голографические. Кроме высокой плотности записи голографический метод создает преимущества, которые невозможно получить другими способами. Основное среди них – высокая надежность хранения информации, обусловленная избыточностью механизма голографического запоминания. Голографический принцип позволяет также полностью реализовать преимущества, связанные с возможностью параллельного доступа. Ещё одна особенность – возможность записи информации непосредственно в аналоговой форме, что отличает голографическое ЗУ от всех других видов запоминающих устройств с хранением символов двоичного кода. В конце 1950-х годов стендовые испытания самолета выглядели примерно следующим образом. Вся его поверхность была обклеена тысячами тензодатчиков, провода от которых подсоединялись к весьма громоздкой системе сбора и анализа данных. Лазерное сканирование его поверхности и обработки голограмм несравненно упростило и ускорило процедуры испытаний. Оптоэлектронные преобразователи позволили создать приборы «ночного видения» и тепловизоры. Последние по мере повышения их разрешающей способности все более эффективно решают многочисленные проблемы контроля и диагностики. Оптоэлектроника выходит за пределы вышеприведенного краткого перечня возможностей и является быстро прогрессирующей областью электроники.

5. *Оптоэлектронные пары (оптроны)* широко используются для практически полной развязки цепей.

Микроэлектроника и нанoeлектроника. *Микроэлектроника* – раздел электроники, связанный с созданием электронных функциональных узлов, блоков и отдельных устройств в микроминиатюрном исполнении на основе применения группового изготовления электро- и радиоэлементов и печатного монтажа.

Микроэлектроника представляет собой область электроники, связанную с исследованиями поведения заряженных частиц в твёрдом теле под воздействием электрических, магнитных, электромагнитных и тепловых полей, а также с созданием приборов и устройств в микроминиатюрном исполнении с использованием групповой технологии изготовления. В микроэлектронике предполагается интеграция элементарных электронных приборов (резисторов, конденсаторов, диодов, транзисторов). Поэтому синонимом микроэлектроники является понятие «интегральная электроника». Говоря о микроэлектронике, имеют в виду микрометровые размеры элементов, под интегральной электроникой подразумевают интеграцию этих элементов на кристалле микросхемы. Дальнейшее развитие микроэлектронных приборов связано с уменьшением элементарных приборов до субмикронных и переход в нанометровый масштаб измерений. Таким образом, микроэлектронные приборы превращаются в нанoeлектронные. При этом утрачивается групповая технология их изготовления.

Следует отметить, что в течение вот уже более трех десятилетий интегральная электроника развивается в соответствии с законом Мура. В основу этого закона легло предсказание, сделанное в 1965 году Гордоном Муром, одним из основателей Intel, что количество транзисторов на кристалле будет удваиваться каждые 18 месяцев и это приведет к миниатюризации устройств.

Можно ли удержать тенденцию экспоненциального роста степени интеграции и, соответственно, экспоненциальное снижение стоимости обработки информации? Вот в чем основной вопрос перспективного развития схемотехнической микроэлектроники.

Разработчики ИС активно ищут способы преодоления «тирании межсоединений», пути обхода технологических и физических барьеров. С этой целью разрабатываются вертикальные структуры, в которых стараются разместить максимум элементов в минимальном пространстве. Активные и пассивные элементы схемы размещаются в объеме, и интегральная схема становится трёхмерной.

Технология «кремний на диэлектрике» открывает определенные перспективы вертикальной интеграции и позволяет получать многоярусные транзисторные структуры. Предполагается, что трёхмерные ИС будут иметь высокое быстродействие и большую плотность упаковки элементов, обладать возможностью параллельной обработки информации и станут многофункциональными. Придётся преодолеть много препятствий, прежде чем в трёхмерных ИС удастся решить проблему взаимных помех элементов, разработать методы проектирования схем с комплексными параметрами и сложной топологией и сделать их конкурентоспособными по цене. Переход в трёхмерную электронику отнюдь не решит проблемы межсоединений, напротив, резко усложнит конструкции межуровневых соединений. Надёжность таких схем вызывает сомнение, а доказательств обратного пока нет. Переход в трёхмерную электронику сулит увеличение степени интеграции лишь вдвое, а не экспоненциальный рост в соответствии с законом Мура. Могут ли «спасти» схемотехническую электронику интеграции на пластине или создание «суперкристаллов»? Проблема межсоединений в этих случаях тоже принципиально не решается.

Значительный интерес представляют круглые полупроводниковые интегральные схемы. В них используется 95% объема кремния против 5% в обычных ИС. Выводы располагаются по всей сфере, что позволяет обеспечить простоту компоновки сферических ИС. В производстве таких «маковых» схем осуществлен принципиальный переход от групповой технологии обработки пластин к гибкой штучной производственной системе с предполагаемой производительностью до 2500 сферических интегральных схем в секунду. В этом технологическом процессе среди слабых мест следует отметить трудоёмкую сферическую литографию, высокую индуктивность получаемых схем, надёжность процесса наматывания линий межсоединений на поверхность сферы, последующая их коммутация и т.п.

Однако, по утверждению представителя корпорации Intel Джеральда Марсика, кремниевая технология остается жизнеспособной при производстве полупроводников в обозримом будущем. По его мнению «разработка более миниатюрных и быстродействующих чипов – не проблема. Трудность состоит в создании более миниатюрных и быстрых устройств с низким электропотреблением». Intel существенно продвинулась в преодолении указанных трудностей.

Она в 2003 году объявила о создании самого маленького в мире транзистора, утверждая, что разработанное по 0,15-нм технологии устройство будет использоваться при производстве микропроцессоров и других чипов уже в конце этого десятилетия.

Новый транзистор с шириной затвора 15 нанометров и напряжением питания 0,8 В имеет время срабатывания 0,38 пикосекунды, то есть может совершать 2,63 трлн. переключений в секунду.

Теперь, как ожидается, новый 0,15-нм транзистор станет основным элементом при разработке высокоскоростных микросхем, производство которых базируется на технологии P1268.

Первые чипы, произведенные по новой технологии, должны появиться уже к 2009 году. К этому времени процессоры Intel, по оценкам аналитиков, заработают на тактовой частоте 20 ГГц и выше.

Ключевая составляющая транзисторов следующего поколения – новый материал изготовления подложки, призванный заменить диоксид кремния. Во всех транзисторах имеется изолирующий слой, отделяющий «затвор» транзистора от его активной зоны. В представленных за последний год транзисторах, обладающих рекордными показателями, толщина изолирующего затвора, изготавливаемого из диоксида кремния, не превышает 0,8 нанометров, что примерно соответствует толщине трех слоев атомов. И, тем не менее, утечка тока даже через столь тончайший изолирующий слой становится одним из главных факторов повышенного энергопотребления.

Специалисты Intel продемонстрировали транзисторы, изготовленные из материала нового типа, названного «высокоизолирующим диэлектриком К-затвора». По сравнению с диоксидом кремния, новый материал более чем в 10 000 раз снижает утечку тока через затвор. Высокоизолирующий диэлектрик К-затвора изготавливается на основе принципиально новой технологии, названной «атомно-послойным осаждением» и позволяющей наращивать новый материал послойно. При этом толщина слоя не превышает одной молекулы. На практике это означает рост производительности, снижение тепловыделения, значительное продление сроков службы батарей питания мобильных устройств.

Транзисторы Intel Terahertz устраняют основное препятствие организации массового производства микросхем завтрашнего дня, которые лягут в основу целого ряда принципиально новых электронных устройств. Корпорация Intel планирует приступить к промышленному внедрению компонентов новой конструкции уже в 2005 году.

Итак, мы плавно перешли от микроэлектроники к нанoeлектронике, которая набирает все большую популярность. В конце 2003 года, к примеру, корпорация Intel объявила о создании

маленькой логической схемы на основе двух транзисторов, построенных из отдельной молекулы углерода. При конструировании этой схемы использовалась нанотрубка углерода – материала, который в 100 тысяч раз тоньше человеческого волоса.

Углерод, по мнению исследователей IBM, позволит заменить кремний и даже сможет выполнять больше функций, однако компания пока не форсирует эти работы из-за значительной дешевизны кремниевых аналогов. В целом исследователи склоняются к тому, что кремневые и нанотехнологии не конкурируют, а скорее дополняют друг друга.

Особо следует отметить, что нанотехнология далеко выходит за пределы интегральной электроники и успешно позволяет решать не только смежные проблемы, но и завоевывает совершенно новые сферы (создание новых смазок на базе ультрадисперсных порошков, использование ультрапорошков для создания ВТСП-керамики, повышенной стойкости металлоконструкции (после напыления и термообработки)). Новые подходы эффективны к построению даже элементов силовой электроники.

В 1982 году Герд Бининг и Гейнрих Рорекс создали растровый туннельный микроскоп, за что в 1986 году были удостоены Нобелевской премии.

Бининг продолжал работы по модернизации микроскопа и по преодолению его основного недостатка – невозможности контролировать диэлектрические материалы. В результате к концу 1986 года появился атомный силовой микроскоп. Вскоре Японская фирма «Digital Instruments» разработала и начала серийно выпускать такие микроскопы – «Наноскоп» [17].

Новая инструментальная база дала возможность создать новый сверхминиатюрный транзистор. И привела к становлению новой архиперспективной технологии, получившей наименование нанотехнология.

Нанотехнология – новый и пока не слишком понятный широкой публике термин. Но скоро в мир нанотехнологий войдет каждая домохозяйка, а сами нанотехнологии принесут новую научно-техническую революцию. Только что в США опубликован 600-страничный доклад, где приводятся данные по финансированию научных исследований в этой области в 2004 году и планы на будущее. Развитие нанотехнологий значится на одной из верхних строк в утвержденном президентом РФ перечне приоритетных научных направлений и перспективных технологий.

Понятие «нанотехнологии» в 1974 году придумал японец Норт Танигути для описания процесса построения новых объектов и материалов при помощи манипуляций с отдельными атомами. Нанотехнологии имеют дело с объектами в одну миллиардную часть метра, то есть размером с атом. В отличие от прежних приборов, которые позволяли лишь наблюдать микромир, новейшие приборы (наноскопы, их правильнее было бы назвать нанозондами) дают возможность изменять этот мир, строить в нем, как из кирпичиков, молекулы с любыми свойствами. Изменения происходят помимо желания человека. По законам квантовой физики любое наблюдение – это манипуляция с наблюдаемым объектом. Тот, кто измеряет импульс атома, вступает во взаимодействие с ним и изменяет его состояние. В растровых микроскопах наблюдение и манипуляция едины, как пальцы на руке.

Одним из самых многообещающих и вполне реальных применений нанотехнологий могут оказаться нанороботы (или *наноботы*) – устройства размером в десятки нанометров, которые самостоятельно манипулируют атомами. Нанороботы будут обладать способностью самовоспроизводиться, создавать из произвольного органического и неорганического подручного материала любые предметы. В итоге нанороботы, манипулируя молекулами, смогут создать любой предмет или существо.

Нанороботов разделяют на два вида: ассемблеры, способные конструировать и самовоспроизводиться, и дизассемблеры, способные разбирать. Исследователи ведущих лабораторий мира сообщают, что значительно продвинулись в создании нанороботов. Не исключено, что первой областью, где найдут применение «таланты» нанороботов, станет медицина. Наноробот, введенный в организм человека, сможет самостоятельно передвигаться по кровяной системе. На этом пути наноробот сможет исправить характеристики тканей и клеток, очистить организм от микробов и молодых раковых клеток, от отложений, к примеру, холестерина. Вооружившись нанотехнологиями, ученые уже подступают к гемофилии, болезни Альцгеймера, врожденным патологиям.

Вся история науки – это накопление и анализ новых знаний. В XX столетии – прежде всего в области ядерной физики и физики высоких энергий, которые определили лицо современной цивилизации. Но сейчас благодаря нанотехнологиям ученые от анализа впервые переходят к синтезу. Это качественное изменение мира науки. Впервые человек присваивает себе функции

Творца, получает возможность по своей воле создавать новый мир на основе биоорганики, которая соединила физику и молекулярную биологию. Хорошо это или плохо? Однозначно ответить невозможно.

7.3 Сверхпроводимость

В 1908 году Хейке Керлинг Оннесу¹ удалось ожить последний инертный газ – гелий. Ожижение гелия открыло для экспериментов новую область температур вблизи абсолютного нуля. Камерлинг Оннес провел в 1911 году опыт с предельно очищенной ртутью. Результаты этих опытов оказались неожиданными: при температуре $T_k=4.2$ К электрическое сопротивление ртути R падало до нуля (рис. 7.2). Это явление получило название сверхпроводимости. Температура T_c , при которой происходит переход в сверхпроводящее состояние, называется критической температурой перехода.

Классическая физика не смогла объяснить новое явление. К 1930 году стало очевидно, что сверхпроводимость должна быть квантовым эффектом. Речь идет о том, что электроны в металле можно описывать и как частицы, и как волны. При этом для каждой волны характерно дифференциальное уравнение Шредингера.

В металлах электроны взаимодействуют с атомами кристаллической решетки. Атомы в кристаллической решетке обычно расположены периодически. Таким образом, электрон находится в периодическом потенциале, причем потенциальная энергия вблизи атомных остовов несколько ниже, чем в пространстве между ними.

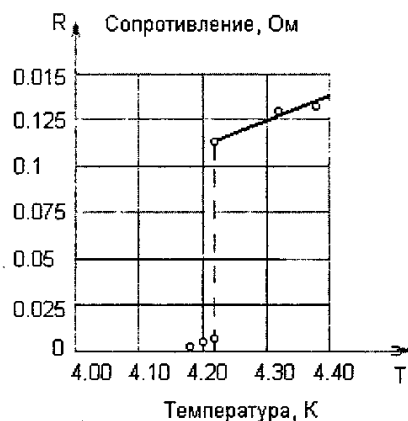


Рисунок 7.2 – Сверхпроводимость ртути

При объяснении явления сверхпроводимости мы должны рассматривать совокупность электронов, а значит, учитывать взаимодействие между ними. Очевидно, что новое состояние металла обусловлено каким-то особым видом взаимодействия. Для понимания сверхпроводимости необходимо найти этот вид взаимодействия. Только затем можно создать теорию, объясняющую новое явление.

В 1950–1951 годах независимо друг от друга Г. Фрелих и Дж. Бардин предложили идею взаимодействия электронов через колебания решетки. Исходя из этого взаимодействия в 1957 году Дж. Бардин, Л. Купер и Дж. Шриффер создали атомистическую теорию сверхпроводимости (теория БКШ). Отметим, что теория сверхпроводимости независимо от них построена российским ученым Н.К. Боголюбовым.

Но как представить себе это межэлектронное взаимодействие, осуществляемое через колебания решетки?

Рассмотрим сначала статическую модель. Кристаллическая решетка обладает упругими свойствами, то есть атомы привязаны к своим равновесным положениям не жестко, а могут отклоняться от них. Поместим в решетку два электрона. В непосредственной близости от электрона произойдет некоторое притяжение положительных зарядов (говорят, что под действием электрона решетка поляризуется). Второй электрон испытывает притяжение к месту поляризации, а следовательно, к первому электрону.

Но электроны в металле обладают значительными скоростями, то есть поляризация решетки не является статической. Один электрон, двигаясь по решетке, поляризует её. Второй электрон

¹ Хейке Керлинг Оннес, член-кор. АН СССР с 1925 г., лауреат Нобелевской премии (1913).

движется за ним по «поляризованному следу» с пониженной энергией, так как решетка уже поляризована.

Л. Купер показал, что такие два электрона можно рассматривать как одну частицу с нулевым импульсом и спинном. Новая частица является бозоном и называется куперовской парой.

Явление сверхпроводимости. В квантовой теории металлов притяжение между электронами (обмен фононами) связывается с возникновением элементарных возбуждений кристаллической решетки. Электрон, движущийся в кристалле и взаимодействующий с другим электроном посредством решетки, переводит ее в возбужденное состояние. При переходе решетки в основное состояние излучается квант энергии звуковой частоты – *фотон*, который поглощается другим электроном. Притяжение между электронами можно представить как обмен электронами фононами, причем притяжение наиболее эффективно, если импульсы взаимодействующих электронов антипараллельны (куперовские пары).

Если при сколь угодно низких температурах кулоновское отталкивание между электронами преобладает над притяжением, образующим пары, то вещество (металл или сплав) остается по своим электрическим свойствам нормальным. Если же при температуре T_c происходит преобладание сил притяжения над силами отталкивания, то вещество переходит в сверхпроводящее состояние.

Важнейшей особенностью связанного в пары коллектива электронов в сверхпроводнике является невозможность обмена энергией между электронами и решеткой малыми порциями, меньшими, чем энергия связи пары электронов. Это означает, что при соударении электронов с узлами кристаллической решетки не изменяется энергия электронов и вещество ведет себя как сверхпроводник с нулевым удельным сопротивлением. Квантовомеханическое рассмотрение показывает, что при этом не происходит рассеяния электронных волн на тепловых колебаниях решетки или примесях. А это и означает отсутствие электрического сопротивления.

Высокотемпературная сверхпроводимость (ВТСП). Академик В.Л. Гинзбург ещё в начале 1950-х г.г. неоднократно высказывался о возможности сверхпроводимости при температурах, повышающих гелиевые. Ещё в 1977 году выпустил тематический сборник по проблеме ВТСП. За эти работы ему была присуждена в 2003 году Нобелевская премия. В конце 1986 года И. Георг Беднорц и К. Александр Мюллер открыли сверхпроводимость в керамических материалах при температурах выше температуры жидкого азота (77°K). За это открытие они в 1987 году были премированы Нобелевской премией. Начался настоящий бум в области ВТСП. Но скоро стало понятно, что проблема ВТСП является той крепостью, которой можно овладеть только методической, планомерной осадой, но не штурмом.

В мае 1989 года в американском журнале «Science» была опубликована статья под заголовком «Сверхпроводимость: окончен бал?». Сразу поступило письмо трех руководителей исследовательских подразделений «Noval Research Labor» с утверждением, что «бал не окончен», а только ещё начался и «свечи не погасли». Последующие годы доказали, что сдержанный оптимизм оправдан.

Огромный интерес к ВТСП обусловлен рядом существенных причин. Во-первых, жидкий гелий относительно дорог, и поэтому, как правило, в местах работы с ним приходится использовать системы сбора испаряющегося гелия. Во-вторых, сосуды Дюара для хранения жидкого гелия сложны и дороги. Вспомним, что у жидкого гелия есть сверхтекучая фракция, поэтому приходится обеспечивать непроницаемость внутренних стенок сосуда. Приходится также использовать внешнюю «рубашку» с жидким азотом. В-третьих, у жидкого гелия низкая теплоемкость, что приводит к сравнительно быстрому испарению гелия и к необходимости частой «дозаливки». Жидкий азот почти в 200 раз дешевле жидкого гелия, его теплоемкость более чем в 50 раз выше (!), резко упрощается проблема его хранения, создания замкнутых систем и систем охлаждения. Даже это неполное сравнение двух газов позволяет судить, насколько привлекательна возможность перехода от жидкого гелия к жидкому азоту.

Поэтому работы по ВТСП продолжают и уже получены серьезные практические результаты.

Но до сих пор ещё не решены проблемы создания проводов и катушек из ВТСП материалов.

В электронике сверхпроводимость позволяет устранить сразу две внешних проблемы:

- 1) практически устранить потери в межсоединениях;
- 2) резко снизить уровень тепловых шумов.

Очевидно, что сочетание этих факторов принципиально позволяет многократно увеличивать уровень интеграции элементов в единице объема, снизить энергопотребление и увеличить

быстродействие и чувствительность. Последующие исследования сверхпроводимости ведут к поистине революционным открытиям.

7.4 Функциональная электроника

В основе функциональной электроники лежит принцип физической интеграции, позволяющий реализовать определенную функцию аппаратуры без применения стандартных базовых элементов, основываясь непосредственно на физических явлениях в твердом теле. В этом случае локальному объёму твердого тела придаются такие свойства, которые требуются для выполнения данной функции, так что промежуточный этап представления желаемой функции в виде эквивалентной схемы не требуется. Основной чертой физической интеграции является отсутствие или значительное снижение удельного веса схмотехники и использование динамических неоднородностей для выполнения определенных функций.

Сама идея использования сочетания возможностей различных физических явлений с целью увеличения фундаментальных возможностей всего звена весьма прозрачна и оправдана по многим причинам. Основная – это возможность решения задач в новой парадигме с широким использованием параллельной обработки информации и многократным повышением скорости обработки. В порядке пояснения сказанного рассмотрим только две задачи. Жизнеспособность современного боевого самолета напрямую зависит от того, насколько его авионика позволит быстро определить параметры сигнала облучения, синтезирует его и осуществит необходимое радиопротиводействие противнику. Временные затраты должны быть минимальны, а следовательно, большие массивы информации должны обрабатываться параллельно. Схема относительно простого анализатора спектра, выполненного по принципам ФЭ, приведена на рисунке 7.3.

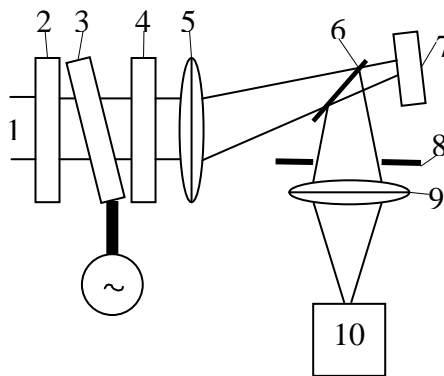


Рисунок 7.3 – Схема анализатора спектра с DMD-прибором:
1 – луч He-Ne лазера; 2, 4 – цилиндрические линзы; 3 – ячейка Брэгга;
5, 9 – сферические линзы; 6 – расщепитель луча; 7 – DMD-прибор;
8 – диафрагма; 10 – ПЗС-камера

В ячейке Брэгга ультразвук осуществляет модуляцию светового потока лазера. Ячейка выполнена на кристалле ниобата лития.

Центральная частота ячейки 1 ГГц, ширина полосы пропускания 500 МГц. Акустическая скорость сигнала в ячейке 6570 м/с.

Коллимированный луч He-Ne лазера ($\lambda = 630$ нм) с круговым поперечным сечением фокусируется цилиндрической линзой 1 в центре ячейки Брэгга и снова преобразуется в луч с таким же поперечным сечением цилиндрической линзой 4. Световой луч, возникающий в результате дифракции на акустической волне, возбуждаемой анализируемым сигналом в ячейке Брэгга, фокусируется сферической линзой 5 на зеркальном элементе DMD-прибора, местоположение которого определяется частотой анализируемого сигнала.

DMD-модулятор (Deformable Mirror Device) содержит линейную матрицу из 1200 отклоняемых микроскопических зеркал, которые могут изменять направление падающих на них световых лучей или вводить в световую волну фазовую задержку. Изменение наклона отдельного зеркала может производиться электрическим или оптическим сигналом. Размер одного зеркального элемента 13·13 мкм, расстояние между центрами элементов 25,4 мкм, угол отклонения – около 4,5°. В процессе изготовления прибора используется то же стандартное оборудование, что и для производства

полупроводниковых приборов. Это позволяет объединить его со схемой адресации на одном кристалле. Фокусное расстояние линзы 5 составляет 175 мм.

DMD-прибор и оптические элементы расположены так, что они перехватывают свет, отраженный отклоненными зеркальными элементами, и блокируют свет, отраженный неотклоненными элементами. Световой луч, попадающий на сферическую линзу 9, проецируется на рабочую поверхность ПЗС-камеры 10, содержащей матрицу из 764*244 элементов разрешения.

Экспериментальные исследования макета анализатора спектра с DMD-прибором показали, что в нем возможно получение коэффициента контраста до 125:1 и динамический диапазон до 50 дБ.

Но вернемся к концептуальным вопросам. Человечество стоит перед задачей быстрой переработки больших объемов информации, особенно в области интеллектуальных исследований (ИИ).

Принцип работы современных компьютеров – алгоритмическая обработка символьных выражений, информации, представленной в двоичном виде. Т.о. компьютер – это логическая сеть, использующая в принципе только элементы «И, ИЛИ, НЕ». Ее реализацию в виде твердотельной электроники уже нельзя считать удовлетворительной.

Физические пределы в развитии приборов и устройств схемотехнической микроэлектроники достигнут своих критических значений в первом – втором десятилетии 21-го века.

К этому времени ожидается появление интегральных схем с топологическими нормами порядка 0,1 мкм, выполненных с помощью литографических установок неоптического экспонирования.

После достижения технологической зрелости будет достигнут физический предел значений степени интеграции и ожидается инерционное развитие рынков приборов схемотехнической микроэлектроники ещё в течение 5–10 лет. К этому времени быстродействие интегральных схем (ИС) будет уже недостаточным для решения задач обработки больших массивов информации по нескольким причинам.

Пределные показатели достижений микроэлектроники уже не смогут соответствовать набирающему силу научно-техническому прогрессу. Уже сейчас существует целый ряд задач, ждущих своего решения. Среди них – создание систем оперативного распознавания образов, искусственного интеллекта, синтеза конструкций и систем, разработка устройств параллельной обработки информации, устройств управления базой знаний и т.п.

Идут интенсивные поиски методов, разрабатываются устройства, предназначенные для обработки больших массивов информации в реальном масштабе времени. Анализ схем цифровой обработки изображений показывает, например, что рост их быстродействия приближается к насыщению. При этом ряд упомянутых задач принципиально не может быть решён в рамках современных методов обработки больших информационных массивов, в частности, фон-неймановской схемы построения вычислительных систем.

Даже достигнув предельных значений быстродействия и степени интеграции в изделиях схемотехнической микроэлектроники, нельзя будет на их основе создать устройства, способные решать перспективные задачи обработки больших информационных массивов.

В этом случае возникает альтернатива: или искать пути сохранения тенденции экспоненциального роста степени интеграции интегральных схем и тем самым расширить возможности схемотехнической микроэлектроники, или искать принципиально новый подход при создании систем обработки больших информационных массивов.

По мере того, как первый путь при приложении возрастающих усилий будет давать все меньшие результаты, второй становится все более перспективным. Кстати, этому способствуют и принципиальные моменты.

Очевидно, что традиционную компьютерную парадигму ИИ, при всех ее достоинствах, связанных в первую очередь с символьным представлением данных и с предположением о возможности формализации (получении достаточно эффективного алгоритма для ЭВМ) мыслительной деятельности, нельзя считать удовлетворительной по следующим основным причинам:

1. Некоторые виды интеллектуальной деятельности совсем или почти не поддаются алгоритмизации (творческие акты, озарения, интуитивные решения, экспертные оценки качества, узнавание и распознавание). Характерная особенность этих процессов – их невозпроизводимость и невербальность, иначе говоря, невозможность их объективировать, т.е. дать описание, с помощью которого процесс можно повторить, передать другому.

2. Известно, что сигнал в нервных сетях распространяется в миллионы раз медленнее (его скорость – порядка 100 м/с), чем в электронных схемах, однако качество результата и время его

получения существенно лучше машинных. Это свидетельствует о гораздо более эффективной работе мозга по сравнению с любыми дискретными устройствами.

3 Мощность любого дискретного устройства имеет теоретический предел – предел Бремерманна, определяемого из физических законов (законов квантовой механики).

4. Доказано, что многие задачи, особенно творческого характера, решаются человеком благодаря так называемой функциональной асимметрии полушарий головного мозга. Согласно функциональной асимметрии полушарий мозга информационные процессы правого полушария (неалгоритмизуемые) имеют другую нейрофизиологическую природу, отличную от левополушарных, связанных с логико-алгоритмической составляющей нашего мышления.

Функциональная электроника начала развиваться сравнительно недавно и имеет огромные перспективы, обусловленные в частности параллельностью доступа и сверхвысоким быстродействием (10^{15} оп./сек).

Основные направления ФЭ

1. *Устройства на основе ПЗС* (прибора с зарядовой связью). Прибор ПЗС функционально подобен сдвиговым регистрам.

2. *Устройства на основе ЦМД* (цилиндрические магнитные домены). ЦМД дают возможность создавать устройства большой функциональной гибкости с исключительно высокими параметрами. При этой функции логики, запоминания и коммутации реализуются без нарушения однородности структуры материала носителя, позволяя сочетать параллельные и последовательные коды, логику и память системы.

3. *Устройства на основе ПАВ* (поверхностные акустические волны). ПАВ могут быть использованы в устройствах запоминания и хранения сигнальной информации.

4. *Устройства на основе спиновых волн*. В основе данных устройств лежит волновой процесс ориентации спиновых магнитных моментов электронов, ответственных за ферромагнитные свойства вещества. Функционально ПАВ и спиновые волны равноценны, но последние могут быть использованы на более высоких частотах (1–20 ГГц).

5. *Устройства на основе ЯМР* (ядерный магнитный резонанс). Действие этих устройств основано на использовании метода спинового эха – импульсного метода наблюдения ЯМР. На основе эха реализуются системы памяти и спектральной обработки сигналов.

6. *Устройства на основе голографического принципа хранения и обработки информации*.

7. *Устройства на основе криоэлектроники*.

8. *Белковая биологическая память*. Она основана на применении методов биотехнологии для сборки схем, построенных из молекулярных электронных приборов. В молекулярных (био-) ЭВМ предполагается в качестве активных переключательных элементов использовать молекулы. Вместо традиционных материалов (кремний, арсенид галлия, и др.) используются органические молекулы, в том числе специально сконструированные белки, обладающие свойством бистабильности, т.е. способности сколь угодно долго находиться в одном из двух устойчивых состояний.

9. *Самоорганизующиеся среды*. Основаны на неоднородностях, которые возникают и взаимодействуют не по заданному плану, а вследствие явления самоорганизации. Использование самоорганизации позволяет создать функциональные устройства, действия которых основаны на закономерностях кооперативного поведения элементов системы. Такая среда обладает рядом замечательных качеств:

- уникальная адаптивность;
- возможность физического моделирования интеллектуальных функций;
- распределенность и ассоциативность памяти.

10. *Устройства на основе фазовых переходов*. Реализация этой идеи связана с созданием многослойных структур с соприкасающимися распределенными средами разной природы. Возникает, таким образом, необходимость изучения процессов взаимодействия динамических неоднородностей разной природы, которые происходят вблизи границы раздела двух сред, представляющей собой в общем случае гетеропереход.

Следует помнить и о возможностях многочисленных комбинаций устройств различного типа.

Итак:

• есть микроэлектроника, или электроника статических неоднородностей. В этом случае устройства обработки и хранения информации реализуются на определенных схемотехнических решениях;

- есть функциональная электроника (ФЭ).

Еще в конце семидесятых годов возникла идея использовать динамические неоднородности в процессах обработки и хранения информации, а также физические принципы интеграции не только числа элементов, но и числа функций, выполняемых микроэлектронным прибором. Вследствие ее перспективности есть смысл более подробного изложения.

Изучение свойств и характеристик динамических неоднородностей как носителей информационного сигнала, основных физических процессов и принципов обработки и хранения информационных массивов с помощью динамических неоднородностей, разработка приборов и устройств, являются основополагающими в процессе формирования нового направления в микроэлектронике – функциональной электроники.

При интеграции на одном кристалле не только элементов, но и физических явлений и эффектов увеличиваются функциональные возможности приборов и устройств интегральной электроники. При этом используются уже не только схемотехнические решения для обработки и хранения информации, но и физические носители информационного сигнала – динамические неоднородности различной физической природы. Это ещё одна особенность функциональной электроники.

Следует ещё раз подчеркнуть, что если с переходом в субмикронный диапазон размеров в нанoeлектронике утрачивается принцип групповой технологии производства элементарных электронных приборов, то в функциональной электронике – сохраняется групповая технология.

Именно идея использования динамической неоднородности в качестве носителя информации привела к появлению альтернативного пути – к функциональной электронике.

Динамическая неоднородность представляет собой локальный объём на поверхности или внутри среды с отличными от её окружения свойствами, которая не имеет внутри себя статических неоднородностей и генерируется в результате определённых физико-химических процессов. Динамическая неоднородность может быть локализована или перемещаться по рабочему объёму континуальной среды в результате взаимодействия с различными физическими полями или динамическими неоднородностями такой же или другой физической природы. В процессе перемещения динамической неоднородности может осуществляться, например, перенос информации. Деградация динамической неоднородности не приводит, как правило, к потерям или сбоям в процессах обработки информации.

Известно большое количество динамических неоднородностей различной физической природы. Это ансамбли заряженных частиц и квазичастиц (зарядовые пакеты, флюксоны и т.п.), домены (электрические домены, домены Ганна, цилиндрические магнитные домены и т.п.), динамические неоднородности волновой природы (поверхностные акустические волны, магнитные статические волны). Идея использования динамических неоднородностей в приборах обработки и хранения информации является основополагающей, её развитие привело к становлению функциональной электроники. Это несхемотехническое направление в микроэлектронике, использующее в качестве носителей информации динамические неоднородности, основной тенденцией развития которого является интеграция функциональных возможностей приборов и устройств.

Таким образом, функциональная электроника представляет собой область интегральной электроники, в которой изучается возникновение и взаимодействие динамических неоднородностей в континуальных средах в совокупности с физическими полями, а также создаются приборы и устройства на основе динамических неоднородностей для обработки, генерации и хранения информации.

В зависимости от типа используемой динамической неоднородности, континуальной среды, той или иной комбинации физических полей или явлений различают направления в функциональной электронике, например, функциональная акустоэлектроника, функциональная магнитоэлектроника, функциональная оптоэлектроника, функциональная диэлектрическая электроника, молекулярная электроника и т.п. Объединяющим их признаком является динамическая неоднородность, выступающая как носитель, транслятор или хранитель информации. Например, традиционная полупроводниковая схемотехническая электроника отличается от полупроводниковой функциональной электроники носителем информационного сигнала. В приборах схемотехнической микроэлектроники – аналоговых или цифровых ИС – информация хранится или обрабатывается в ячейках в виде заряда, потенциала или тока определённого уровня на определённой статической неоднородности.

Напротив, в ПЗС-матрицах, относящихся по своей физической природе к изделиям функциональной полупроводниковой электроники, информация хранится (либо обрабатывается) в виде динамической неоднородности – зарядового пакета, состоящего из электронов или дырок.

Статические же неоднородности и различные схемы обрاملения в этих изделиях играют вспомогательную роль.

В функциональной электронике пока не существует принципиальных ограничений, связанных с размерами статических или динамических неоднородностей. Сравним изделия традиционной схмотехнической и функциональной электроники по быстродействию.

В изделиях схмотехнической электроники перенос информационного сигнала происходит побитово по линиям межсоединений, что снижает помехоустойчивость и надёжность изделий. В изделиях функциональной электроники массив информационных сигналов может быть обработан одномоментно весь, целиком, не обязательно в виде отдельных битов информации. Возможно создание устройства, позволяющего производить обработку информации в аналоговом и цифровом видах одновременно, поэтому в устройствах обработки информации на принципах функциональной электроники достигается производительность более 10^{15} оп./с.

В схмотехнической электронике с ростом степени интеграции и уменьшением топологической нормы возникает проблема «тирании межсоединений». Она связана с резким увеличением площади, занимаемой на кристалле межсоединениями (более 60%), деградацией электрических параметров линий межсоединений, ростом энергии на перерезарядку линий межсоединений, влиянием погонной ёмкости линий межсоединений и волнового сопротивления на частотные характеристики схемы, с необходимостью многоуровневой разводки при большом числе линий межсоединений.

В изделиях функциональной электроники перенос информации, как правило, осуществляется в континуальной среде, а не в линиях межсоединений. Они выполняют функции вспомогательных связей и проблема «тирании межсоединений» в этом случае не является ключевой.

Замечательным свойством приборов функциональной электроники является использование в процессах обработки информации функций высшего порядка в качестве элементарных, например, Фурье-преобразования; интегрального преобразования Лапласа, операции свертки; операции корреляции; автокорреляции; управляемой задержки информационного сигнала; хранения информации, в том числе в виде многобитовых носителей; фильтрации информационного сигнала; когерентного сложения сигналов; ответвления информационных сигналов; комбинированной обработки информационных сигналов и т.д. В то же время в изделиях функциональной электроники могут быть реализованы и традиционные элементарные функции типа И, ИЛИ, НЕ и их различные комбинации.

В активной среде прибора функциональной электроники может храниться и одновременно обрабатываться большой объём информации. Поэтому изделие функциональной электроники может рассматриваться как процессор, выполняющий элементарные функции высшего порядка.

Важно отметить, что обработка информации в такого типа процессорах происходит в аналоговом виде, без перевода аналогового сигнала в цифровой и обратно. При такой обработке передача информации может осуществляться без проводников или линий межсоединений.

Устройства памяти реализуются путём упорядоченного сохранения в континуальной среде динамических неоднородностей, каждая из которых несёт бит информации. Возможно создание запоминающих устройств и на основе многобитовых динамических неоднородностей.

В приборах и устройствах функциональной электроники информационный массив может быть обработан весь и сразу в одномоментном процессе. При этом не обязательно использовать последовательную побитовую обработку двоичной информации. Это эквивалентно случаю предельного распараллеливания процесса обработки массива информации. Таков принципиально новый путь, способный обеспечить производительность порядка 10^{15} оп./с. Так, акустооптический процессор обеспечивает производительность $10^{10} - 10^{12}$ оп./с, в то время как специальные микросхемы быстрого преобразования Фурье – не более $2,5 \cdot 10^8$ оп./с. Выигрыш на несколько порядков в производительности вполне существенен.

Рассмотренные процессоры относятся к изделиям функциональной электроники *первого поколения*. В них используется один вид динамических неоднородностей в одной континуальной среде. Если используются два или более вида динамических неоднородностей в разных средах, то такие изделия относятся ко *второму поколению*.

Анализируя устройства функциональной электроники, можно выделить некоторые элементы, характерные для всех конструкций.

Во всех приборах и изделиях функциональной электроники используются динамические неоднородности различного вида и различной физической природы. Это *первый элемент* в предложенной модели прибора функциональной электроники. Так, в акустоэлектронных устройствах используются динамические неоднородности в виде поверхностной акустической

волны (ПАВ); в полупроводниковых приборах с зарядовой связью – зарядовые пакеты электронов или дырок; в приборах магнитоэлектроники – магнитоэлектронные волны (МЭВ) и т.д.

Все виды динамических неоднородностей генерируют, обрабатывают или хранят информацию в континуальных средах, как правило, в твёрдом теле. Континуальная среда является *вторым элементом* модели. Вообще говоря, она может иметь любое агрегатное состояние. Наши интересы в области микроэлектроники сосредоточены на использовании твёрдого тела. По своим физико-химическим свойствам среда должна быть достаточно однородной на всём тракте распространения информационного сигнала. Статические неоднородности, имеющиеся на поверхности или внутри континуальной среды, служат только для управления динамическими неоднородностями и не используются для обработки и хранения информации. Динамические неоднородности, обрабатывая информационный сигнал в континуальных средах, не меняют их физико-химических свойств в условиях термодинамического равновесия. В противном случае, динамическая неоднородность может образовать статическую неоднородность, представляющую собой «замороженный» бит информации.

Третьим элементом модели является генератор динамических неоднородностей, предназначенный для их ввода в канал распространения, расположенный в континуальной среде. Динамическая неоднородность может быть введена в информационный канал в континуальной среде и из-за её пределов или сгенерирована в этом канале.

Устройство управления динамическими неоднородностями в тракте переноса информационного сигнала или в области его хранения является *четвёртым элементом* в модели прибора.

Вывод или считывание информации осуществляется с помощью детектора. Это устройство позволяет преобразовать информационный массив, созданный динамическими неоднородностями, в массив двоичной информации. В этом случае можно использовать хорошо развитые устройства и методы цифровой обработки информации. Детектор является *пятым элементом* типовой модели.

Предложенная модель прибора функциональной электроники позволяет развить системный подход к анализу известных конструктивных решений – прототипов приборов, раскрыть физическую сущность явлений, лежащих в основе работы приборов, оптимизировать известные конструкции по технико-экономическим параметрам, а также разработать прогностическое – новое, ранее неизвестное конструктивное решение с заданными технико-экономическими показателями. Такого рода таксонометрические исследования имеют вполне самостоятельное значение как интеллектуальные исследования высокого уровня.

Итак, общепризнано, что электронные устройства на дискретных элементах относили к устройствам *первого поколения*, первые интегральные схемы в электронике сформировали приборы и устройства *второго поколения*, а нынешнее *третье поколение* микроэлектронных средств вычислительной техники и обработки информации базируется на больших и сверхбольших интегральных схемах.

Вполне корректно к электронике *четвёртого поколения* отнести приборы и устройства, использующие динамические неоднородности в качестве носителей информационного сигнала.

Динамичное развитие электроники вынуждает внимательно отслеживать новые достижения физики, различные многочисленные ответвления самой электроники и помнить, что истинный специалист обязан обладать широкой эрудицией, системным мышлением и умением восполнять свои знания.

7.5 Вопросы для самопроверки

1. Что такое микроэлектроника?
2. Объясните понятие «акустоэлектроника».
3. Что такое ПАВ и как их используют в электронике?
4. Объясните принципы магнитоэлектроники.
5. Что такое квантовые генераторы?
6. Какие задачи решаются с помощью оптоэлектроники?
7. Что Вы знаете о нанoeлектронике?
8. Принципы, заложенные в криoeлектронике.
9. Что такое высокотемпературная сверхпроводимость?
10. Основные направления ФЭ.

8 Литература

1. Томск от А до Я: Краткая энциклопедия города / Под ред. Н.М. Дмитриенко. – Томск: Изд-во НТЛ, 2004. – 440 с.
2. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (1962–2002). Исторический очерк / Под ред. А.В. Кобзева, В.Т. Петровой, И.Н. Пустынского.– Томск: Изд-во ТУСУР, 2002. – 175 с.
3. Большая советская энциклопедия. Т. 34. – М.: Наука, 1955. – С. 159.
4. Большая советская энциклопедия. Т. 48 – М.: Наука, 1955. – С. 669.
5. Бытовая радиоэлектронная техника. Беларусь. Энцикл. / Под ред. А.П Ткаченко. – Минск: Изд. БелЭн, 1995. – 832 с.
6. Соколов А.В. Системы сотовой связи. – М.: Радио и связь, 1996. – 320 с.
7. Радиовещание и электроакустика: Учебник для вузов / С.И. Алябьев, А.В. Выходец, Р. Гермер и др.; Под ред. Ю.А. Ковалгина. – М.: Радио и связь, 1998. – 792 с.
8. Телевидение: Учебник для вузов / В.Е. Джакония, А.А. Гоголь, Я.В. Друзин и др.; Под ред. В.Е. Джаконии. – М.: Радио и связь, 2004. – 616 с.
9. Корнеев В.В., Киселев А.В. Современные микропроцессоры. – М.: НОЛИДЖ, 2000. – 240 с.
10. Солонина А.И., Улахович Д.А., Яковлев Л.А. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 464 с.
11. Пустынский И.Н. Введение в специальность – Антикризисное управление. – Томск: ТМЦДО, 2004. – 120 с.
12. Егоршин А.П. Управление персоналом. – Н. Новгород: НИМБ, 1999. – 624 с.
13. Уткин Э.А. Антикризисное управление. – М.: Издательство ЭКМОС, 1997. – 400 с.
14. Советский энциклопедический словарь. – М.: Наука, 1983. – 829 с.
15. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 2002. – С. 242.
16. Palushkin V. Nuclear Electronics, John Wiley & Sons, Ltd. 2004.
17. Штермергер Т. Знакомьтесь: атомный силовой. // ж. Наука и жизнь. – 1991.– №9. – с. 1-5.

Приложение А

(справочное)

Стандарт высшего профессионального образования по направлению 654200 Радиотехника по специальностям «Аудиовизуальная техника» и «Бытовая радиоэлектронная аппаратура»

Министерство образования Российской Федерации

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель Министра образования
Российской Федерации

_____ В.Д. Шадриков

"17_"__03__2000 г.

Регистрационный номер_151тех/дс

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Направление подготовки дипломированного специалиста
654200 Радиотехника*

Квалификация – инженер

Вводится с момента утверждения

Москва, 2000 г.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА «РАДИОТЕХНИКА»

1.1. Направление подготовки дипломированного специалиста утверждено приказом Министерства образования Российской Федерации N 686 от 02.03.2000 г.

1.2. Перечень образовательных программ (специальностей), реализуемых в рамках данного направления подготовки дипломированного специалиста:

201400 Аудиовизуальная техника

201500 Бытовая радиоэлектронная аппаратура

200700 Радиотехника

201600 Радиоэлектронные системы

201700 Средства радиоэлектронной борьбы

071500 Радиофизика и электроника

1.3. Квалификация выпускника – инженер.

Нормативный срок освоения основной образовательной программы подготовки инженера в рамках направления подготовки дипломированного специалиста «Радиотехника» при очной форме обучения – 5 лет.

1.4. Квалификационная характеристика выпускника.

Инженер по направлению подготовки дипломированного специалиста «Радиотехника» в соответствии с требованиями «Квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и других служащих», утвержденного Постановлением Минтруда России от 21.08.98, №37, может занимать следующие должности: инженер-электроник, инженер-лаборант и прочие.

1.4.1. Область профессиональной деятельности.

Профессиональная деятельность выпускника включает исследования и разработки, направленные на создание и обеспечение функционирования устройств и систем, основанных на использовании электромагнитных колебаний и волн, и предназначенных для передачи, приема и обработки информации, получения информации об окружающей среде, природных и технических объектах, а также воздействия на природные или технические объекты с целью изменения их свойств.

1.4.2. Объекты профессиональной деятельности.

Объектами профессиональной деятельности выпускников по направлению «Радиотехника», в зависимости от содержания конкретной образовательной программы (специальности), являются радиотехнические системы, комплексы и устройства, методы и средства их проектирования, моделирования, экспериментальной отработки, подготовки к производству и технического обслуживания.

1.4.3. Виды профессиональной деятельности.

Выпускники по направлению подготовки «Радиотехника» в соответствии с фундаментальной и специальной подготовкой могут выполнять следующие виды профессиональной деятельности:

- проектная;
- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая;
- производственно-технологическая;
- сервисно-эксплуатационная.

1.4.4. Обобщенные задачи профессиональной деятельности.

Инженер по направлению «Радиотехника» в зависимости от содержания конкретной образовательной программы (специальности) может быть подготовлен к решению следующих типовых задач:

а) проектная деятельность:

- анализ состояния научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников; определение цели и постановка задач проектирования;
- разработка структурных и функциональных схем радиотехнических систем и комплексов и принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений;

- выпуск технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний, технические условия;
- участие в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов радиотехнических устройств и систем;

б) научно-исследовательская деятельность:

- построение математических моделей объектов и процессов; выбор метода их исследования и разработка алгоритма его реализации;
- моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;
- разработка программы экспериментальных исследований, ее реализация, включая выбор технических средств и обработку результатов;
- составление обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований;

в) производственно-технологическая:

- разработка и внедрение технологических процессов настройки, испытаний и контроля качества изделий;
- авторское сопровождение разрабатываемых устройств и систем на этапах проектирования и выпуска их опытных образцов;
- участие в работах по технологической подготовке производства;

г) организационно - управленческая деятельность:

- организация работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях различных мнений;
- разработка планов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, управление ходом их выполнения;
- нахождение оптимальных организационных решений, обеспечивающих реализацию требований по качеству продукции, ее стоимости, срокам исполнения, экологической безопасности и охраны труда;

д) сервисно - эксплуатационная деятельность:

- эксплуатация и техническое обслуживание радиотехнических систем и комплексов;
- ремонт и настройка радиотехнических устройств различного назначения.

1.4.5. Квалификационные требования.

Для решения профессиональных задач инженер:

- осуществляет сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследований;
- изучает специальную литературу и другую научно-техническую информацию, достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области радиоэлектроники;
- проводит экспериментальные исследования радиоэлектронных устройств и систем с целью их модернизации или создания новых образцов;
- составляет описания проводимых исследований, готовит данные для составления отчетов, обзоров и другой документации;
- выполняет математическое моделирование радиотехнических устройств и систем с целью оптимизации их параметров;
- участвует в проектировании и модернизации приборов и устройств радиоэлектроники на схемотехническом и системотехническом уровнях;
- оценивает экономическую эффективность принимаемых решений, обеспечивает необходимый уровень унификации и стандартизации изделий;
- разрабатывает проектную и рабочую техническую документацию, оформляет законченные научно-исследовательские и проектные работы;
- разрабатывает и принимает участие в реализации мероприятий по повышению эффективности производства, направленных на снижение трудоемкости, повышение производительности труда;
- участвует в монтаже, наладке и регулировании радиоэлектронной аппаратуры, а также в испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов;
- принимает участие в составлении патентных и лицензионных паспортов заявок на изобретения и промышленные образцы;

- участвует во внедрении разработанных технических решений и проектов, в оказании технической помощи и осуществлении авторского надзора при изготовлении, испытаниях и сдаче в эксплуатацию проектируемых изделий радиоэлектроники;

- разрабатывает мероприятия по предотвращению экологических нарушений, защите интеллектуальной собственности;

- подготавливает рецензии, отзывы и заключения на техническую документацию, разрабатывает инструкции по эксплуатации оборудования, технике безопасности и программам испытаний радиоэлектронной аппаратуры.

Инженер должен знать:

- постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы по своей профессиональной деятельности;

- действующие стандарты и технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программам испытаний, оформлению технической документации;

- технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники;

- основную аппаратуру для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов;

- перспективы технического развития предприятия;

- порядок и методы проведения патентных исследований;

- основы изобретательства и рационализаторства;

- современные средства вычислительной техники, коммуникации и связи;

- специальную научно-техническую и патентную литературу по тематике исследований и разработок;

- порядок пользования периодическими, реферативными и справочно-информационными изданиями по профилю специальности;

- основы экономики, организации труда и управления коллективом;

- основы трудового законодательства;

- правила и нормы охраны труда;

- методики расчета технико-экономической эффективности при выборе технических и организационных решений;

- наиболее рациональные способности защиты и порядок действий коллектива предприятия (отдела, лаборатории, цеха) в чрезвычайных ситуациях.

1.5. Возможности продолжения образования выпускника.

Инженер, освоивший образовательную программу высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированного специалиста «Радиотехника», подготовлен для продолжения образования в аспирантуре.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ АБИТУРИЕНТОВ

2.1. Предшествующий уровень образования абитуриента – среднее (полное) общее образование.

2.2. Абитуриент должен иметь документ государственного образца о среднем (полном) общем образовании или среднем профессиональном образовании, или начальном профессиональном образовании, если в нем есть запись о получении предъявителем среднего (полного) общего образования, или высшем профессиональном образовании.

3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА «РАДИОТЕХНИКА»

3.1. Основная образовательная программа подготовки инженера разрабатывается на основании настоящего государственного образовательного стандарта дипломированного специалиста и включает в себя перечень учебных дисциплин, программы учебных, научных и производственных практик.

3.2. Требования к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы подготовки инженера, к условиям ее реализации и срокам ее освоения определяются настоящим государственным образовательным стандартом.

3.4. Основная образовательная программа подготовки инженера состоит из дисциплин федерального компонента, дисциплин национально-регионального (вузовского) компонента, дисциплин по выбору студента, а также факультативных дисциплин. Дисциплины вузовского компонента и по выбору студента в каждом цикле должны содержательно дополнять дисциплины, указанные в федеральном компоненте цикла.

Образовательная программа подготовки инженера должна предусматривать изучение студентом следующих циклов дисциплин:

- цикл ГСЭ – Общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины;
- цикл ЕН – Общие математические и естественнонаучные дисциплины;
- цикл ОПД – Общепрофессиональные дисциплины;
- цикл СД – Специальные дисциплины, включая дисциплины специализации;
- ФТД – Факультативы.

3.5. Содержание национально-регионального компонента образовательной программы подготовки инженера должно обеспечивать подготовку выпускника в соответствии с квалификационной характеристикой, установленной настоящим государственным образовательным стандартом.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА «РАДИОТЕХНИКА»

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
ГСЭ	Общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины	1802
ГСЭ.Ф.00.	Федеральный компонент	1260
ГСЭ.Ф.01.	Иностранный язык: лексический минимум в объеме 4000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера; грамматические навыки, обеспечивающие коммуникацию общего характера без искажения смысла при письменном и устном общении; основные грамматические явления, характерные для профессиональной речи; понятие об обиходно-литературном, официально-деловом и научном стилях, стиле художественной литературы; основные особенности научного стиля; культура и традиции стран изучаемого языка, правила речевого этикета; говорение; диалогическая и монологическая речь с использованием наиболее употребительных и относительно простых лексико-грамматических средств в основных коммуникативных ситуациях неофициального и официального общения; чтение; виды текстов: несложные прагматические тексты и тексты по широкому и узкому профилю специальности; письмо; виды речевых произведений: аннотация, реферат, тезисы, сообщения, частное письмо, деловое письмо, биография.	340
ГСЭ.Ф.02.	Физическая культура: физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке студентов; ее социально-биологические основы; основы здорового образа жизни студента; особенности использования средств физической культуры для оптимизации работоспособности; общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания; основы методики самостоятельных занятий и самоконтроль за состоянием своего организма.	408
ГСЭ.Ф.03.	Отечественная история: сущность, формы, функции исторического знания; методы и источники изучения истории; понятие и классификация исторического	(см. п. 6.1.2)

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	<p>источника; отечественная историография в прошлом и настоящем: общее и особенное; методология и теория исторической науки; история России как неотъемлемая часть истории; античное наследие в эпоху Великого переселения народов; проблема этногенеза восточных славян; основные этапы становления государственности; Древняя Русь и кочевники; византийско-древнерусские связи; особенности социального строя Древней Руси; этнокультурные и социально-политические процессы становления русской государственности; принятие христианства; распространение ислама; эволюция восточнославянской государственности в XI–XII вв.; социально-политические изменения в русских землях в XIII–XV вв.; Русь и Орда: проблемы взаимовлияния; Россия и средневековые государства Европы и Азии; специфика формирования единого российского государства; возвышение Москвы; формирование сословной системы организации общества; реформы Петра I; Век Екатерины; предпосылки и особенности складывания российского абсолютизма; дискуссии о генезисе самодержавия; особенности и основные этапы экономического развития России; эволюция форм собственности на землю; структура феодального землевладения; крепостное право в России; мануфактурно-промышленное производство; становление индустриального общества в России: общее и особенное; общественная мысль и особенности общественного движения России XIX в.; реформы и реформаторы в России; русская культура XIX века и ее вклад в мировую культуру; роль XX столетия в мировой истории; глобализация общественных процессов; проблема экономического роста и модернизации; революции и реформы; социальная трансформация общества; столкновение тенденций интернационализма и национализма, интеграции и сепаратизма, демократии и авторитаризма; Россия в начале XX в.; объективная потребность индустриальной модернизации России; Российские реформы в контексте общемирового развития в начале века; политические партии России: генезис, классификация, программы, тактика; Россия в условиях мировой войны и общенационального кризиса; революция 1917 г.; гражданская война и интервенция, их результаты и последствия; российская эмиграция; социально-экономическое развитие страны в 1920-е гг.; НЭП; формирование однопартийного политического режима; образование СССР; культурная жизнь страны в 1920-е гг.; внешняя политика; курс на строительство социализма в одной стране и его последствия; социально-экономические преобразования в 1930-е гг.; усиление режима личной власти Сталина; сопротивление сталинизму; СССР накануне и в начальный период Второй мировой войны; Великая Отечественная война; социально-экономическое развитие, общественно-политическая жизнь, культура, внешняя политика СССР в послевоенные годы; холодная война; попытки осуществления политических и экономических реформ; НТР и ее влияние на ход общественного развития; СССР в середине 1960–1980-х гг.: нарастание кризисных явлений; Советский Союз</p>	

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	в 1985–1991 гг.; перестройка; попытка государственного переворота 1991 г. и ее провал; Беловежские соглашения; октябрьские события 1993 г; становление новой российской государственности (1993–1999 гг.); Россия на пути радикальной социально-экономической модернизации; культура в современной России; внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации.	
ГСЭ.Ф.04.	Культурология: структура и состав современного культурологического знания; культурология и история культуры; основные понятия культурологии: типология культур, этническая и национальная, элитарная и массовая культуры; восточные и западные типы культур; культура и глобальные проблемы современности.	
ГСЭ.Ф.05.	Политология: объект, предмет и метод политической науки; функции политологии; политическая жизнь и властные отношения; роль и место политики в жизни современных обществ; российская политическая традиция: истоки, социокультурные основания, историческая динамика; политическая власть; политическая система: политические режимы, политические партии, электоральные системы; политические отношения и процессы; политические конфликты и способы их разрешения; политические технологии; политические организации и движения; политические элиты; политическое лидерство; мировая политика и международные отношения.	
ГСЭ.Ф.06.	Русский язык и культура речи: стили современного русского литературного языка; языковая норма, ее роль в становлении и функционировании литературного языка; речевое взаимодействие; основные единицы общения; устная и письменная разновидности литературного языка; нормативные, коммуникативные, этические аспекты устной и письменной речи; функциональные стили современного русского языка; взаимодействие функциональных стилей; научный стиль; специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи; речевые нормы учебной и научной сфер деятельности; официально-деловой стиль, сфера его функционирования, жанровое разнообразие; языковые формулы официальных документов; приемы унификации языка служебных документов; интернациональные свойства русской официально-деловой письменной речи; язык и стиль распорядительных документов; язык и стиль коммерческой корреспонденции; язык и стиль инструктивно-методических документов; реклама в деловой речи; правила оформления документов; речевой этикет в документе; жанровая дифференциация и отбор языковых средств в публицистическом стиле; особенности устной публичной речи; оратор и его аудитория; основные виды аргументов; подготовка речи: выбор темы, цель речи, поиск материала, начало, развертывание и завершение речи; основные приемы поиска материала и виды вспомогательных материалов; словесное оформление публичного выступления; понятливость, информативность и	

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	выразительность публичной речи; разговорная речь в системе функциональных разновидностей русского литературного языка; условия функционирования разговорной речи, роль внеязыковых факторов; культура речи; основные направления совершенствования навыков грамотного письма и говорения.	
ГСЭ.Ф.07.	Психология и педагогика: психология: предмет, объект и методы психологии; психика, поведение и деятельность; основные функции психики; мозг и психика; структура психики; основные психические процессы; структура сознания; познавательные процессы; эмоции и чувства; психическая регуляция поведения и деятельности; психология личности; педагогика: объект, предмет, задачи, функции, методы педагогики; основные категории педагогики: образование, воспитание, обучение, педагогическая деятельность, педагогическое взаимодействие, педагогическая технология, педагогическая задача.	
ГСЭ.Ф.08.	Правоведение: государство и право; система российского права; конституция Российской Федерации – основной закон государства; понятие гражданского правоотношения; физические и юридические лица; право собственности; административные правонарушения и административная ответственность; уголовная ответственность за совершение преступлений; особенности правового регулирования будущей профессиональной деятельности.	
ГСЭ.Ф.09.	Социология: предыстория и социально-философские предпосылки социологии как науки; общество и социальные институты; мировая система и процессы глобализации; социальные группы и общности; виды общностей; общность и личность; малые группы и коллективы; социальная организация; социальные движения; социальное неравенство, стратификация и социальная мобильность; понятие социального статуса; личность как социальный тип; социальный контроль и девиация; социальные изменения; социальные революции и реформы; концепция социального прогресса; место России в мировом сообществе; методы социологического исследования.	
ГСЭ.Ф.10.	Философия: предмет философии; место и роль философии в культуре; становление философии; основные направления, школы философии и этапы исторического развития; структура философского знания; учение о бытии; монистические и плюралистические концепции бытия, самоорганизация бытия; понятия материального и идеального; пространство, время, движение и развитие, диалектика; детерминизм и индетерминизм; динамические и статистические закономерности; научные, философские и религиозные картины мира; человек, общество, культура; человек и природа; общество и его структура; гражданское общество и государство; человек в системе социальных связей; человек и исторический процесс: личность и массы, свобода и необходимость; формационная и цивилизационная концепции общественного развития; смысл человеческого бытия; насилие и	

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	<p>ненасилие; свобода и ответственность; мораль, справедливость, право; нравственные ценности; представление о совершенном человеке в различных культурах; эстетические ценности и их роль в человеческой жизни; религиозные ценности и свобода совести; сознание и познание; сознание, самосознание и личность; познание, творчество, практика; вера и знание; понимание и объяснение; рациональное и иррациональное в познавательной деятельности; проблема истины; действительность, мышление, логика и язык; научное и вненаучное знание; критерии научности; структура научного познания, его методы и формы; рост научного знания; научные революции и смены типов рациональности; наука и техника; будущее человечества; глобальные проблемы современности; взаимодействие цивилизаций и сценарии будущего.</p>	
ГСЭ.Ф.11.	<p>Экономика: введение в экономическую теорию; блага; потребности, ресурсы; экономический выбор; экономические отношения; экономические системы; основные этапы развития экономической теории; методы экономической теории; микроэкономика; рынок; спрос и предложения; потребительские предпочтения и предельная полезность; факторы спроса; индивидуальный и рыночный спрос; эффект дохода и эффект замещения; эластичность; предложение и его факторы; закон убывающей предельной производительности; эффект масштаба; виды издержек; фирма; выручка и прибыль; принцип максимизации прибыли; предложение совершенно конкурентной фирмы и отрасли; эффективность конкурентных рынков; рыночная власть; монополия; монополистическая конкуренция; олигополия; антимонопольное регулирование; спрос на факторы производства; рынок труда; спрос и предложение труда; заработная плата и занятость; рынок капитала; процентная ставка и инвестиции; рынок земли; рента; общее равновесие и благосостояние; неравенство; внешние эффекты и общественные блага; роль государства; макроэкономика: национальная экономика как целое; кругооборот доходов и продуктов; ВВП и способы его измерения; национальный доход; располагаемый личный доход; индексы цен; безработица и ее формы; инфляция и ее виды; экономические циклы; макроскопическое равновесие; совокупный спрос и совокупное предложение; стабилизационная политика; равновесие на товарном рынке; потребление и сбережения; инвестиции; государственные расходы и налоги; эффект мультипликатора; бюджетно-налоговая политика; деньги и их функции; равновесие на денежном рынке; денежный мультипликатор; банковская система; денежно-кредитная политика; экономический рост и развитие; международные экономические отношения; внешняя торговля и торговая политика; платежный баланс; валютный курс; особенности переходной экономики России; приватизация; формы собственности; предпринимательство; теневая экономика; рынок труда; распределение и доходы; преобразования в социальной сфере; структурные сдвиги в экономике; формирование открытой экономики.</p>	

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
ГСЭ.Р.00.	Национально-региональный (вузовский) компонент	270
ГСЭ.В.00.	Дисциплины и курсы по выбору студента, устанавливаемые вузом	270
ЕН.		
ЕН.	Общие естественнонаучные и математические дисциплины	2000
ЕН.Ф.00.	Федеральный компонент	1750
ЕН.Ф.01.	Математика: аналитическая геометрия и линейная алгебра; последовательности и ряды; дифференциальное и интегральное исчисления; векторный анализ и элементы теории поля; гармонический анализ; дифференциальные уравнения; численные методы; основы вычислительного эксперимента; функции комплексного переменного; элементы функционального анализа; вероятность и статистика: теория вероятностей, случайные процессы, статистическое оценивание и проверка гипотез, статистические методы обработки экспериментальных данных; вариационное исчисление и оптимальное управление; уравнения математической физики.	800
ЕН.Ф.02.	Информатика: понятие информации, общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации; технические и программные средства реализации информационных процессов; модели решения функциональных и вычислительных задач; алгоритмизация и программирование; языки программирования высокого уровня; базы данных; программное обеспечение и технологии программирования; локальные и глобальные сети ЭВМ; основы защиты информации и сведений, содержащих государственную тайну; методы защиты информации; компьютерный практикум.	300
ЕН.Ф.03.	Физика: физические основы механики: понятие состояния в классической механике, уравнения движения, законы сохранения, инерциальные и неинерциальные системы отсчета, кинематика и динамика твердого тела, жидкостей и газов, основы релятивистской механики; физика колебаний и волн: гармонический и ангармонический осциллятор, свободные и вынужденные колебания, интерференция и дифракция волн; молекулярная физика и термодинамика: три начала термодинамики, термодинамические функции состояния, классическая и квантовая статистики, кинетические явления, порядок и беспорядок в природе; электричество и магнетизм: электростатика и магнитостатика в вакууме и веществе, электрический ток, уравнение непрерывности, уравнения Максвелла, электромагнитное поле, принцип относительности в электродинамике; оптика: отражение и преломление света, оптическое изображение, волновая оптика, принцип голографии, квантовая оптика, тепловое излучение, фотоны; атомная и ядерная физика: корпускулярно-волновой дуализм в микромире, принцип неопределенности, квантовые уравнения движения, строение атома, магнетизм микрочастиц, молекулярные спектры, электроны в кристаллах, атомное ядро, радиоактивность, элементарные частицы; современная физическая	500

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	картина мира: иерархия структур материи, эволюция Вселенной, физическая картина мира как философская категория; физический практикум.	
ЕН.Ф.04.	Химия: химические системы: растворы, дисперсные системы, электрохимические системы, катализаторы и каталитические системы, полимеры и олигомеры; химическая термодинамика и кинетика: энергетика химических процессов, химическое и фазовое равновесие, скорость реакции и методы ее регулирования; реакционная способность веществ: химия и периодическая система элементов, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства веществ, химическая связь; химический практикум.	80
ЕН.Ф.05.	Экология: биосфера и человек: структура биосферы, экосистемы, взаимоотношения организма и среды, экология и здоровье человека; глобальные проблемы окружающей среды, экологические принципы рационального использования природных ресурсов и охраны природы; основы экономики природопользования; экозащитная техника и технологии; основы экологического права, профессиональная ответственность; международное сотрудничество в области защиты окружающей среды.	70
ЕН.Р.00.	Национально-региональный (вузовский) компонент, включая дисциплины по выбору студента	250
ОПД		
	Общепрофессиональные дисциплины	2510
ОПД.Ф.00	Федеральный компонент	2110
ОПД.Ф.01	Начертательная геометрия. Инженерная графика.	
ОПД.Ф.01.01	Инженерная и компьютерная графика: элементы начертательной геометрии: задание точки, прямой, плоскости и многогранников на комплексном чертеже Монжа, позиционные и метрические задачи, способы преобразования чертежа, многогранники; инженерная графика: конструкторская документация, оформление чертежей, изображения, надписи и обозначения, аксонометрические проекции деталей, изображения и обозначения элементов деталей, рабочие чертежи и эскизы деталей, изображения сборочных единиц, сборочные чертежи деталей; понятие о компьютерной графике: геометрическое моделирование и его задачи, графические объекты, примитивы и их атрибуты, применение интерактивных графических систем для выполнения и редактирования изображений и чертежей, решение задач геометрического моделирования.	120
ОПД.Ф.02	Материаловедение. Технология конструкционных материалов.	
ОПД.Ф.02.01	Радиоматериалы и радиокомпоненты: электрофизические свойства, характеристики и области применения в радиоэлектронных средствах (РЭС) проводниковых, полупроводниковых и диэлектрических материалов; электрофизические свойства основных конструкционных материалов РЭС, пассивные радиокомпоненты: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, линии задержки;	100

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	типоминалы, модели и эксплуатационные характеристики радиокомпонентов; принципы обозначения (маркировки) отечественных и зарубежных пассивных радиокомпонентов.	
ОПД.Ф.03	Электротехника и электроника.	
ОПД.Ф.03.01	Основы теории цепей: основные понятия и законы электромагнитного поля, электрических и магнитных цепей; законы Ома и Кирхгофа; дифференциальные уравнения и методы их решения для простых цепей; метод узловых напряжений и уравнения состояния; контурные уравнения; анализ цепей переменного тока во временной области; использование преобразования Лапласа для анализа цепей; анализ в частотной области; частотные характеристики электрических цепей; системные функции цепей; нелинейные резистивные цепи; анализ четырехполюсников и цепей с многополюсными элементами; численные методы расчета электрических цепей; современные пакеты прикладных программ расчета электрических цепей на ЭВМ.	260
ОПД.Ф.03.02	Электродинамика и распространение радиоволн: интегральные и дифференциальные уравнения электромагнетизма; полная система уравнений Максвелла, граничные условия; энергия электромагнитного поля; теорема Умова-Пойтинга; граничные задачи электродинамики; аналитические и численные методы решения граничных задач; электромагнитные волны в различных средах; электродинамические потенциалы; электромагнитные волны в направляющих системах; электромагнитные колебания в объемных резонаторах; возбуждение электромагнитных полей заданными источниками; излучение электромагнитных волн в свободное пространство; теорема запаздывающих потенциалов; распространение электромагнитных волн вблизи поверхности Земли; тропосферное распространение радиоволн; распространение радиоволн в условиях пересеченной местности и при наличии препятствий; модели и методы расчета радиотрасс.	170
ОПД.Ф.03.03	Электроника: материалы электронной техники и их электрофизические свойства; характеристики р-п перехода; полупроводниковые диоды, биполярные и полевые транзисторы; фотоэлектрические и излучательные приборы; характеристики, параметры и модели полупроводниковых приборов; элементы интегральных схем; базовые логические элементы на основе биполярных и полевых транзисторов; запоминающие логические элементы; основы функциональной электроники; приборы вакуумной электроники электронные лампы, электронно-лучевые трубки, электронные и квантовые приборы СВЧ.	160
ОПД.Ф.04	Управление, сертификация и инноватика	
ОПД.Ф.04.01	Радиоавтоматика: математические модели непрерывных и дискретных линейных объектов и систем; передаточные функции, частотные характеристики; назначение, принципы использования и построения устройств радиоавтоматики (РА), элементы устройств РА;	100

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	математические модели устройств РА, методы их анализа, синтез оптимальных структур (линейные, нелинейные, дискретные, импульсные и цифровые замкнутые автоматические системы); способы практической оценки и обеспечение необходимых качественных показателей устройств РА: устойчивость, точность, качество в переходном режиме, помехоустойчивость.	
ОПД.Ф.04.02	Метрология и радиоизмерения: основные положения закона Российской Федерации об обеспечении единства измерений; структура и функции метрологической службы организаций; теоретические основы метрологии; понятие метрологического обеспечения; основной принцип измерения; стандартная схема измерения; основные факторы, вызывающие погрешность результатов измерения; средство измерения и его метрологические характеристики; измерение тока, напряжения и мощности; измерение параметров радиоцепей; исследование формы сигнала; анализ спектра и параметров сложных сигналов; измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига; измерение характеристик случайных сигналов; автоматизация измерений, научные и правовые основы стандартизации; основные цели, объекты и системы сертификации; правила и порядок проведения сертификации.	100
ОПД.Ф.05	Безопасность жизнедеятельности: человек и среда обитания; основы физиологии труда и комфортные условия жизнедеятельности; безопасность и экологичность технических систем; безопасность в чрезвычайных ситуациях; управление безопасностью жизнедеятельности; основы электробезопасности; производственная санитария; пожарная безопасность.	100
ОПД.Ф.06	Организация и планирование производства: подготовка и организация высокотехнологичного производства; организация вспомогательных цехов и служб предприятия; стратегическое и оперативное планирование производства; методы управления производством и информационное обеспечение; методы разработки и принятия управленческих решений; методы управления персоналом, рациональная организация труда; мотивация, профессиональная адаптация и деловая карьера на предприятии.	80
ОПД.Ф.07	Радиотехнические цепи и сигналы: детерминированные радиотехнические сигналы, их спектральные и корреляционные характеристики; модулированные сигналы, их временное и спектральное представление; разновидности модулированных сигналов; случайные сигналы и их вероятностные характеристики; корреляционный и спектральный анализ случайных сигналов; частотные и временные характеристики линейных цепей; методы анализа прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи; преобразование характеристик случайного сигнала в линейной цепи; условия устойчивости линейной цепи; согласованная фильтрация детерминированного сигнала; оптимальная фильтрация случайного сигнала; дискретная фильтрация сигналов; метод Z-преобразования, характеристики и формы реализации дискретных фильтров; дискретное преобразование Фурье;	270

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	основы синтеза дискретных фильтров; нелинейные цепи и преобразования имидиосигналов; формирование и демодуляция радиосигналов; преобразование частоты; принципы работы автогенераторов гармонических колебаний.	
ОПД.Ф.08	Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС: математические основы моделирования компонентов РЭС различного уровня сложности; алгоритмы анализа аналоговых и цифровых устройств; методы оптимизации проектных решений; методы моделирования полей; использование пакетов прикладных программ.	70
ОПД.Ф.09	Схемотехника аналоговых электронных устройств: параметры и характеристики аналоговых электронных устройств (АЭУ); принципы построения и функционирования типовых усилительных звеньев, использование обратных связей; базовые схемные конфигурации аналоговых интегральных схем; операционные усилители, устройства линейного и нелинейного функционального преобразования сигналов (сравнение, суммирование, перемножение, интегрирование, дифференцирование, логарифмирование, частотная фильтрация); работа аналоговых трактов при сигналах повышенной интенсивности; нелинейные свойства АЭУ; особенности построения высокочувствительных устройств широкополосного усиления.	140
ОПД.Ф.10	Цифровые устройства и микропроцессоры: основы алгебры логики и теории переключательных функций; основы теории асинхронных потенциальных и синхронных автоматов; синтез цифровых узлов: триггеры, счетчики, шинные приемопередатчики, сдвигающие регистры, мультиплексоры, демультиплексоры, сумматоры; применение интегральных схем для проектирования цифровых устройств; микропроцессоры: архитектура, система команд, интерфейсные большие интегральные схемы (БИС) и БИС памяти; проектирование микроконтроллеров на микропроцессорах, разработка программного обеспечения.	170
ОПД.Ф.11	Устройства СВЧ и антенны: принципы функционирования устройств СВЧ и антенн, аналитические и численные методы их расчета; сочетание методов электродинамики и теории цепей СВЧ; типовые узлы и элементы, их электрические модели и конструкции; экспериментальное исследование и автоматизированное проектирование устройств СВЧ и антенн; проблемы электромагнитной совместимости.	170
ОПД.Ф.12	Основы конструирования и технологии производства РЭС: РЭС как большая техническая система; системный подход – методологическая основа проектирования конструкций и технологий РЭС; нормативная база проектирования, стандарты, документооборот, базы данных; уровни разукрупнения РЭС, элементная и конструктивная базы; проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения; основы защиты	100

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды; объекты-носители и защита РЭС от механических воздействий; основы защиты РЭС от воздействия непреднамеренных помех и ионизирующих излучений; основы теории надежности РЭС; базовые технологические процессы в производстве РЭС и основы их проектирования; системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС; основы контроля и управления качеством; испытания РЭС.	
ОПД.Р.00	Национально-региональный (вузовский) компонент	200
ОПД.В.00	Дисциплины по выбору студента, устанавливаемые вузом	200
СД		
	Специальные дисциплины	1500
СП.02	201400 Аудиовизуальная техника	
СД. 01	Зрительно-слуховое восприятие аудиовизуальных программ: восприятие слуховых и зрительных образов; зрительный и слуховой анализаторы человека, их строение, свойства и характеристики; модели зрительной и слуховой систем человека, моделирование механизмов и характеристик слуха и зрения; взаимовлияние зрительных и слуховых образов при их совместном восприятии; требования к техническим параметрам систем формирования, передачи и воспроизведения сигналов изображения и звука; субъективная оценка качества изображения и звука.	68
СД. 02	Цифровая обработка аудио - и видеосигналов: аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, погрешности и качество цифровых аудио- и видеосигналов; ортогональные преобразования сигналов и алгоритмы их быстрого вычисления; дискретная свертка; цифровой анализ спектральных и временных характеристик сигналов; кепстральный анализ и гомоморфная обработка аудиосигналов; ортогональная и гексогональная структуры дискретизации изображения; кодирования и обработки сигналов изображения и звука; процессоры для обработки аудио- и видеосигналов; программно-аппаратные средства разработчика системы цифровой обработки сигналов.	118
СД. 03	Акустика: звуковое поле, методы анализа его структуры; акустическое качество помещений, акустическая обработка помещений; звукопоглощающие материалы и конструкции; шумы и звукоизоляция помещений; электроакустические преобразователи; микрофоны, громкоговорители, телефоны, ларингофоны, акустические системы; звуковые колонки; акустические люстры; рупорные громкоговорители; электроакустическая аппаратура мультимедийных комплексов; системы озвучения и звукоусиления, методы борьбы с акустической обратной связью, понятность и разборчивость речи; расчет студий, систем озвучения и звукоусиления; системы синхронного перевода, телеконференцсвязи, диспетчерской связи; измерение параметров помещений и электроакустической аппаратуры; компьютерные измерительные станции.	136

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
СД. 04	Телевидение: светооптические параметры, развертки и преобразование изображений; видеосигнал и его характеристики; передающие телевизионные трубки, фотоэлектрические приборы с переносом заряда; каналы сигналов изображения и звука и их элементы; воспроизведение телевизионных изображений: кинескопы, хроматроны, тринитроны, матричные телеэкраны; системы вещательного телевидения: форматы передачи, радиосигналы и их спектры, принцип совместимости; испытательные телевизионные таблицы; системы телевидения высокой четкости, кабельное телевидение, справочно-информационные телевизионные системы; системы видеосвязи и прикладного телевидения.	116
СД. 05	Аудиотехника: аудиосигналы, их характеристики и восприятие; стереофонический эффект; звуковые системы вещания, кинематографа, шоу-бизнеса; форматы сигналов звуковых систем; методы, устройства, аппаратно-программные средства формирования, преобразования и обработки аудиосигналов; первичное кодирование звуковых сигналов и компрессия цифровых аудиоданных; форматы цифровых аудиосигналов; помехоустойчивое кодирование и исправление ошибок; системы шумоподавления; звуковые процессоры; адаптивные звуковые системы; аппаратура радиодомов, телецентров, киностудий, видео- и концертных залов; звуковые карты мультимедийных комплексов; электромзыкальные инструменты; контроль, измерение параметров и эксплуатация аудиоаппаратуры.	136
СД. 06	Видеотехника: формирование видеосигнала, видеоформаты; методы обработки и реставрации изображений; цифровое представление компонентного и композитного видеосигнала; первичное и канальное кодирование; алгоритмы сжатия видеоинформации; помехоустойчивое кодирование и исправление ошибок; цифровые интерфейсы; видеоаппаратура: ее элементы, узлы и устройства, основные параметры и характеристики; системы электронного монтажа видеофильмов и создания программ, программирование и автоматизация монтажных операций; спецэффекты и рирпроекция; аппаратура видеопоза; видеокарты мультимедийных комплексов; контроль параметров, диагностика неисправностей и эксплуатация видеоаппаратуры.	136
СД. 07	Запись аудио- и видеосигналов: магнитная запись аудио- и видеосигналов: системы магнитной записи-воспроизведения, волновые, импульсные и шумовые характеристики канала записи-воспроизведения; цифровая магнитная запись аудио- и видеосигналов; форматы цифровой записи; способы снижения шумов и помех в магнитной записи; точная и оптическая запись; система компакт-диска: форматы записи, защита от ошибок, узлы и устройства; CD-ROM; формат DVD; магнитооптическая запись; системы DAT, R-DAT: формат записи, защита от ошибок, канальное кодирование, кодирование служебной информации, DAT-кассета, лентопротяжный	118

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	механизм, магнитные головки, системы автотрекинга; контроль параметров качества и эксплуатация аппаратуры записи аудио- и видеосигналов.	
СД. 08	Мультимедийная техника и технология производства аудиовизуальных программ: мультимедийные комплексы: архитектуры, аппаратные средства и компоненты, операционные системы, кодеки, интерфейсы, программное обеспечение; станции линейного и нелинейного монтажа, реставрации фонограмм, создания спецэффектов, озвучения материалов; компьютерный синтез и анимация изображений; хранение архивных материалов; мультимедийные системы: авторские, виртуальной реальности, обучающие и игровые; банки и форматы аудио- и видеоданных в Internet; технология производства аудио - и визуальной продукции: подготовка первичных материалов, технологические приемы, методы и аппаратура компоновки, монтажа, демонстрации, тиражирования и консервации аудио - и видеопродукции.	86
СД. 09	Сети передачи аудио- и видеоданных: сети передачи данных: операционные системы, топологии и методы доступа, компоненты сетей, коммутация и маршрутизация, иерархия сетей; сервис в сетях; протоколы обмена и передачи данных, аппаратно-программные средства для работы в сети; модели ISO/OSI; локальные и глобальные сети; принципы и форматы упаковки данных аудио- и видеосигналов, метаданные; идентификаторы программных материалов; протоколы передачи аудио- и видеоданных; высокоскоростные системные интерфейсы; режимы передачи данных в сетях.	86
ДС.00	Дисциплины специализаций	500
СП.03	201500 Бытовая радиоэлектронная аппаратура	
СД.01	Радиоэлектронные средства бытового назначения: основные функции и параметры радиоэлектронных средств бытового назначения (РЭСБН); стандарты, классификация и основные технические показатели качества функционирования РЭСБН; требования многофункциональности, агрегативности и комплексирования; принципы построения и характеристики РЭСБН; стандарты кодирования, цифровой обработки и передачи аудио- и видеосигналов по радиоканалам; требования к техническим параметрам РЭС при передаче и воспроизведении сигналов изображения и звука; критерии качества передачи и обработки изображения и звука; функциональная и электромагнитная совместимость в конструкциях РЭСБН; бытовые аудио-видеокомплексы; системы персональной радиосвязи – спутниковой, радиотелефонной, сотовой, пейджинговой; радиомодемы и радиоудлинители; системы радиодоступа к информационным сетям; принципы построения и характеристики систем индивидуального и коллективного приема спутникового телевидения; интерактивные мультимедийные и телевизионные системы; оптические и радиотехнические системы охраны помещений и территорий.	120
СД.02	Прием и обработка сигналов: понятие сообщения, аналоговые и цифровые	120

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	<p>сигналы, используемые в радиовещании и телевидении; помехи приему и их характеристики; критерии оценки качества полученных сообщений; функциональные операции (фильтрация, преобразование, усиление, демодуляция, декодирование и др.), выполняемые в устройствах приема сигналов и выделения сообщений; структурные схемы приемников; технические требования, предъявляемые к приемникам и его функциональным узлам, обеспечивающие достижение нормативных показателей качества; функциональные и схемотехнические особенности радиоприемников сигналов с амплитудной, частотной, однополосной модуляцией, приемников стереофонических и цифровых сигналов, радиотракта телевизионных приемников и СВЧ тюнеров систем спутникового телевидения; приемники оптического диапазона волн; варианты схем приемников с использованием современной элементной базы электрорадио-компонентов – интегральных микросхем, элементов функциональной электроники, сигнальных микро-процессоров и однокристалльных контроллеров; методы расчета и моделирования электрических схем с использованием компьютерных средств; стандартные методики измерения нормируемых параметров приемников различного назначения; методы синтеза, анализа и оптимизации при проектировании приемных устройств.</p>	
СД.03	<p>Формирование колебаний и сигналов: принципы функционирования и методы расчета устройств, генерации, модуляции и управления параметрами высокочастотных колебаний; синтез частот; структурные и принципиальные схемы; особенности формирования сигналов в диапазонах высоких и сверхвысоких частот.</p>	80
СД.04	<p>Телекоммуникационные технологии: области применения и условия функционирования телекоммуникационных систем (ТКС); классификация, основные характеристики, структурные схемы, основные подсистемы, многоканальные ТКС и сети; стандарты и протоколы (модели ISO/OSI); способы представления, дискретизация и квантование непрерывных сообщений, сигналов и помех; каналы связи, их классификация, описание, свойства; аналоговые и цифровые методы передачи сообщений, способы объединения, разделения и коммутации каналов (частотное, временное, кодовое); псевдослучайные широкополосные сигналы; особенности модуляции и демодуляции радио- и оптических сигналов в коммуникационных устройствах, совмещение модулятора и демодулятора в приемно-передающем тракте; кодирование и декодирование сообщений; методы помехоустойчивого кодирования; информационная емкость и избыточность сообщений, пропускная способность КС, показатели качества приема сообщений; принципы сжатия информации и их стандартизация в КС; понятие о защите информации в сетях и каналах связи; перспективы развития коммуникационных технологий.</p>	100

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
СД.05	<p>Основы телевидения: физические принципы формирования, передачи и приема цветных телевизионных изображений и звукового сопровождения; системы вещательного наземного и спутникового телевидения (ТВ); локально-объектовые системы ТВ; стандарты композитных (SECAM, PAL, NTSC) и компонентных вещательных систем (MAC-варианты), их достоинства и недостатки; основные параметры изображения, полного цветного телевизионного сигнала (ПЦТС) и радиосигнала; способы и устройства формирования растровой структуры изображения ПЦТС и излучаемого радиосигнала; структурная схема приемника ТВ- сигнала и требования к входящим в него узлам; методики оценки качества изображений; особенности цифрового телевидения (ЦТВ) и телевидения высокой четкости (ТВЧ); технологии сокращения избыточности и сжатия спектра ПЦТС; основные сведения о спутниковом телевидении (СТВ), возможность использования СТВ для передачи сигналов ТВЧ и ЦТВ; возможности уплотнения телевизионного канала для передачи дополнительной информации.</p>	100
СД.06	<p>Устройства записи и воспроизведения сигналов: состояние и развитие техники видео- и звукозаписи; физические основы магнитной записи; носители информации; магнитные головки; искажения при магнитной записи; сквозные характеристики канала запись-воспроизведение; аналоговые магнитофоны; состав и структурные схемы бытовых видеомагнитофонов; лентопротяжный механизм видеомагнитофонов; устройства автотрекинга ленты и стабилизации частоты вращения диска головок; применение специализированных интегральных микросхем; цифровая запись сигналов; структурная схема устройств цифровой записи; блочное кодирование, канальное кодирование; цифровые звуковые магнитофоны, форматы записи; лазерные проигрыватели, обработка цифрового сигнала, оптические узлы и датчики ошибок, устройства автоматики; оптическая и магнитооптическая запись; цифровая запись и воспроизведение телевизионного сигнала; запись сигналов с помощью электронной памяти; настройка и испытания устройств записи и воспроизведения сигналов.</p>	120
СД.07.	<p>Основы управления РЭСБН: принципы построения систем контроля и управления; соединительные шины и форматы сигналов управления; однокристалльные микроконтроллеры; структурная организация, системы команд, обработка данных в микроконтроллерах; организация взаимодействия микроконтроллера с объектами управления; типовые алгоритмы управления РЭСБН; структурные схемы устройств управления и настройки РЭСБН; устройства отображения информации и управление ими; устройства дистанционного управления.</p>	70
СД.08.	<p>Электропитание и элементы электромеханики: первичные и вторичные источники электропитания РЭСБН; схемы выпрямителей</p>	80

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	переменного тока; линейные и ключевые стабилизаторы напряжения и тока; низкоуровневые интегральные схемы вторичных источников питания; электродвигатели, их характеристики и области применения; другие устройства электропривода для БРЭА; элементы электроники для управления электромеханическими устройствами; основные направления развития микроэлектромеханики.	
СД.09	Основы эргономики и дизайна РЭСБН: основные проблемы конструирования и технологии производства РЭСБН – обеспечения качества, надежности, серийнопригодности, ремонтнопригодности, функциональной безопасности (защита от «дурака»), электробезопасности, пожаробезопасности и экологической безопасности; принципы формирования конструкций: блочный, функционально-узловой, функционально-модульный; особенности формообразования, и комплексирования РЭСБН; основы художественного конструирования; обеспечение серийнопригодности и ремонтнопригодности конструкций в процессе производства и эксплуатации.	100
СД.10	Диагностика и обслуживание РЭСБН: задачи контроля и диагностики состояния РЭСБН, диагностируемые параметры и алгоритмы поиска неисправностей; аппаратура контроля и диагностики; автоматизация контроля и диагностики; ремонт радиотелевизионных устройств, аппаратуры записи-воспроизведения телевизионных сигналов, видеокамер; настройка и регулировка параметров РЭСБН; задачи и правила гарантийного обслуживания РЭСБН; характеристики долговечности и ремонтнопригодности объектов обслуживания; организация обслуживания; нормативы технического обслуживания; проблемы качества и экономической эффективности обслуживания РЭСБН	110
ДС.00	Дисциплины специализаций	500
ФТД.00	Факультативные дисциплины	450
ФТД.01	Военная подготовка	450

ВСЕГО часов теоретического обучения 8262 часов

5. СРОКИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА «РАДИОТЕХНИКА»

5.1. Срок освоения основной образовательной программы подготовки инженера при очной форме обучения составляет 260 недель, в том числе:

- теоретическое обучение 153 недели
- экзаменационные сессии не менее 16 недель
- практики не менее 10 недель
- в том числе:
 - технологическая 4 недели
 - преддипломная 6 недель
- итоговая государственная аттестация не менее 16 недель
- каникулы не менее 38 недель.

5.2. Для лиц, имеющих среднее (полное) общее образование, сроки освоения образовательных программ подготовки инженера при очно-заочной (вечерней) и заочной формах обучения, а также в случае сочетания различных форм обучения, увеличиваются до одного года относительно нормативного срока, установленного п.1.3 настоящего государственного стандарта.

5.3. Максимальный объем учебной нагрузки студента устанавливается 54 часа в неделю, включая все виды его аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы.

5.4. Объем аудиторных занятий студента при очной форме обучения не должен превышать в среднем за период теоретического обучения 27 часов в неделю. При этом в указанный объем не входят обязательные практические занятия по физической культуре и занятия по факультативным дисциплинам.

5.5. При очно-заочной (вечерней) форме обучения объем аудиторных занятий должен быть не менее 10 часов в неделю.

5.6. При заочной форме обучения, если указанная форма освоения образовательной программы (специальности) не запрещена соответствующим Постановлением Правительства Российской Федерации, студенту должна быть обеспечена возможность занятий с преподавателем в объеме не менее 160 часов в год.

5.7. Общий объем каникулярного времени в учебном году должен составлять 7–10 недель, в том числе не менее двух недель в зимний период.

6. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ И УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА «РАДИОТЕХНИКА»

6.1. Требования к разработке основной образовательной программы подготовки инженера.

6.1.1. Высшее учебное заведение самостоятельно разрабатывает и утверждает образовательную программу и учебный план вуза для подготовки инженера на основе настоящего государственного образовательного стандарта.

Дисциплины «по выбору студента» являются обязательными, а факультативные дисциплины, предусмотренные учебным планом высшего учебного заведения, не являются обязательными для изучения студентом.

Курсовые работы (проекты) рассматриваются как вид учебной работы по дисциплине и выполняются в пределах часов, отводимых на ее изучение.

По всем дисциплинам федерального компонента и практикам, включенным в учебный план высшего учебного заведения, должна выставляться итоговая оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно).

6.1.2. При реализации основной образовательной программы высшее учебное заведение имеет право:

- изменять объем часов, отводимых на освоение учебного материала для циклов дисциплин – в пределах 5%; для дисциплин, входящих в цикл, – в пределах 10%;

- формировать цикл гуманитарных и социально-экономических дисциплин, который должен включать из одиннадцати базовых дисциплин, приведенных в настоящем государственном образовательном стандарте, в качестве обязательных следующие 4 дисциплины: «Иностранный язык» (в объеме не менее 340 часов), «Физическая культура» (в объеме не менее 408 часов), «Отечественная история», «Философия». Остальные базовые дисциплины могут реализовываться по усмотрению вуза. При этом, возможно их объединение в междисциплинарные курсы при сохранении обязательного минимума содержания.

- Занятия по дисциплине «Физическая культура» при очно-заочной (вечерней) форме обучения могут предусматриваться с учетом пожелания студентов;

- осуществлять преподавание гуманитарных и социально-экономических дисциплин в форме авторских лекционных курсов и разнообразных видов коллективных и индивидуальных практических занятий, заданий и семинаров по программам, разработанным в самом вузе и учитывающим региональную, национально-этническую, профессиональную специфику, а также научно-исследовательские предпочтения преподавателей, обеспечивающих квалифицированное освещение тематики дисциплин цикла;

- устанавливать необходимую глубину преподавания отдельных разделов дисциплин, входящих в циклы гуманитарных и социально-экономических, математических и естественнонаучных дисциплин, в соответствии с профилем специальных дисциплин, реализуемых вузом;

- определять в установленном порядке наименование специализаций, наименование дисциплин специализаций, их объем и содержание, а также форму контроля их освоения студентами;

- реализовывать основную образовательную программу подготовки инженера в сокращенные сроки для студентов высшего учебного заведения, имеющих среднее профессиональное образование соответствующего профиля или высшее профессиональное образование. Сокращение сроков проводится на основе аттестации имеющихся знаний, умений и навыков студентов, полученных на предыдущем этапе профессионального образования. При этом продолжительность сокращенных сроков обучения должна составлять не менее трех лет при очной форме обучения. Обучение в сокращенные сроки допускается также для лиц, уровень образования или способности которых являются для этого достаточным основанием.

6.2. Требования к кадровому обеспечению учебного процесса.

Реализация основной образовательной программы подготовки инженера должна обеспечиваться педагогическими кадрами, имеющими, как правило, базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины и систематически занимающимися научной и/или научно-методической деятельностью.

Преподаватели специальных дисциплин, как правило, должны иметь ученую степень и/или опыт деятельности в соответствующей профессиональной сфере.

6.3. Требования к учебно-методическому обеспечению учебного процесса.

Реализация основной образовательной программы подготовки инженера должна обеспечиваться доступом каждого студента к библиотечным фондам и базам данных, по содержанию соответствующих полному перечню дисциплин основной образовательной программы, из расчета не менее 0,5 экземпляра на одного студента, наличием методических пособий и рекомендаций по всем дисциплинам и по всем видам занятий – практикумам, курсовому и дипломному проектированию, практикам, а также наглядными пособиями, аудио-, видео- и мультимедийным материалам.

Лабораторными практикумами должны быть обеспечены дисциплины: радиоматериалы и радиокомпоненты, основы теории цепей, метрология и радиоизмерения, радиотехнические цепи и сигналы, электродинамика и распространение радиоволн, устройства СВЧ и антенны, радиоавтоматика, электроника, основы конструирования и технологии производства РЭС, основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС, схемотехника аналоговых электронных устройств, цифровые устройства и микропроцессоры.

Библиотечный фонд вуза должен содержать следующие журналы:

- «Радиотехника и электроника»,
- «Известия вузов. Радиоэлектроника»,

Реферативные журналы:

- Радиотехника,
- Электроника.

6.4. Требования к материально-техническому обеспечению учебного процесса.

Высшее учебное заведение, реализующее основную образовательную программу подготовки инженера, должно располагать материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов лекционных, практических и лабораторных занятий, научно-исследовательской работы студентов, предусмотренных учебным планом и соответствующей действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Лаборатории высшего учебного заведения должны быть оснащены современной измерительной аппаратурой, средствами вычислительной техники, промышленными образцами приборов и систем и специализированными установками исследовательского назначения, которые обеспечивают изучение процессов, устройств и систем в соответствии с содержанием образовательной программы инженера.

6.5. Требования к организации практик.

6.5.1. Практики проводятся в сторонних организациях (учреждениях, предприятиях) по профилю специальности или на выпускающих кафедрах и в научных лабораториях высшего учебного заведения. Содержание практики определяется выпускающими кафедрами вуза с учетом интересов и возможностей подразделений (цех, отдел, лаборатория, научная группа и т.п.), в которых она проводится и регламентируется программами по ее видам (производственно-технологическая, преддипломная).

6.5.2. Производственно-технологическая практика имеет целью закрепление знаний и умений, полученных в процессе теоретического обучения. Во время производственно-технологической практики студент должен:

изучить:

- организацию и управление деятельностью подразделения;

- вопросы планирования и финансирования разработок и исследований;
- действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программам испытаний, оформлению технической документации;
- методы выполнения технических расчетов и определения экономической эффективности исследований и разработок;
- базовые технологические процессы в производстве радиотехнической аппаратуры;
- правила эксплуатации и обслуживания радиотехнических установок, измерительных приборов, другого оборудования, имеющихся в подразделении;
- вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности жизнедеятельности.

освоить:

- методики применения измерительной аппаратуры для контроля и изучения характеристик радиотехнических устройств и систем;
- приемы и технику монтажа и настройки радиотехнических устройств;
- пакеты программ компьютерного моделирования и проектирования радиоэлектронных средств;
- порядок и методы проведения патентных исследований;
- порядок пользования периодическими, реферативными и справочно-информационными изданиями по профилю специальности.

6.5.3. Преддипломная практика имеет целью приобретение студентами опыта в решении реальных инженерных задач или исследовании актуальных научных проблем. Содержание преддипломной практики определяется темой выпускной квалификационной работы.

Во время преддипломной практики студент должен:

изучить:

- проектно-технологическую документацию, патентные и литературные материалы;
- назначение, состав, конструкцию, принцип работы, условия технической эксплуатации проектируемых изделий;
- методы исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ;
- методы и средства компьютерного проектирования и исследования, необходимые при разработке радиоэлектронных средств в соответствии с заданием на выпускную работу;
- образцы радиоэлектронных средств, являющихся аналогами разработки;

выполнить:

- технико-экономическое обоснование технического задания на объект разработки выпускной квалификационной работы;
- предварительное математическое моделирование объектов, принятых в качестве аналогов разрабатываемым изделиям;
- измерения и экспериментальные исследования объектов-аналогов с целью модернизации или разработки новых типов устройств и систем;
- анализ себестоимости выпускаемой на рынок продукции-аналога и финансовых результатов производителя;
- анализ мероприятий по экологической безопасности и безопасности жизнедеятельности.

6.5.4. Аттестация по итогам практики проводится на основании оформленного в соответствии с установленными требованиями письменного отчета и отзыва руководителя практики. По итогам аттестации выставляется оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно).

7. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКА ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА «РАДИОТЕХНИКА»

7.1. Требования к профессиональной подготовленности выпускника.

Выпускник должен обладать профессиональными знаниями и умениями, которые необходимы ему при решении задач, соответствующей его квалификационной характеристике, указанной в п. 1.4 настоящего государственного стандарта.

Инженер по направлению подготовки «Радиотехника» должен:

знать:

- основные научно-технические проблемы и перспективы развития радиотехники и областей ее применения;
- элементную базу, основные структуры, схемотехнику, свойства и методы расчета устройств формирования, излучения, приема, усиления и обработки сигналов;

- структуры и возможности основных систем получения и передачи информации об окружающей среде и объектах материального мира;

- базовые языки и основы программирования, методы хранения, обработки, передачи и защиты информации, типовые программные продукты, ориентированные на решение научных и проектно-конструкторских задач радиотехники;

- математический аппарат и численные методы, физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия приборов и устройств радиоэлектроники;

- основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования радиотехнических устройств и систем на базе системного подхода, включая этапы системного, схемного, конструкторского и технологического проектирования, требования стандартизации технической документации;

- пути повышения качества, надежности и долговечности радиоэлектронных устройств;

- основы экономики, организации труда и управления коллективом;

уметь применять:

- методы исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ;

- методы организации и осуществления измерений и исследований, включая организацию и проведение стандартных испытаний и технического контроля, обеспечивающих требуемое качество продукции;

- методы и компьютерные системы проектирования и исследования радиотехнических устройств и систем;

- методы выполнения технических расчетов и оценки экономической эффективности исследований, разработок и готовых изделий;

- правила и методы монтажа, настройки и регулирования радиоэлектронной аппаратуры, контроль за ее состоянием и правильным использованием;

- действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по оформлению технической документации;

- методы оптимальной организации труда профессиональных групп при проектировании и создании образцов новой техники.

Конкретные требования к специальной подготовке дипломированного специалиста устанавливаются высшим учебным заведением с учетом потребностей региона и особенностей конкретной образовательной программы.

7.2. Требования к итоговой государственной аттестации выпускника.

7.2.1. Общие требования к итоговой государственной аттестации.

Итоговая государственная аттестация инженера включает в себя защиту выпускной квалификационной работы и государственный экзамен.

Итоговые аттестационные испытания предназначены для определения практической и теоретической подготовленности инженера к выполнению профессиональных задач, установленных настоящим государственным образовательным стандартом.

Аттестационные испытания, входящие в состав итоговой государственной аттестации выпускника, должны полностью соответствовать основной образовательной программе высшего профессионального образования, которую он освоил за время обучения.

7.2.2. Требования к выпускной квалификационной работе дипломированного специалиста.

Выпускная квалификационная работа инженера (дипломная работа или дипломный проект) должна представлять собой законченную научно-исследовательскую, проектную или технологическую разработку, связанную с решением актуальных задач, определяемых особенностями подготовки по конкретной специальности направления «Радиотехника».

Дипломная работа (проект) должна быть представлена в форме рукописи.

Требования к содержанию, объему и структуре дипломной работы (проекта) определяются высшим учебным заведением на основании Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений, утвержденного Минобразованием России, государственного образовательного стандарта по направлению подготовки дипломированного специалиста «Радиотехника» и методических рекомендаций УМО по образованию в области автоматике, электроники, микроэлектроники и радиотехники.

Время, отводимое на подготовку квалификационной работы, составляет не менее 16 недель.

7.2.3. Требования к государственному экзамену

Порядок проведения и программа государственного экзамена по специальностям, относящимся к направлению подготовки дипломированного специалиста «Радиотехника», определяются вузом на основании методических рекомендаций и соответствующих примерных программ, разработанных УМО по образованию в области автоматики, электроники, микроэлектроники и радиотехники, Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений, утвержденного Минобразованием России, и настоящего государственного образовательного стандарта.

СОСТАВИТЕЛИ:

Учебно-методическое объединение по образованию в области автоматики, электроники, микроэлектроники и радиотехники:

Учебно-методическое объединение по образованию в области авиации, ракетостроения и космоса:

Председатель Совета УМО	Д.В. Пузанков
Председатель Совета УМО	А.М. Матвеев
Заместитель председателя Совета УМО	В.Н. Ушаков
Заместитель председателя Совета УМО	Ю.А. Сидоров

СОГЛАСОВАНО:

Управление образовательных программ и стандартов высшего и среднего профессионального образования	Г.К. Шестаков
Начальник отдела технического образования	Е.П. Попова