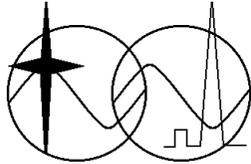


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра средств радиосвязи (СРС)



С.В. Мелихов, И.А. Колесов

Введение в специальность «Средства связи с подвижными объектами»

*Рекомендовано Сибирским региональным отделением УМО
высших учебных заведений РФ по образованию
в области радиоэлектроники, биомедицинской техники
и автоматизации для использования в качестве учебного пособия
для студентов вузов*

Томск – 2009

Мелихов С.В., Колесов И.А. Введение в специальность «Средства связи с подвижными объектами»: Учебное пособие. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2009. – 154 с.

ISDN 5–89503–251–6

Излагаются краткая история беспроводной связи, характеристика используемых частотных сетей профессиональной радиосвязи, особенности распространения радиоволн, классификационные признаки систем мобильной радиосвязи (МРС). Дается описание основных видов МРС: общие понятия о средствах и системах связи с подвижными объектами, особенности, место и взаимосвязь различных средств связи с подвижными объектами, принципы их построения. Характеризуется современное состояние и перспективы развития.

Исторически объясняется появление специальности «Средства связи с подвижными объектами» (специальность 210402) в ТУСУРе: история, структура вуза, история РТФ и профилирующей кафедры средств радиосвязи (СРС), ответственная за подготовку выпускников по специальности 210402.

Описываются технология подготовки студентов специальности 310402 и нормативные требования к высшему образованию в соответствии с Государственным образовательным стандартом РФ (ГОС) по направлению «Телекоммуникации». Отмечаются особенности подготовки специалистов и системы рейтинговой оценки успеваемости студентов, принятой в ТУСУРе. Излагаются права и обязанности студентов.

Приводятся рекомендации по использованию установленного ГОС бюджета времени студента с учетом особенностей памяти в студенческом возрасте и требований к гигиене умственного труда. Излагаются основы организации учебного процесса в вузе и роль самостоятельной работы студентов.

В качестве приложения даны рабочая программа, рекомендации по изучению дисциплины и контрольные вопросы.

Пособие предназначено для студентов ТУСУРа, в частности для специальности «Средства связи с подвижными объектами» (210402), а также других вузов.

Рецензенты: Кафедра радиоэлектроники Томского государственного университета;
Кафедра компьютерных измерительных систем и метрологии Томского политехнического университета

Содержание

Предисловие.....	5
1. Краткая история беспроводной связи.....	6
2. Частоты сетей подвижной радиосвязи. Особенности распространения радиоволн различной длины	21
3. Классификационные признаки систем мобильной связи	25
4. Виды систем мобильной связи	27
4.1. Системы Си-Би радиосвязи	27
4.2. Системы персонального радиовызова	29
4.3. Транкинговые системы связи	31
4.4. Сотовые системы мобильной связи	35
4.5. Системы персональной спутниковой связи	42
5. Перспективы развития систем мобильной радиосвязи	49
6. ТУСУР	53
6.1. Краткая история становления и развития вуза	53
6.2. РТФ. Кафедра СРС	63
7. Высшее профессиональное образование.....	70
7.1. Государственный образовательный стандарт подготовки дипломированных специалистов по направлению «Телекоммуникации».....	70
7.2. Основная образовательная программа.....	76
8. Текущая и итоговая аттестация студентов.....	80
8.1. Выписка из типового Положения о курсовых экзаменах и зачетах	80
8.2. Особенности аттестации при переводе с одной формы обучения (или специальности) на другую.....	85
8.3. Рейтинговая система оценки успеваемости в ТУСУРе.....	86
9. Бюджет времени студента. Особенности памяти и гигиена умственного труда.....	94
9.1. Бюджет времени студента.....	94

9.2. Особенности памяти в студенческом возрасте. Гигиена умственного труда	94
10. Организация учебного процесса в вузе.....	102
10.1. Основы организации аудиторной и самостоятельной работы	102
10.2. Лекция – основная форма учебного процесса.....	103
10.3. Лабораторные и практические занятия как форма творческого самообразования.....	106
10.4. Самостоятельная работа студентов.....	111
10.5. Методика подготовки к экзаменам и зачетам	115
10.6. Практики, подготовка и защита выпускной квалификационной работы.....	118
Заключение.....	120
Литература.....	122
Приложение 1.....	125
Приложение 2. Рабочая программа дисциплины. Методические указания. Контрольные вопросы.....	136
П2.1. Рабочая программа дисциплины.....	136
П2.2. Методические указания	138
П2.3. Контрольные вопросы	143
П2.4. Подготовка к контрольной работе.....	152
П2.5. Примеры ответов на тестовые вопросы	153

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Введение в специальность» читается на РТФ в соответствии с решением Совета вуза с 1967 года. Введена она по инициативе профессора Г.С. Шарыгина. Первоначально ее задачами считались: знакомство со специальностью и ликвидация «разрыва» общей подготовки на первых курсах обучения со специальной подготовкой на старших курсах. В частности, последнее касалось «сопряжения» требований по изучению гуманитарных, социально-экономических дисциплин, общих математических и естественнонаучных с требованиями по освоению специальных дисциплин.

Позднее выявилась (и не только нами [1–3]) необходимость включения в состав этой дисциплины сведений, ускоряющих адаптацию студентов-первокурсников к учебе в вузе. В соответствии с этим в ее состав дополнительно были включены следующие сведения: по истории вуза [4], по становлению специальности в вузе, по нормативной документации [5–7], которая определяет технологию подготовки квалифицированных специалистов; по особенностям восприятия нового материала и памяти студентов; по организации учебного процесса и контроля за обучением студентов и др.

Настоящее пособие написано на основе опыта авторов в преподавании дисциплины «Введение в специальность» для студентов РТФ. При этом значительная часть пособия представляет собой систематизацию известных работ авторов [1–38] применительно к изложению материала по основным задачам дисциплины «Введение в специальность. Средства связи с подвижными объектами». В пособии отражены особенности организации подготовки и контроля успеваемости студентов на РТФ ТУСУРа.

Авторы выражают благодарность Генеральному директору ТСС Г.Е. Заре за сведения по динамике развития сотовых сетей связи в Томске и Томской области, доценту В.М. Ицковичу за уточнение описания контроля учебного процесса. Авторы признательны проректору по учебной работе ТУСУРа М.Т. Решетникову за информацию по структуре вуза.

1. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Связь необходима человечеству для общения [1–3]. Пока в XIX веке не были изобретены прогрессивные связные механизмы, процесс связи был трудным и долгим. О важных событиях сигнализировали с помощью дымовых сигналов, колоколов, барабанов, костров, флагов, а письма отправляли с гонцами, с почтовыми голубями, пароходами. Для доставки письма пароходом из Европы в Америку требовалось несколько месяцев. Световые сигналы и флаги используются на флоте и в настоящее время: каждый матрос должен уметь передавать некоторые сообщения светом и флагами – на случай неисправности других средств беспроводной связи.

В конце XVIII века французский аббат Клод Шапп (1763–1805), взяв за основу идею оптического телеграфа, сконструировал «маятниковый телеграф» и изобрел для него условную азбуку. Маятниковый оптический телеграф монтировался на высоких башнях и имел три переключатели: одну длинную (с устройством вращения в середине) и две коротких (с устройствами вращения на концах длинной переключателя). Несмотря на то, что оптические телеграфы могли надежно работать только в ясные дни, их эксплуатация продолжалась до конца XIX века.

Современная беспроводная связь использует электромагнитные волны. Открытию электромагнитных волн предшествовало обнаружение в 1831 году электромагнитной индукции английским физиком Майклом Фарадеем (1791–1867). В 1821 году Фарадей узнает об опытах датчанина Ханса Кристиана Эрстеда (1777–1851) и француза Андре Мари Ампера (1775–1836) по отклонению магнитной стрелки вблизи провода с постоянным током. Уже через несколько месяцев Фарадей доказывает существование вокруг проводника кольцевых магнитных силовых линий, то есть фактически формулирует «правило буравчика». В начале 30-х годов XIX века Фарадей изобретает простейшую динамомашину и формулирует закон электромагнитной индукции: «Всякий раз, как проводник пересекается магнитными силовыми линиями, в нем возбуждается электродвижущая сила и, если проводник замкнут, в нем возникает электрический ток».

Результаты опытов убедили Фарадея о существовании неизвестного тогда вида материи – электромагнитных волн. Однако доказать это при своей жизни он не смог. Волновая теория без доказательства не могла быть воспринята научным миром, поскольку в то время господствовала теория «дальнодействия», согласно которой тела действуют друг на друга мгновенно на любом расстоянии. Поэтому Фарадей счел: в 1832 году он сдал на хранение в архив Королевского общества запечатанное письмо, в котором сообщалось, что оно написано с целью закрепления даты открытия в случае его экспериментального подтверждения. Этот конверт был вскрыт лишь 106 лет спустя, в 1938 году. Интуитивные мысли, изложенные в письме, поражают своим пророчеством: «...электрическая индукция распространяется подобно волнам с конечной скоростью, световые явления не отличаются от электрической индукции, для анализа указанных явлений следует использовать теорию колебаний...». Эти предсказания Фарадея перекликаются с идеями электромагнитной теории, разработанной много позднее английским физиком Джеймсом Кларком Максвеллом (1831–1879) и подтвержденной опытами немецкого физика Генриха Рудольфа Герца (1857–1894).

Открытие электромагнитной индукции положило начало опытам по беспроволочному телеграфированию. В его основе были провода, натянутые параллельно друг другу. Токи, генерируемые в проводе передатчика, вызывали индукционные токи в проводе приемника. Используя этот принцип, английский инженер Вилкинс в 1849 году передал сигналы на несколько сот метров, американец Трубридж в 1880 году телеграфировал на расстояние 1600 м, англичанин Прис в начале 90-х годов XIX века добился передачи телеграфных сигналов на 5,5 км.

В 1885 году американский изобретатель Томас Алва Эдисон (1847–1931) сконструировал (а в 1891 году запатентовал) «прибор для передачи без проводов сигналов азбуки Морзе». Передатчик Эдисона состоял из индуктивно связанных катушек, одна из которых была соединена с телеграфным ключом, вторая – с поднятым над землей металлическим листом. На приемной стороне такой же лист соединялся с телеграфным аппаратом Морзе. Такими приемопередатчиками Эдисон установил связь между движущимся поездом и железнодорожными станциями. Интересно, что когда Гульельмо Маркони (1874–1937) стал распространять свои приемно-передающие устройства в Америке, ему пришлось выкупить патент у Эдисона.

Были еще попытки создания беспроводных телеграфов, но их изобретатели не владели теорией электромагнитных волн. Революция в развитии беспроводной связи произошла после работ Максвелла.

В 1855 году Максвелл опубликовал работу «О силовых линиях Фарадея», в которой в математическом виде выразил идеи своего предшественника. По теории Максвелла «...в каждой точке пространства существуют две силы: электрическая и магнитная, величина каждой из них зависит от положения точки в пространстве и от времени...». То есть в своих рассуждениях Максвелл исходил из предположения о существовании электромагнитных волн.

В 1864 году появилась работа Максвелла «Динамическая теория электромагнитного поля», в которой была дана строгая математическая формулировка теории электромагнитного поля. Это доказывало существование электромагнитных волн. По теории Максвелла в диэлектрике может существовать особый вид тока, связанный с перемещением силовых линий электрического поля. Этот ток, названный им «током смещения», подобно току в проводнике порождает вокруг себя магнитное поле. Максвелл математически доказал, что изменение во времени силовых линий электрического поля неизбежно вызывает изменение магнитного поля, которое, в свою очередь, вызывает изменение электрического поля и так далее, то есть в окружающей среде образуется волновой процесс. Этот процесс Максвелл назвал электромагнитными волнами. Более того, Максвелл доказал, что свет имеет электромагнитную природу, что электромагнитные волны любых частот распространяются в пространстве со скоростью света, а при распространении подчиняются световым законам, то есть могут иметь определенную поляризацию, претерпевать отражение, преломление, дифракцию и интерференцию. Все доказательства были оформлены Максвеллом строго математически в виде уравнений, которые получили название «Уравнения Максвелла». Вычисленная Максвеллом по теоретическим выкладкам скорость света (308000 км/с) оказалась очень близкой к величине 300000 км/с, которая используется в наши дни.

Явление возбуждения переменным током электромагнитного поля стали называть излучением электромагнитных колебаний, или излучением электромагнитных волн.

Магнитные составляющие электромагнитных колебаний возбуждают во встречающихся на путях их распространения проводниках переменные токи. Эти предсказанные замечательные явления и были позже положены в основу техники радиопередачи и радиоприема.

Теория Максвелла об электромагнитных волнах получила подтверждение в остроумно поставленных, многочисленных и трудоемких опытах, которые были проведены Герцем в 1886–1888 годах.

Наиболее удачный передающий вибратор Герца состоит из двух одинаковых проводников, расположенных продольно, с шариками на концах (рис. 1.1). Расстояние между ближними шариками 3–7 мм. При

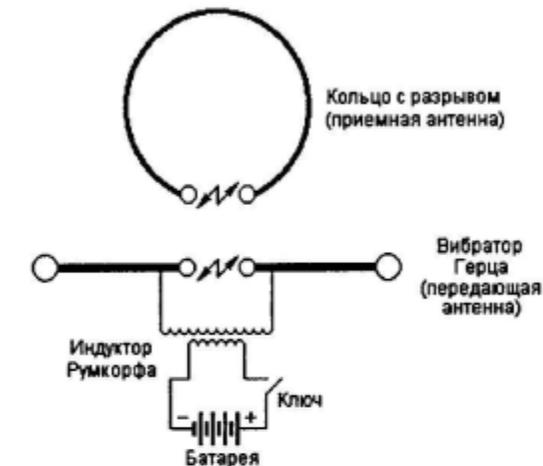


Рис. 1.1. Схема опытной установки Герца для подтверждения существования радиоволн

подаче со вторичной обмотки индуктора Румкорфа на проводники импульсного высоковольтного напряжения (несколько десятков киловольт) между ближними шариками возникает электрическая искра. Во время действия искры в проводниках протекает высокочастотный ток, частота которого зависит от длины проводников. Поскольку вибратор эквивалентен «открытому» колебательному контуру, происходит излучение электромагнитных волн.

В качестве приемника Герц использовал кольцо с разрывом и разрядными шариками на концах разрыва. Расстояние между шариками было очень маленьким – несколько десятых долей миллиметра. В момент передачи между разрядными шариками приемника возникала очень слабая искра, которую можно было увидеть только в темноте.

Герцу удалось измерить длины электромагнитных волн, доказать наличие их отражения, преломления, дифракции, интерференции и поляризации. После этого Герц стал одним из самых популярных ученых, а электромагнитные волны стали называть «лучами Герца». Опыты

Герца были многократно повторены и усовершенствованы другими исследователями.

В начале 90-х годов XIX века французским физиком Э. Бранли (1844–1940) и английским физиком Оливером Лоджем (1851–1940) независимо друг от друга было обнаружено, что индикатором электромагнитных волн может быть металлический порошок. Металлическим порошком наполовину заполнялась горизонтальная стеклянная трубочка с двумя электродами по концам. Если порошок встряхнуть, то его сопротивление электрическому току большое. Под действием электромагнитных волн, которые организовывались рядом с трубочкой при помощи вибратора-разрядника Герца, сопротивление порошка резко уменьшалось из-за «склеивания» («спекания») его частиц. Для восстановления исходного большого сопротивления порошок требовалось встряхнуть вновь.

Бранли не оценил своих наблюдений и сообщил об этом лишь с целью предохранить других исследователей порошков от досадных промахов.

Мысль использовать стеклянную трубочку с металлическим порошком для регистрации электромагнитных волн пришла в голову Оливеру Лоджу. Он, по сути дела, использовал трубку Бранли, но назвал ее «когерером» – «сцеплятелем». Заслугой Лоджа было то, что он привлек когерер к исследованию лучей Герца.

Лодж был в одном шаге от изобретения радио! Однако он исследовал физические процессы, связь на расстоянии его не привлекала, он считал эту идею бредовой.

Статья Лоджа в английском журнале «Электрик» была получена русским физиком Александром Степановичем Поповым (1859–1906) осенью 1894 года. Едва узнав о когерере, Попов сразу же начал исследования по усовершенствованию когерера с целью увеличения чувствительности и использованию в практическом устройстве, которое могло бы применяться для сигнализации на расстоянии. Испробовав множество порошков самого различного состава и помола, А.С. Попов останавливается на «феррум пульвератум». Этот порошок обеспечивал хорошую чувствительность к «лучам Герца». Попов анализирует многие конструкции когерера и выбирает наилучшую – стеклянную трубку толщиной в палец, внутри которой на стенках две платиновые палочки, концы которых выведены наружу. Для встряхивания когерера Попов включает в цепь когерера старый стрелочный гальванометр. Когда производился разряд в передающем вибраторе-разряднике Герца, металли-

ческий порошок в когерере из плохого проводника превращался в хороший. Через когерер начинал идти ток, поворачивавший стрелку гальванометра. Резкое движение стрелки встряхивало когерер, и он был готов к приему нового сигнала. *Это была, как теперь говорят, схема «обратной связи», которую можно назвать первой радиосхемой.* Так, из несовершенных приборов родилось настоящее радио, хотя, по современным понятиям, и весьма примитивное.

Позже гальванометр был заменен Поповым электромагнитным реле со звонком, а стрелка – молоточком, подсоединенным к якорю реле, и схема приемника практически приобрела вид, столь впоследствии распространенный (рис. 1.2). Короткие и длинные сигналы, а также их комбинации вполне могли быть использованы для сигнализации на расстоянии.

Поиски Поповым наибольшей дальности приема привели его и к первой антенне – к вертикальному медному стержню, включенному в схему приемника.

Все описанные усовершенствования способствовали невиданному по тем временам увеличению дальности приема лучей Герца, примерно до 80 метров. Впервые работа приемника была публично продемонстрирована Поповым на заседании Русского физико-химического общества (РФХО) 7 мая (25 апреля по старому стилю) 1895 года. Этот день мы отмечаем как День радио.

В марте 1896 года Попов делает второй доклад на заседании РФХО и демонстрирует передачу сообщения на приемник, в котором звонок был заменен на телеграфный аппарат Морзе. Принятая депеша содержала всего два слова: «Генрих Герц». С этой короткой радиограммы фактически и началось телеграфирование без проводов.

В июне 1896 года итальянец Гульельмо Маркони подает в Великобритании заявку на «усовершенствование в передаче электрических

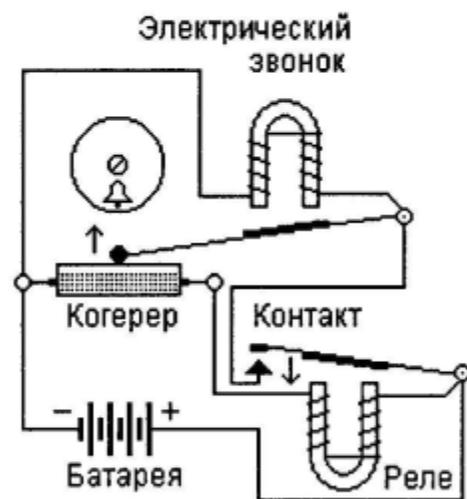


Рис. 1.2. Первый приемник «лучей Герца», созданный А.С. Поповым

импульсов и сигналов в аппаратуре для этого», патент на которую с описанием предложенного устройства был выдан ему 4 июля 1897 года.

До 4 июня 1897 года Попов не мог ничего знать о принципах, использованных Маркони. А когда узнал, поразился, насколько совпали две схемы: схема Маркони и схема Попова. Тот же когерер. То же устройство для встряхивания когерера – молоточек, работающий от реле. Та же схема обратной связи – сам сигнал «встряхивает» когерер, делая его пригодным для принятия следующего импульса. Та же антенна.

Скорее всего, это доказательство единого пути развития науки. Но в принципе, Маркони вполне мог знать или слышать о трудах Попова. Попов внимательно следит за успехами Маркони, хотя это всегда напоминает о том, что аппаратура Маркони является копией его собственной, изобретенной на год раньше. Специальные комиссии, Бранли и Лодж, электротехнические конгрессы полностью признали приоритет Попова. Не признали его Англия, Италия и сам Маркони. Несмотря ни на что, Попов всегда относился к Маркони и его деятельности доброжелательно.

В 1897 году за счет улучшения передающей и приемной антенн и увеличения мощности передатчика Попов достиг дальности связи 5 км, а в 1899 году – 45 км, используя детекторный приемник на кристаллическом диоде, который сконструировал сам. Оснащение такими приемниками военных кораблей России позволило успешно провести работы по снятию с камней броненосца «Генерал-адмирал Апраксин» в 1900 году.

12 июля 1902 года итальянский корабль «Карло Альберто» бросил якорь вблизи суровых бастионов Кронштадта. На борту корабля находился и Маркони со своей аппаратурой. С ее помощью он мог принимать сигналы, идущие из Англии, на расстоянии 1600 морских миль. Через несколько дней на борт корабля поднялся болезненного вида рыжебородый человек. Он казался гораздо старше своих 43 лет. Это был Александр Степанович Попов. Двадцативосьмилетний цветущий Гульельмо Маркони был рад этому визиту гораздо больше, чем посещению его радиорубки за несколько дней до того русским императором. Попов был приветлив, с интересом осмотрел радиорубку, тепло простился. Добрые чувства к Маркони Попов сохранял всю жизнь.

Здоровье Попова становилось все хуже и хуже. 13 января 1906 года, после бурного объяснения с министром внутренних дел, последовало роковое кровоизлияние в мозг. Всего за четыре дня до смерти он был избран председателем РФХО – высшая честь, которой мог удостоиться

изобретатель радио Александр Степанович Попов. Изобретения Попова, явившиеся логическим техническим завершением трудов Фарадея, Максвелла, Герца, открыли перед миром невиданные возможности в области беспроводной связи.

Маркони пережил Попова на 31 год. Его большие способности и невероятная энергия в немалой степени способствовали тому, что вся западная радиотехника не может быть представлена без Маркони и продукции его фирмы. Он первым ввел резонансный прием одновременно работающих радиостанций на одну антенну. Первым построил радиопередатчики и радиоприемники современного типа. Более 700 пассажиров несчастного «Титаника» были спасены благодаря приемно-передающим аппаратам Маркони. Нобелевский лауреат 1909 года Гульельмо Маркони умер в 1937 году в Риме, окруженный почетом и вниманием, увенчанный лаврами академий и университетов.

В начале XX века развивающаяся радиотехника требовала усиления улавливаемых антенной слабых колебаний. Решающий шаг в этом направлении был сделан американским инженером Ли де Форестом (1873–1961), который в 1906 году изобрел трехэлектродную усилительную лампу – триод.

Первые газонаполненные радиолампы в России были изготовлены Николаем Дмитриевичем Папалекси (1880–1947) в 1914 году, а в 1916 году военный инженер Михаил Андреевич Бонч-Бруевич (1888–1940) создал первые приемно-усилительные вакуумные лампы. В 1918 году Бонч-Бруевич возглавил Нижегородскую радиолобораторию (НРЛ) по разработке отечественных усилительных и генераторных радиоламп и усилителей. Нижегородская лаборатория стала кузницей кадров радиоспециалистов, в ней зародились многие направления радиотехники, ставшие в дальнейшем самостоятельными разделами радиоэлектроники.

Первые генераторные лампы были разработаны в НРЛ в 1919 году. В том же году сотрудниками НРЛ был создан радиотелефонный передатчик мощностью 20 Вт, который позволил установить связь с Москвой на расстоянии 400 км. Осенью 1920 года передатчик мощностью 5 кВт связал радиоволнами Москву и Берлин, находящиеся на расстоянии 1600 км.

В 1922 году молодой сотрудник НРЛ радиофизик Олег Владимирович Лосев (1903–1942) создал полупроводниковый (!) детекторный гетеродин и на его основе построил приемник, который назвал «кристаллин». Однако в те годы не были разработаны способы получения полу-

проводниковых материалов, и его изобретение не получило распространения.

Летом 1922 года в Москве на волне 3200 м (с конца 1924 года на волне 1500 м) начала работать первая в мире Центральная вещательная радиостанция им. Коминтерна, названная позднее РВ-1, мощностью 12 кВт. Такую мощность отдавали двенадцать генераторных ламп, включенных параллельно. Еще двенадцать таких же ламп использовались в модуляторе передатчика. Радиостанция могла работать в телеграфном режиме, при котором мощность повышалась до 20 кВт. В то время были лишь телеграфные радиостанции в Германии (5 кВт), во Франции (3 кВт) и в Нью-Йорке (1,5 кВт). В 1923 году мощность станции им. Коминтерна была повышена в 2,5 раза.

С 1924 года стали выпускаться станции «Малый Коминтерн» мощностью 1,2 кВт для областных центров. Для городов СССР было выпущено 27 таких станций. Они работали в диапазоне длин волн от 700 до 1400 м. В 1924 году начала работу Сокольническая радиостанция – с 1925 года радиостанция им. А.С. Попова. Ее мощность в 1926 году возрастает с 640 Вт до 20 кВт. В 1927 году вводится в строй радиостанция «Новый Коминтерн» мощностью 40 кВт. В 1933 году мощность радиостанции им. Коминтерна повышается до 500 кВт, и она остается в то время самой мощной радиостанцией мира.

В годы становления радиосвязи считалось, что для увеличения дальности действия следует повышать мощность передатчика и увеличивать длину волны. Использовались диапазоны длинных и средних волн (ДВ: 10000–1000 м; СВ: 1000–100 м). В начале 20-х годов Маркони обнаруживает сенсационное свойство коротких волн (КВ: 100–10 м): они способны отражаться от ионосферы Земли и при малой мощности передатчика распространяться на огромные расстояния. После открытия этого замечательного свойства начинается «победное шествие» КВ, на которых многие десятилетия работают дальняя радиосвязь и дальней радиовещание.

По мере возрастания количества средств связи при ограниченности частотного ресурса шел естественный процесс освоения высокочастотных диапазонов, в частности диапазона ультракоротких волн (УКВ: 10–1 м). Переход к высоким частотам, а также изобретение в 1918 году американцем Эдвином Хоуардом Армстронгом (1890–1954) оригинальной схемы супергетеродинного приемника требовало разработки более совершенных ламп, чем триод. В 1924 году была разработана экранированная лампа с двумя сетками (тетрод), в 1931 году – лампа с тремя

сетками (пентод), а в 1934 году – смесительная лампа для супергетеродина, осуществляющая преобразование высокой частоты принимаемого сигнала в низкую промежуточную частоту при помощи вспомогательных (опорных) колебаний встроенного в приемник генератора. Этот генератор стали называть гетеродином (от английского heterodyne – накладывать колебания).

Все передатчики до 1936 года работали с использованием амплитудной модуляции (АМ). С 1936 года началось внедрение в практику радиосвязи частотной модуляции (ЧМ), предложенной Армстронгом. ЧМ имеет ряд преимуществ по сравнению с АМ, в частности лучшую помехозащищенность. И в наше время ЧМ широко используется для связи и вещания.

Считается [8–37], что с 20-х годов радиотехника превратилась в самостоятельную инженерную науку. Интенсивно развивалась электровакуумная промышленность и радиопромышленность, были разработаны инженерные методы расчета радиотехнических схем, проведены широчайшие теоретические исследования и экспериментальные работы. Вторая мировая война дала новый толчок развитию радиотехники (особенно радиолокации), а также исследованиям в области полупроводников.

В 1948 году американские ученые Джон Бардин (1908–1991) и Уолтер Браттейн (1902–1987) создали полупроводниковый германиевый точечный триод (транзистор), что положило начало широчайшему распространению техники на основе полупроводниковых приборов. Интенсивные работы ведущих ученых мира в области физики твердого тела и теории полупроводников; в частности американского физика Уильяма Шокли (1908–1991) и российского физика Абрама Федоровича Иоффе (1880–1960), привели к созданию высококачественных транзисторов и полупроводниковых диодов. В результате, в 70-е годы полупроводниковые приборы по многим показателям стали превосходить электронные лампы и постепенно практически полностью вытеснили их из многих областей электроники.

Современные сложные электронные схемы содержат тысячи активных и пассивных компонентов, имеют малые габариты и вес, обладают большой надежностью в работе. Эти задачи решает микроэлектроника – направление электроники, связанное с проектированием и изготовлением электронной аппаратуры в микроминиатюрном исполнении. Основной тенденцией микроминиатюризации является «интеграция» электронных схем, то есть одновременное изготовление большого количества элементов и узлов электронных схем, неразрывно связанных меж-

ду собой единым технологическим процессом. Поэтому интегральная микроэлектроника является одним из главных направлений современной электронной техники. Все современное электронное оборудование (сотовые телефоны, портативные радиостанции, компьютеры и др.) строится на основе сверхбольших интегральных схем (СБИС).

Первая система подвижной радиотелефонной связи была введена в эксплуатацию в 1946 году в американском городе Сент-Луис. Радиотелефоны этой системы использовали фиксированные частотные каналы, были громоздкими и неудобными в использовании. Если какие-то каналы были заняты, то абоненту приходилось вручную производить переключения радиотелефона в поисках свободного канала.

С развитием техники системы (их еще называют «стандарты») радиотелефонной связи совершенствовались: уменьшались габариты и вес устройств, осваивались новые частотные диапазоны, улучшалось коммутационное оборудование, в частности, появилась функция автоматического выбора свободного канала – транкинг (от английского trunk; подробнее о транкинге см. в п. 9.3). Первые аналоговые транкинговые системы мобильной радиосвязи появились в конце 70-х годов XX века. Такие системы способны обслуживать десятки тысяч абонентов.

Восьмидесятые и девяностые годы прошлого столетия – годы бурного развития беспроводной связи. В 1981 году была создана аналоговая Скандинавская мобильная телефонная система (Nordic Mobile Telephone – NMT-450), работающая на частотах в области 450 МГц.

В 1983 году в США началась эксплуатация аналоговой системы AMPS-850 (Advanced Mobile Phone Service – усовершенствованная мобильная телефонная служба, диапазон рабочих частот в области 850 МГц).

В 1984 году появились первые домашние беспроводные телефоны.

В 1985 году в Англии начал действовать аналоговый стандарт TACS (Total Access Communications System – общедоступная система связи, 900 МГц). Немного позднее этот стандарт нашел применение в Италии, Испании, Австрии, Ирландии и с некоторыми модификациями – в Японии.

Стандарт Radiocom (диапазоны частот в области 170, 200, 400 МГц) был внедрен во Франции в 1985 году, стандарт NTT (Nipponese Telephone and Telegraph system – японская система телефона и телеграфа) диапазона 800–900 МГц был внедрен в Японии.

В 1986 году в скандинавских странах вступил в строй стандарт мобильной связи NMT-900 (900 МГц), который позволил расширить возможности и значительно увеличить абонентскую емкость системы по сравнению со стандартом NMT-450.

Были разработаны и другие аналоговые стандарты. В результате, в 80-х годах действовало несколько различных и полностью несовместимых стандартов аналоговой мобильной телефонной связи, которые называли стандартами первого поколения.

Аналоговыми эти системы называются потому, что в них используется аналоговый способ передачи информации с помощью обычной частотной (ЧМ) или фазовой (ФМ) модуляции. Аналоговым системам присущи два серьезных недостатка. Первый – технически несложная возможность прослушивания разговоров из-за отсутствия эффективных методов кодирования аналоговых сигналов. Второй – отсутствие эффективных методов борьбы с «быстрыми» замираниями принимаемой радиоволны при передвижении абонента (см. разд. 2).

Работа всех аналоговых стандартов основана на технологии FDMA (Frequency Division Multiple Access – множественный доступ с частотным разделением каналов).

В 1982 году странами Европейского Союза было решено разработать общеевропейский цифровой мобильный телефонный стандарт, который должен был обеспечивать услуги по передаче речи и данных, работать на частотах в области 900 МГц и обеспечивать роуминг по всей Европе (о роуминге см. в п. 4.4). Для разработки этой системы была создана группа «Groupe Speciale Mobile» (GSM). Другая расшифровка аббревиатуры GSM – Global System for Mobile Communication – глобальная система мобильной связи. Практическое применение стандарта GSM-900 было осуществлено в Германии только через 9 лет – в 1991 году.

Система GSM-1800. Первоначально для нее использовались наименования: PCN (Personal Communications Network) – сеть персональной связи; DCS (Digital Cellular System) – цифровая система сотовой связи. Система GSM-1800, работающая на частотах в области 1800 МГц, вступила в действие в 1993 году. Ее отличает от системы GSM-900 более широкий рабочий диапазон частот и меньшие размеры сот (ячеек), что позволяет строить сотовые сети значительно большей емкости.

В 1991 году в США начала работу цифровая система D-AMPS (Digital Advanced Mobile Phone Service), а в 1995 году – цифровая сис-

тема GSM-1900 (или PCS-1900, Personal Communications System – система персональной связи). Диапазон 1800 МГц в США оказался занят другими пользователями (в частности, пользователями системы D-AMPS), но была найдена возможность выделить полосу частот для системы GSM в диапазоне 1900 МГц.

Работа всех перечисленных цифровых систем основана на использовании технологии TDMA (Time Division Multiple Access – множественный доступ с временным разделением каналов) на каждой из несущих частот каналов связи (технология FDMA), поэтому для таких систем употребляется термин «множественный доступ с одновременным использованием временного и частотного разделения каналов TDMA / FDMA».

В 1992–1993 годах в США был разработан цифровой стандарт мобильной связи IS-95 (Interim Standard – временный, промежуточный стандарт) на основе технологии CDMA (Code Division Multiple Access – множественный доступ с кодовым разделением каналов). Он начал применяться с 1995 года в США, Гонконге, Южной Корее в диапазоне 800 МГц. С того же года в Японии начала использоваться система PHS (Personal Handyphone System – система персонального ручного телефона), работающая также на основе технологии CDMA в диапазоне 800–900 МГц.

Были разработаны и другие цифровые стандарты мобильной связи, которые здесь не упомянуты.

1998 год – год начала эры глобальной мобильной связи, когда вступила в строй цифровая система Iridium с 66 спутниками, находящимися на низковысотных круговых орбитах (см. разд. 5).

Цифровые стандарты мобильной связи, разработанные в 90-х годах прошлого столетия, назвали стандартами второго поколения.

На рис. 1.3 приведено ориентировочное количество абонентов мобильной телефонной связи всех стран мира в 1996–2004 годах. Если количество абонентов аналоговых систем достигло максимального значения в 1997–1998 годах и в последующие годы постепенно снижается, то количество абонентов цифровых систем растет из года в год и признаков насыщения пока не предвидится. Разные прогнозы предсказывают дальнейший рост и расширение рынка сотовой связи при значительной качественной ее эволюции. Об этом, в частности, свидетельствуют данные рис. 1.4–1.6.

С 1995 года в рамках программы IMT-2000 (International Mobile Telecommunications – международные мобильные телекоммуникации)

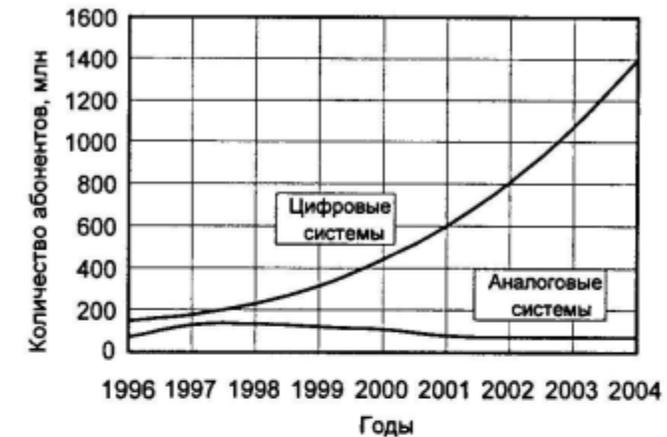


Рис. 1.3. Ориентировочное количество абонентов мобильной телефонной связи мира

идет разработка третьего поколения сотовых, радио- и персональных систем подвижной связи с повышенной скоростью передачи информации. Эти системы будут иметь архитектуру единой сети и предостав-

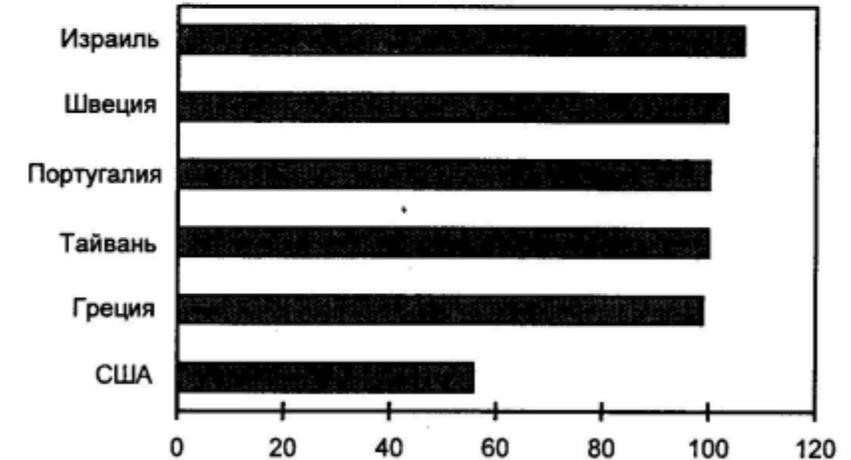


Рис. 1.4. Ориентировочное количество мобильных телефонов на 100 жителей (2004 г.)

лять высококачественную связь абонентам в различных условиях (в движущемся транспорте, в офисах, в жилых помещениях и т.д.) с обеспечением всего спектра современных услуг: передачу речи, работу в режиме коммутации каналов и коммутации пакетов, взаимодействие с приложениями Internet, симметричную и асимметричную передачу

информации при охвате любых районов земного шара (что возможно только с применением спутниковых технологий) в рамках глобальной

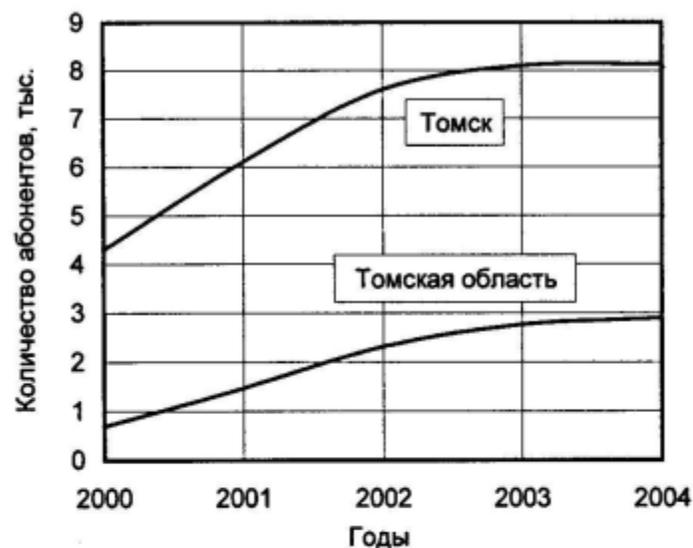


Рис. 1.5. Количество абонентов мобильной аналоговой телефонии стандарта NMT-450 в Томске и Томской области

информационной инфраструктуры. Абонентские устройства будут универсальны, обеспечивая доступ к цифровым наземным и спутниковым системам.

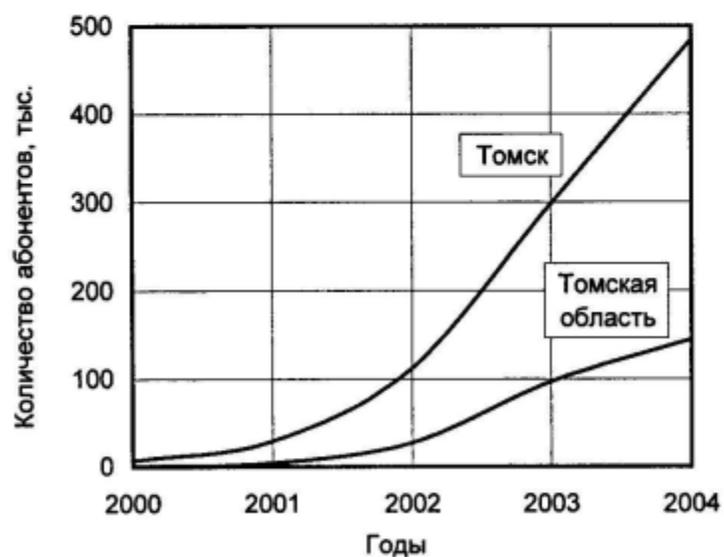


Рис. 1.6. Количество абонентов мобильной цифровой телефонии стандарта GSM-900 в Томске и Томской области

2. ЧАСТОТЫ СЕТЕЙ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ. ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНЫ

Для организации сетей наземной подвижной радиосвязи выделены определенные частотные диапазоны [8–20 и др.], ориентировочные границы которых представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Диапазоны частот для сетей подвижной радиосвязи
(границы диапазонов – ориентировочные)

Ориентировочные границы диапазона, МГц	Обозначение диапазона
27–56	LB (Low Band – низкая полоса)
136–174	VHF (Very High Frequency – очень высокие частоты)
300–345	UHF-300 МГц (Ultra High Frequency – ультравысокие частоты)
380–512	UHF
806–894	800
890–960	900
1710–1890	1800
1850–1990	1900

При излучении электромагнитная волна сигнала распространяется в пространстве от передающей антенны до приемной антенны. Чем больше расстояние до приемной антенны и чем больше препятствий на пути распространения электромагнитной волны, тем меньше интенсивность сигнала в приемной антенне.

Если антенна находится в свободном пространстве (в вакууме) и является изотропным излучателем (равномерно излучает по всем направлениям), то на расстоянии r мощность сигнала равномерно распределяется на поверхность сферы с радиусом r . То есть даже при отсутствии между передатчиком и приемником поглощающего сигнал вещества мощность сигнала подвержена *потерям в свободном пространстве*.

Поскольку площадь поверхности сферы $S = 4\pi r^2$, то в случае изотропного излучателя мощность в приемной антенне будет пропорциональна $1/r^2$ (закон обратных квадратов).

Если же передающая антенна является направленной (излучает радиоволну преимущественно в определенном направлении, характеризуемом *диаграммой направленности* антенны), то за счет перераспределения мощности в сторону направления излучения антенна обладает коэффициентом усиления G . Чем меньше ширина диаграммы направленности, тем больше коэффициент усиления передающей антенны.

Аналогичные рассуждения можно провести и для приемной антенны: чем меньше ширина диаграммы направленности приемной антенны, тем больше ее коэффициент усиления и тем больший сигнал будет на ее выходе в случае поступления радиоволны со стороны максимума диаграммы направленности. Однако в ряде случаев для радиосвязи с подвижными объектами сужение диаграмм направленности передающих и приемных антенн неприемлемо вследствие непредсказуемых перемещений передатчиков и приемников.

Мощность сигнала в приемной антенне можно повысить, увеличив мощность передатчика. Но для портативных (носимых) радиостанций излучаемая мощность не может превышать 4–5 Вт. Это обусловлено, во-первых, допустимыми нормами безопасного для человека радиоизлучения, во-вторых, ограниченными возможностями аккумулятора радиостанции.

Когда же между передатчиком и приемником есть какое-либо поглощающее вещество (воздух, дождь, снег, туман, смог, пыль и пр.), то появляются дополнительные потери мощности радиоволны. Например, сильный дождь может поглотить большую часть излученной мощности радиосигнала (заметим, что эффект поглощения водой высокочастотной мощности используется для приготовления пищи в микроволновых печах).

Радиоволны способны частично проходить сквозь различные объекты: чем ниже их частота, тем выше степень проникновения. Волны с малой частотой (длинные волны) распространяются даже в воде, и их можно использовать для радиосвязи с подводными лодками. Кроме того, длинные волны обладают свойством *дифракции* – свойством огибания плавных препятствий. Из-за этого длинные волны распространяются на очень большие расстояния вдоль сферической поверхности земного

шара и могут огибать плавные возвышенности. Чем выше частота радиоволн, тем меньше их проникающая способность и дифракция.

Если размеры препятствия порядка длины радиоволны или меньше, имеет место эффект *рассеяния* – поступающая на край препятствия радиоволна разделяется на множество радиоволн. Эффект рассеяния позволяет огибать радиоволнам края резких препятствий. Например, длинные волны могут огибать горы с острыми вершинами, а радиоволны VHF и UHF диапазонов (табл. 2.1) – края оконных проемов железобетонных зданий и распространяться внутри здания.

Если размеры препятствия много больше длины радиоволны, то происходит ее *отражение* от препятствия. При этом часть мощности радиоволны может поглощаться препятствием.

Чем больше частота радиоволн, тем больше их поведение напоминает поведение света.

Для радиоволн диапазонов LB, VHF, UHF характерно прямолинейное распространение (слабая околосферная дифракция присуща только диапазону LB). Поэтому для этих диапазонов наилучшие условия связи имеют место на «*расстоянии прямой видимости*» (LoS – Line of Sight), которое с учетом сферичности земной поверхности определяется формулой

$$r[\text{км}] \approx k(\sqrt{H_{\text{П}}[\text{м}]} + \sqrt{H_{\text{ПР}}[\text{м}]}) ,$$

где $k = 3,6$; $H_{\text{П}}, H_{\text{ПР}}$ – высоты передающей и приемной антенн над землей соответственно.

Результаты расчета LoS от $H_{\text{П}}$ при высоте приемной антенны 2 м приведены на рис. 2.1.

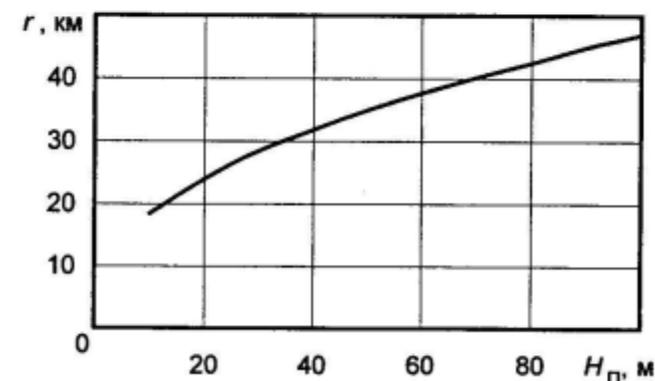


Рис. 2.1. Зависимость расстояния прямой видимости от высоты передающей антенны при $H_{\text{ПР}} = 2$ м

Земной шар имеет тропосферу – слой воздуха высотой 12–18 км над поверхностью, имеющий массу около 80% от всей массы атмосферы. В тропосфере происходит *несущественная тропосферная рефракция радиоволн* – небольшое искривление траектории движения в сторону земной поверхности. Тропосферная рефракция радиоволн практически не зависит от их частоты. С учетом тропосферной рефракции «расстояние прямой видимости» несколько увеличивается. Например, для низшей частоты диапазона LB (27 МГц) из-за дифракции и тропосферной рефракции в приведенной выше формуле полагают $k = 4,1$.

Однако даже при «прямой видимости» возможно нарушение качественной связи из-за *многолучевого распространения радиоволн*. Излученные передатчиком радиоволны могут попадать в антенну приемника не только прямолинейным лучом, но и другими лучами, отразившись от стен крупных зданий или рассеявшись на мелких препятствиях. При этом из-за конечной скорости распространения разные лучи достигнут антенны приемника в разное время и, следовательно, будут иметь различные фазовые сдвиги. Наложение многих лучей с разными фазами друг на друга (интерференция) вызывает эффект произвольного изменения уровня принимаемого сигнала. Ситуация ухудшается, если приемник или (и) передатчик находятся в движении: в этом случае уровень принимаемого сигнала может меняться очень резко.

В качестве примера самый простой случай: в место приема приходит два луча одной и той же радиоволны: прямой луч по кратчайшему пути (передатчик – приемник) и луч, отраженный от стены железобетонного здания (передатчик – стена здания – приемник). Путь второго луча длиннее, чем первого, задержка прихода больше. Из-за интерференции (наложения) лучей в месте приема результирующий уровень радиоволны меняется в зависимости от разности времен прихода лучей: возможно как превышение уровня над средним примерно на 10 дБ (3 раза), так и провалы (замирания) уровня ниже среднего до 40 дБ (100 раз). При передвижении абонента периодичность изменений в пространстве составляет около полуволны (10–15 см). Если скорость передвижения абонента 50 км/ч, период изменений около 10 мс.

3. КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Системы мобильной радиосвязи (СМР) имеют следующие классификационные признаки:

1) *Способ управления системой (способ объединения абонентов):*

- *централизованный* (координированный);
- *автономный* (некоординированный).

При централизованном объединении связь между *мобильными станциями* (МС, мобильными абонентами, мобильными пользователями) производится через *базовые (центральные) приемно-передающие (трансиверные) станции* (БС). Одна из функций БС – ретрансляция радиосигнала. Поэтому БС иногда называют просто *ретрансляторами (репитерами)*.

При автономном объединении связь между МС устанавливается непосредственно, без участия БС.

2) *Зона обслуживания:*

- *радиальная* (в пределах радиуса действия радиостанции);
- *линейная* (для линейно протяженных зон);
- *территориальная* (для определенных конфигураций территории).

3) *Направленность связи:*

- *односторонняя* связь между БС и МС;
- *двусторонняя* связь между БС и МС.

4) *Вид работы:*

- *симплекс* – поочередная работа на передачу и прием сигналов на одной радиочастоте (по одному частотному каналу);
- *полудуплекс* – поочередная работа на передачу и прием сигналов на разных радиочастотах (по двум частотным каналам);
- *частотный дуплекс* (FDD – Frequency Division Duplex) – одновременная передача и прием сигналов на разных радиочастотах (по двум частотным каналам);
- *временной дуплекс* (TDD – Time Division Duplex) – передача и прием сигналов на одной радиочастоте (по одному частотному каналу с

небольшим разнесением по времени, что определяет одновременную передачу и прием).

5) *Метод множественного доступа* (метод разнесения разных каналов радиосвязи).

Организация множественного доступа возможна по технологиям:

- множественный доступ с частотным разделением каналов (МДЧР или FDMA – Frequency Division Multiple Access);

- множественный доступ с временным разделением каналов (МДВР или TDMA – Time Division Multiple Access);

- множественный доступ с кодовым разделением каналов (МДКР или CDMA – Code Division multiple Access).

В цифровых сотовых системах мобильной связи второго поколения широкое распространение получил метод доступа с одновременным использованием временного и частотного разделения каналов (TDMA / FDMA).

6) *Способ использования частотного ресурса*, выделенного системе связи:

- жесткое закрепление каналов за МС;

- возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу (транкинговые системы);

- возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу и повторное использование частот за счет пространственного разнесения передатчиков (сотовые системы).

7) *Диапазон используемых частот.*

8) *Вид модуляции радиосигнала.*

9) *Категории абонентов, обслуживаемых системой связи:*

- профессиональные (служебные, корпоративные);

- частные.

10) *Число обслуживаемых абонентов.*

11) *Вид передаваемой информации:*

- речь; данные и др.

В зависимости от назначения системы, объема предоставляемых услуг и размеров зоны обслуживания выделяют **четыре типа СМР:**

- системы Си-Би радиосвязи;

- системы персонального радиовызова (СПРВ);

- транкинговые системы связи (ТСС);

- сотовые системы мобильной связи (ССМС);

- системы персональной спутниковой связи (СПСС).

4. ВИДЫ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

4.1. Системы Си-Би радиосвязи

Название «Си-Би» (английское «СВ») происходит от словосочетания Citizens Band – гражданский диапазон. Диапазон частот около 27 МГц в 1957 году в США был выделен для гражданского применения. В России распространение систем Си-Би диапазона началось в 1988 году.

Для осуществления радиосвязи в Си-Би диапазоне необходимо иметь трансивер (приемопередатчик) и антенну. Термин «трансивер» (transceiver) получился от сложения английских слов transmitter – передатчик и receiver – приемник.

Трансивер может быть портативным, мобильным или стационарным.

Портативные трансиверы предназначены для связи при пешем передвижении. Они имеют небольшие размеры, вес и автономный источник питания. Звукоспроизводящее устройство, микрофон и тангента (тангента – переключатель режима «прием» – «передача») встроены в корпус трансивера. Выходная мощность передатчиков до 5 Вт. Портативные трансиверы имеют малоэффективные укороченные антенны, поэтому дальность связи при их использовании не превышает 10 км. Время работы ограничено емкостью и степенью заряда аккумуляторных батарей.

Мобильные трансиверы устанавливаются на транспортных средствах и питаются от бортовой сети напряжением 12 или 24 В. Микрофон с тангентой подключаются к трансиверу с помощью специального шнура. Антенна устанавливается на корпусе транспортного средства и соединяется с трансивером коаксиальным кабелем. Размеры антенн больше, чем у портативных трансиверов, но все-таки не достигают оптимальной величины. Выходная мощность передатчиков от 4 до 20 Вт. Дальность связи мобильного трансивера до 30 км.

Стационарные (базовые) трансиверы устанавливаются в помещениях и питаются, как правило, от сети переменного тока. Выходная мощность передатчиков от 10 до 100 Вт. Стационарные трансиверы ком-

плектуются эффективными полноразмерными антеннами, которые устанавливаются достаточно высоко над землей (например, на крышах высотных зданий). Дальность связи между стационарными трансиверами при использовании ненаправленных антенн (антенн с круговой диаграммой направленности) достигает 60 км. При использовании направленных антенн возможно увеличение дальности связи приблизительно до 100 км,

Дальность связи зависит не только от мощности передатчика, эффективности антенны и высоты ее расположения над землей. Существенное влияние на дальность оказывает и вид модуляции высокочастотного сигнала, который называют «переносчиком». В современных Си-Би трансиверах высокого класса возможен выбор трех видов модуляции: амплитудная, частотная, однополосная.

При использовании в Си-Би передатчике амплитудной модуляции (АМ) спектр модулированного сигнала содержит несущую частоту и две боковые полосы. Несущая частота не содержит никакой информации о передаваемом сообщении, эта информация содержится поровну в двух боковых полосах, т.е. спектр АМ-сигнала обладает избыточностью. Поэтому часть излучаемой мощности бесполезно тратится на излучение несущей и одной избыточной боковой полосы.

При частотной модуляции (ЧМ), которая из-за ограниченности диапазона частот каналов связи реализуется узкополосной, спектр радиосигнала подобен спектру АМ-сигнала. Однако дальность связи несколько возрастает (приблизительно на 20–30%). Это связано с большей помехоустойчивостью приема при ЧМ. Качество связи при ЧМ оказывается лучше, чем при АМ: гораздо меньше уровень шумов и «тресков» от импульсных помех в громкоговорителе.

Дальность связи существенно возрастает (приблизительно на 50–70%), если излучать одну боковую полосу (неважно какую – нижнюю или верхнюю) и сосредотачивать в ней всю возможную мощность передатчика. Этого можно достичь, используя *однополосную модуляцию* без несущей частоты. Такую модуляцию называют SSB-модуляцией (Single Side Band – одна боковая полоса, ОБП) или ОБП-модуляцией (ОБПМ), а радиосигнал с такой модуляцией – SSB-сигналом или ОБП-сигналом.

Наличие режима АМ в современных Си-Би трансиверах, несмотря на преимущества ЧМ и ОБПМ, объясняется необходимостью связи с самыми простыми и дешевыми трансиверами, которые имеют режим передачи-приема только с АМ.

Трансиверы Си-Би работают в симплексном режиме. Частотный радиоканал выбирается переключателем каналов. В разных странах используются разные частотные поддиапазоны или «частотные сетки», т.е. определенные частоты, на которых могут работать трансиверы Си-Би. На территории России разрешен радиообмен в поддиапазонах «С» и «D», каждый из которых имеет по две сетки частот, называемых «европейская» и «российская». Шаг частотной сетки поддиапазонов 10 кГц, число частот 45.

Первая частота европейского поддиапазона «С» 26,965 МГц, следующая – 26,975 МГц и т.д., последняя – 27,405 МГц.

Первая частота российского поддиапазона «С» 26,960 МГц, следующая – 26,970 МГц и т.д., последняя – 27,400 МГц.

Первая частота европейского поддиапазона «D» 27,415 МГц, следующая – 27,425 МГц и т.д., последняя – 27,855 МГц.

Первая частота российского поддиапазона «D» 27,410 МГц, следующая – 27,420 МГц и т.д., последняя – 27,850 МГц.

Существуют определенные правила радиосвязи в Си-Би диапазоне. Например, в Москве канал № 16 является вызывным: в нем можно только вызвать требуемого корреспондента и договориться с ним о переходе на другой канал. Канал № 20 рекомендуется использовать для дальних связей с корреспондентами из Подмоскovie. Канал № 27 используется информационно-контактной службой с позывным «Полет-27». Здесь функционирует, например, «Почтовый ящик», через который обладатель Си-Би трансивера может узнать обо всех сообщениях, поступивших в его адрес.

Пользователи Си-Би диапазона размещены в России очень неравномерно. Их плотность высока в городах, особенно крупных. В сельской местности таковых может и не быть вовсе.

4.2. Системы персонального радиовызова

Системы персонального радиовызова (СПРВ) или *пейджинговые системы* (*paging* – листание страниц, поиск) обеспечивают одностороннюю передачу коротких сообщений от БС на миниатюрные абонентские приёмники-пейджеры, местоположение которых неизвестно. БС называют или терминалом персонального радиовызова, или пейджинговым терминалом (*terminal* – оконечное устройство). В последнее время появились «двухсторонние» пейджеры, способные подтверждать приём сообщения, а также посылать ответные сообщения. Передавае-

мые сообщения могут быть четырех типов: тональные, цифровые, буквенно-цифровые и речевые.

СПРВ делятся на *частные* (ведомственные) и *общего пользования*. *Частные* СПРВ действуют в интересах отдельных групп пользователей, как правило, без взаимодействия с телефонной сетью общего пользования (ТФОП). В СПРВ *общего пользования* передача сообщений осуществляется от пользователей ТФОП (или с персонального компьютера) через пейджинговый терминал на абонентские приемники СПРВ.

Сообщения СПРВ передаются вне реального времени, т.е. не в момент его выдачи отправителем, а в порядке очереди, устанавливаемой центром управления. На практике задержка между моментами отправления и получения не превышает нескольких минут. Односторонняя передача коротких сообщений оказывается технически относительно простой, а значит, и дешевой, что экономически выгодно потребителям. Поэтому СПРВ называют «мобильной связью для бедных».

Наиболее распространенные в настоящее время *радиоинтерфейсы* («стыки», охватывающие средства соединения между БС и МС) СПРВ определены протоколами POCSAG (Post Office Code Standardization Advisory Group – Консультативная группа стандартизации кодов почтовой связи Великобритании), ERMES (European Radio Messaging System – Европейская система передачи сообщений) и FLEX (Flexible Wide-area Protocol – гибкий обширный протокол).

Скорость передачи пейджинговых сообщений разная: 0,512; 1,2; 2,4; 3,2; 6,25; 6,4; 25,6 кбит/с.

Для частот каналов СПРВ выделяются узкие диапазоны. Эти диапазоны для разных СПРВ могут иметь значения частот в пределах 30–950 МГц. Например, для протокола ERMES предусматривается выделение диапазона частот 169,425–169,8 МГц, в котором организуется 16 радиоканалов с разносом частот 25 кГц.

Пейджинговые сообщения могут передаваться на радиовещательные приемники, работающие в диапазоне частот 88–108 МГц. Этот диапазон называют FM-диапазоном (Frequency Modulation – частотная модуляция), поскольку в радиовещательных передатчиках используют частотную модуляцию переносчика звуковым сигналом. Передача данных пейджингового сообщения со скоростью 1,187 кбит/с одновременно с передачей звуковых сообщений осуществляется в формате RDS (Radio Data System – радиосистема передачи данных) путем уплотнения вещательного комплексного стереосигнала дополнительной частотно-

манипулированной (FSK – Frequency Shift Keying) поднесущей с частотой 57 кГц. Для приема сообщений радиовещательный приемник должен иметь декодер RDS-сигнала. Сообщение высвечивается на дисплее приемника в виде бегущей или неподвижной строки.

Характерно постепенное свертывание СПРВ и замещение их услуг более прогрессивными и постоянно дешевеющими системами сотовой телефонии. Эта тенденция особенно сильна для стран с высоким уровнем развития мобильного сервиса.

Основные характеристики пейджинговых систем приведены в табл. 4.1 (FSK – Frequency Shift Keying – частотная манипуляция).

Таблица 4.1
Основные характеристики некоторых цифровых пейджинговых систем

Протокол (стандарт)	POCSAG	ERMES	RDS	ReFLEX50
Используемые частоты, МГц	Любые пейджинговые	169,425–169,800	88–108 (вещательный диапазон FM), на поднесущей частоте 57 кГц	930–931, 940–941 (передача на пейджеры); 901–902 (прием с пейджеров)
Скорость передачи, кбит/с	0,512 1,2 2,4	6,25	1,2	до 25,6
Тип модуляции	FSK	FSK	FSK	FSK
Полоса частотного канала, кГц	25	25	2,5	50

4.3. Транкинговые системы связи

Транкинговые или *транковые* (от английского *trunk* – канал связи, ствол) системы связи (ТСС) имеют «ствол связи», состоящий из нескольких частотных каналов, причем жесткое закрепление частотных каналов за абонентами отсутствует. В этих системах осуществляется автоматическое предоставление в распоряжение мобильного абонента одного из свободных на данный момент дуплексного канала связи (такой же принцип используется в системах сотовой телефонии). «Мо-

бильный абонент» ТСС – это абонент с портативной или автомобильной радиостанцией, оснащенной функциями транкинговой связи. Портативные радиостанции напоминают собой всем известные сотовые телефоны, но их габаритные размеры и вес несколько больше.

В простейшей (обычной) системе радиосвязи частотные каналы жестко закреплены за конкретными радиостанциями и группами пользователей. Это приводит к отказам в предоставлении связи вследствие занятости закрепленного канала (перегрузка канала), в то время как другие каналы могут простаивать (недогрузка каналов). Транкинг устраняет этот недостаток простейшей системы, обеспечивает эффективное использование выделенных частотных каналов. При использовании одинакового частотного ресурса транкинговая система позволяет обеспечить связь значительно большему количеству мобильных абонентов, чем простейшая система радиосвязи. Количество абонентов ТСС определяется методами математической статистики и зависит от числа радиоканалов и допустимой вероятности отказа в соединении из-за занятости всех каналов (рис. 4.1).

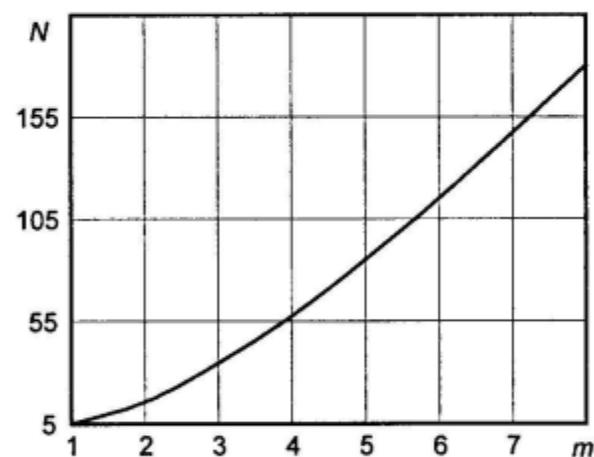


Рис. 4.1. Зависимость возможного числа абонентов N транкинговых систем от числа частотных каналов m при вероятности отказа в предоставлении связи 5%

Частотный разнос в большинстве ТСС составляет 10 МГц.

Радиосвязь между абонентами, имеющими МС, происходит, как правило, при помощи трансиверной (приемно-передающей) БС, которая

В настоящее время определились три типа систем транкинговой связи для разных сфер применения: ТСС общественной безопасности (PS – Public Safety), используемые полицией, пожарной охраной, скорой помощью и пр.; частные ТСС (PMR – Private Mobile Radio), т.е. принадлежащие организациям; коммерческие ТСС общего пользования (SMR – Shared Mobile Radio).

Современные ТСС работают в дуплексном режиме с частотным разносом несущих приема и передачи. Частотный разнос в большинстве ТСС составляет 10 МГц.

служит ретранслятором радиосигналов. Ретранслятор еще называют репитером (от *repeater* – повторитель, ретранслятор). В отдельных случаях (например, при неисправности БС или при выходе двух и более абонентов из зоны действия БС) возможна «прямая связь» между МС. Мобильные абоненты через базовую станцию имеют возможность «входа» в ТФОП, и наоборот, любой абонент ТФОП имеет возможность «связаться» с любым абонентом транкинговой системы. Абонент ТСС через базовую станцию может вызвать группу абонентов и провести оперативное совещание. В этом случае транкинговая система выполняет функцию диспетчерской радиосвязи для оперативного управления группой исполнителей.

ТСС могут иметь однозоновую (односайтовую, *site* – местоположение, участок) или многозоновую (многосайтовую) структуру. При однозоновой структуре имеется одна БС, при многозоновой – две и более БС, связанных между собой кабельными или радиорелейными линиями. Многозоновая структура расширяет географическую зону действия ТСС. Для некоторых типов систем переход МС из одной зоны в другую (от одной БС станции к другой БС) сопровождается прерыванием связи, для восстановления которой необходимо произвести повторный вызов.

Алгоритмы функционирования ТСС разных стандартов в основном сходны. Их формулировка в очень упрощенном виде следующая.

Для транкинговой системы связи «без канала управления» (в этом случае ТСС однозоновая) приемные устройства всех МС в режиме ожидания (ожидания вызова) постоянно сканируют («просматривают») все частотные каналы БС. При вызове абонента БС по одному из свободных частотных каналов передает индивидуальный номер абонента. Приняв свой номер, МС включает сигнал вызова. Если обладатель МС нажимает кнопку «связь», то происходит сеанс связи.

Для многозоновой транкинговой системы связи «с выделенным каналом управления» приемные устройства всех МС в режиме ожидания настраиваются на частоту управляющего канала той БС, уровень сигнала которой в данном месте приема максимален (замечим, что ТСС с выделенным каналом управления может быть и однозоновой, т.е. обслуживаемой одной БС). Канал управления – это специально выделенный частотный канал для аналоговых систем или определенный временной интервал (слот) для цифровых систем. При вызове абонента все БС системы по каналу управления передают индивидуальный номер абонента. Приняв свой номер, МС включает сигнал вызова. Если обладатель МС

нажимает кнопку «связь», то происходит сеанс связи через ту БС, радиосигнал которой в месте нахождения МС максимален.

Если мобильному абоненту нужно позвонить, он нажимает клавишу включения на своей МС, что соответствует снятию трубки обычного телефона. МС сканирует частотные каналы и занимает один из свободных, уровень сигнала базовой станции в котором в данный момент максимален. Набрав соответствующий номер, мобильный абонент получает возможность связи или с другим абонентом ТСС, или с группой абонентов ТСС (при групповом вызове), или с абонентом ТФОП.

Наибольшее распространение получили стандарты (протоколы) транкинговой связи SmartTrunk II, MPT 1327, EDACS, TETRA, основные характеристики которых приведены в табл. 4.2 (FM – Frequency Modulation – частотная модуляция; $\pi/4$ DQPSK – Differential Quadrature Phase Shift Keying – дифференциальная (относительная) квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом $\pi/4$).

Таблица 4.2

Основные характеристики транкинговых систем

Стандарт	Smart-Trunk II, аналоговая система	MPT1327, аналоговая система	EDACS, аналоговая система	TETRA, цифровая система	PRISM (EDACS), цифровая система
Полоса частот	LB, VHF, UHF	LB, VHF, UHF, 800, 900	UHF, 800, 900	UHF	800
Канальный разнос, кГц	12,5/25,0	12,5/25,0	25,0	25,0	25,0
Тип модуляции	FM	FM	FM	$\pi/4$ DQPSK	$\pi/4$ DQPSK
Год принятия протоколов	1992	1987	1987	1997	1998
Количество каналов в односторонних системах	16	24	28	32	28
Предельное количество пользователей	4096	1036800	16383	Нет ограничений	16383

4.4. Сотовые системы мобильной связи

Сотовые системы мобильной связи (ССМС) имеют и другое название – стандарты сотовой мобильной связи. Они начали свое широкое распространение около 25 лет назад. В настоящее время их делят на несколько поколений.

Все стандарты первого поколения, или поколения 1G (1 General Wireless Infrastructures – первая всеобщая беспроводная структура), являются аналоговыми (аналоговые стандарты) и постепенно выводятся из эксплуатации.

Второе поколение, которое подразделяется на поколение 2G и поколение 2,5G, – это цифровые стандарты сегодняшнего дня.

Третье и четвертое поколения (3G, 4G) – это универсальные цифровые стандарты с повышенной скоростью передачи информации (стандарты недалекого будущего, об особенностях этих стандартов см. в разд. 5).

Стандарты первого и второго поколений, широко используемые в разных странах мира, отражены в табл. 4.3.

Все ССМС работают в дуплексном режиме с частотным разносом несущих частот приема и передачи.

Например, в системе NMT-450 разнос несущих частот каждого дуплексного канала равен 10 МГц. При этом нижний участок частотного диапазона (453–457,5 МГц) используется для каналов передачи мобильных станций, а верхний (463–467,5 МГц) – для каналов передачи

Таблица 4.3

Некоторые сотовые системы мобильной связи

Сокращенное наименование и тип стандарта	Полное наименование стандарта	Диапазон частот, МГц	Год ввода в эксплуатацию, местность
1	2	3	4
NMT-450, аналоговый. NMT-900, аналоговый	Nordic Mobile Telephony	МС: 453–457,5; БС: 463–467,5. МС: 890–915; БС: 935–960	1981, Скандинавия. 1986, Скандинавия
AMPS, аналоговый	Advanced Mobile Phone System	МС: 824–849; БС: 869–894	1983, США
TACS, аналоговый	Total Access Communication System	МС: 890–905; БС: 935–950	1985, Англия

Продолжение табл. 4.3

1	2	3	4
GSM-900, цифровой. GSM-1800 (или DCS-1800), цифровой	Global System for Mobile Communication (Digital Cellular System)	МС: 890–915; БС: 935–960 МС: 1710–1785; БС: 1805–1880	1991, Европа. 1993, Европа
D-AMPS (или IS-54), цифровой	Digital Advanced Mobile Phone Service (Interim Standard-54)	МС: 824–849; БС: 869–894. 1800	1991, США
PDC, цифровой	Personal Digital Cellular	МС: 810–826; БС: 940–956. МС: 1429–1465; БС: 1477–1513	1994, Япония
IS-95 (или CDMA, или cdmaOne), цифровой	Interim Standard-95 (Code Division Multiple Access)	МС: 824–849; БС: 869–894. МС: 1850–1910; БС: 1930–1990	1995, США

базовых станций. В нижнем и верхнем диапазонах определены фиксированные несущие частоты (f_{ni}), различающиеся на шаг сетки, который равен 25 кГц. Всего в каждом диапазоне возможно использование 180 несущих частот (т.е. число дуплексных каналов $N_{д.к.макс} = 180$). Для нижнего и верхнего диапазонов несущие частоты соответственно равны:

$$f_{ni} = (452, 9875 + i \cdot 0, 025) \text{ МГц}, \quad f_{ni} = (462, 9875 + i \cdot 0, 025) \text{ МГц}, \\ 1 \leq i \leq 180.$$

В системе GSM-900 разнос несущих частот приема и передачи каждого дуплексного канала составляет 45 МГц. Шаг сетки несущих равен 200 кГц. В каждом диапазоне возможно использование 124 несущих частот ($N_{д.к.макс} = 124$), т.е. для нижнего и верхнего диапазонов соответственно:

$$f_{ni} = (890 + i \cdot 0, 2) \text{ МГц}, \quad f_{ni} = (935 + i \cdot 0, 2) \text{ МГц}, \\ 1 \leq i \leq 124.$$

Любая система сотовой связи имеет ячеистую структуру. Такая структура была предложена впервые в середине 40-х годов прошлого

столетия исследовательским центром Bell Laboratories американской компании AT&T. Каждая из базовых станций обслуживает определенную территорию, которая на идеальной равнинной местности представляется кругом (ячейкой) с радиусом r_0 . Ячейки схематически изображаются в виде правильных шестиугольников (рис. 4.2). Их совокупность напоминает пчелиные соты, что и послужило поводом назвать такие системы сотовыми. В действительности же ячейки никогда не бывают строгой геометрической формы. Их границы зависят от условий распространения и затухания радиоволн, т.е. от рельефа местности, вида и плотности застроек, растительности и пр. Местность, обслуживаемую одной БС, называют *зоной обслуживания* или *сайтом*. Поэтому сотовые системы являются многозоновыми или многосайтовыми.

В системе GSM-900 каждая БС может формировать до 20 дуплексных частотных каналов связи, которые называют *частотной группой*. Сотовая структура позволяет многократное использование тех же самых частотных групп в разных ячейках, причем для ослабления взаимных соканальных помех (помех на совпадающих частотах) эти ячейки должны отстоять друг от друга на определенном расстоянии, чтобы радиоволны с одинаковыми частотами из «чужой» ячейки были бы существенно ослабленными в данной ячейке.

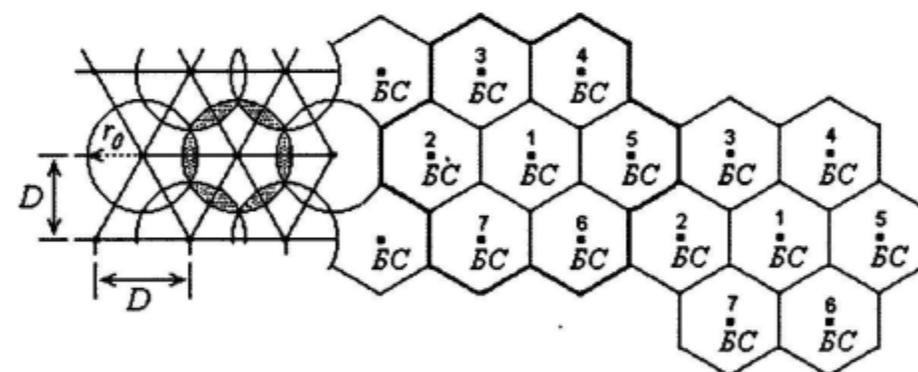


Рис. 4.2. Зоны обслуживания (ячейки, соты, сайты) базовых станций сотовой системы связи

Совокупность ячеек, в которых частотные группы не совпадают, называют *кластером*. Кластер может иметь разную размерность (3, 4, 7, 12, 19 и т.д.). На рис. 4.2 показаны два кластера размерностью семь ($N_{кл} = 7$), разные группы частот в ячейках обозначены цифрами от 1 до 7. В этом случае для системы GSM-900 число дуплексных частотных

каналов каждой БС может достигать 17 ($N_{д.к} = 17$), поскольку $N_{кл} N_{д.к} = 7 \cdot 17 = 119$, что меньше, чем $N_{д.к \max} = 124$.

Возможность многократного использования частотных групп в разных ячейках – большое достоинство сотовых систем связи, поскольку это позволяет охватить сколь угодно большую зону обслуживания (а значит, и очень большое число абонентов) без ухудшения качества связи с использованием ограниченного частотного диапазона.

В цифровых ССМС, кроме частотного разнесения каналов связи, используется еще и временное разнесение промежутков времени, в течение которых мобильной станцией осуществляется прием и передача сигналов на одном дуплексном канале. Это позволяет увеличить количество одновременно обслуживаемых абонентов и исключить одновременную работу передатчика и приемника мобильной станции.

В системе GSM, например, на каждой из несущей передача информации осуществляется в течение одного из 8 временных интервалов. Этот интервал называют *слотом* или *окном* (длительность слота 577 мкс, принятая нумерация: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, рис. 4.3).

8 слотов ($N_{сл} = 8$), следующих во времени друг за другом, образуют временной *кадр* или *фрейм* (длительность кадра 4,615 мс).

Если на БС организовано 17 дуплексных частотных каналов связи ($N_{д.к} = 17$), то в одной соте число абонентов, которые одновременно могут вести связь, будет равно:

$$N_{аб.сот} = N_{д.к} N_{сл} = 17 \cdot 8 = 136.$$

Это число относительно небольшое. При таком числе возникает проблема вхождения в связь у какого-либо абонента, например, во время футбольного матча, когда на стадионе присутствуют тысячи зрителей и многие из них в моменты времени, успешные для своей команды, желают воспользоваться сотовым телефоном. Однако из этого положения есть выход – использование микросот, или даже пикосот, т.е. ячеек с малыми радиусами обслуживания БС.

Обычные соты (макросоты) имеют радиус зоны обслуживания $r_0 = 0,5-15$ км и хороши для обслуживания местности с малым числом абонентов и абонентов в быстро передвигающемся транспорте. Микросоты ($r_0 < 0,5$ км) и пикосоты с радиусом несколько десятков метров предназначены для медленно передвигающихся абонентов при их большом количестве на небольшой территории (стадионы, универмаги, вокзалы и пр.).

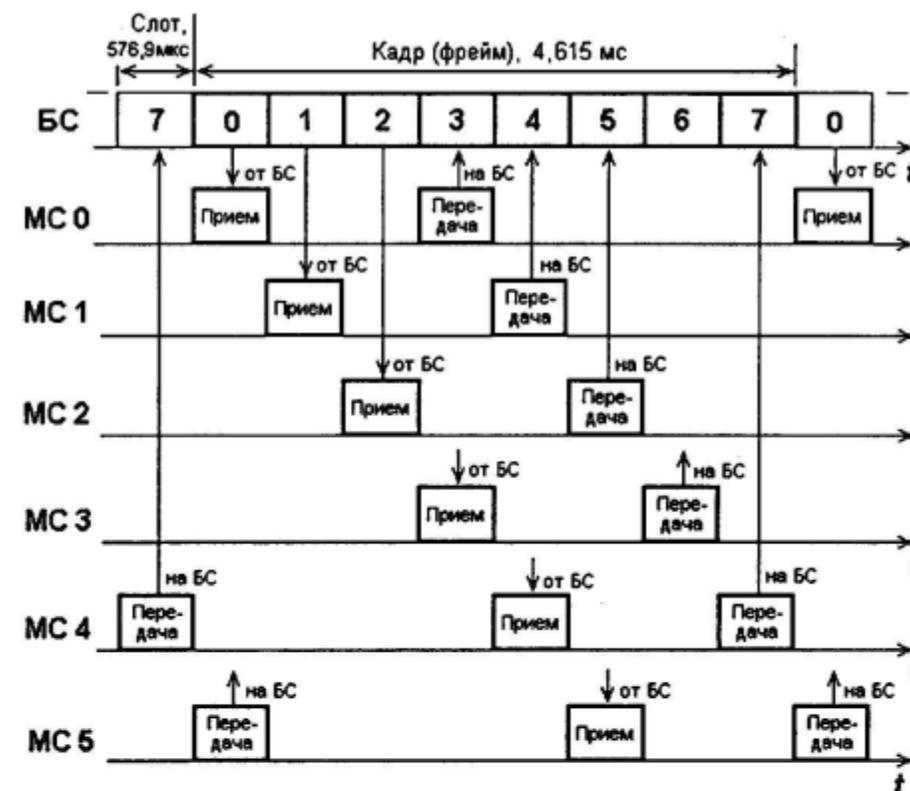


Рис. 4.3. Восьмислотовый кадр системы GSM и циклограмма обмена радиосигналами между БС и шестью МС (из восьми возможных) по одному дуплексному каналу

Нетрудно оценить максимальное количество абонентов, которые одновременно могут вести связь в кластере размерностью семь: $N_{аб.кл} = 7 N_{аб.сот} = 7 \cdot 136 = 952$.

В аналоговых ССМС прием и передача сигнала МС осуществляется одновременно на разных несущих частотах дуплексного канала. В цифровых системах прием и передача сигнала МС не происходит одновременно. Эти режимы разнесены во времени, т.е. в МС используется прерывистый режим приема и передачи. Абонентские цифровые мобильные телефоны имеют из-за этого меньшую стоимость, так как в их составе нет дорогостоящих фильтров, которые разделяют сигналы приема и передачи, как в аналоговых аппаратах.

Прерывистый режим приема-передачи позволяет МС обработать принятые от БС сигналы и выполнить поступившие команды управления. В системе GSM временные циклы приема и передачи МС сдвину-

ты во времени на три временных слота. На рис. 4.3 показаны промежутки времени, в течение которых производится прием сигнала от БС шестью МС (их может быть восемь), а также передача сигналов МС на БС на одном дуплексном частотном канале связи.

При сотовом принципе построения топологии сети непрерывность связи в случае перемещения МС из одной соты в соседнюю обеспечивается *процедурой эстафетной передачи (ПЭП)*. Эта процедура имеет ещё два названия: *ведение абонента* и *хэндовер* (от *handover* – передача из рук в руки). Переключение канала *трафика* с одной БС на другую БС при хэндовере осуществляется автоматически, причем практически незаметно для абонента. Термин «*трафик*» (от английского *traffic* – поток информационного обмена) означает совокупность сообщений, передаваемых по линии связи. Например, при передаче речи трафик – это канал передачи речи, при передаче данных – канал передачи данных.

Хэндовер, кроме эстафетной передачи МС от одной БС к другой БС, может обеспечивать переключение частотных каналов связи внутри одной соты при поражении сигнала рабочего канала помехой. И, наконец, хэндовер при перегрузке соты (когда все каналы заняты) может «передать» МС другой БС, имеющей свободные каналы, если между ними возможно установление связи (такой случай возможен, если МС находится близко к границам зон обслуживания обеих БС).

Процедурой хэндовера управляют центры коммутации подвижной службы (ЦКПС), которые соединены со своими БС стационарными линиями связи (кабельными, радиорелейными и др.). Например, в стандарте NMT-450 область обслуживания одного ЦКПС может достигать 16 зон, в каждой зоне может находиться до 128 БС, одним ЦКПС может обслуживаться до 1024 БС. Центры коммутации имеют выход во Взаимоувязанную сеть связи (ВСС) России. В частности, если ЦКПС обслуживает городскую ССМС, то оно имеет выход в проводную ТФОП.

Если МС находится в зоне обслуживания не своего ЦКПС, то при её включении выполняется процедура *роуминга* (от английского *roam* – бродить, странствовать). Эта процедура предусматривает определение местоположения МС вне «собственной» зоны обслуживания и предоставление ей каналов связи при перемещении в пределах сети. Роуминг возможен между ЦКПС и между странами.

В ССМС при каждом установлении сеанса связи предварительно выполняются процедуры *аутентификации* и *идентификации*. Англий-

ское написание этих слов: *authentication*; *identification*, их перевод на русский язык очень сходен – это отождествление, распознавание. Однако в ССМС эти термины характеризуют разные технические процедуры.

Аутентификация – процедура подтверждения подлинности абонента системы подвижной связи, когда ЦКПС автоматически проверяется наличие прав на пользование услугами сотовой связи.

В стандарте GSM процедура аутентификации связана с использованием модуля идентификации абонента – SIM-модуля (Subscriber Identity Module) или SIM-карты (SIM-card, smart-card).

SIM-модуль выполнен в виде пластиковой карточки. Он имеет довольно сложную электронную схему с памятью. Этот модуль может быть вставлен в любой мобильный телефон. Модуль содержит персональный идентификационный номер (Personal Identification Number – PIN, PIN-код), международный идентификатор абонента подвижной связи (International Mobile Subscriber Identity – IMSI). Кроме того, в память SIM-карты «защиты» индивидуальный алгоритм шифрования, индивидуальный ключ к нему и алгоритм вычисления этого ключа.

PIN-код известен, как правило, только собственнику SIM-карты, что дает возможность предотвратить использование данной SIM-карты посторонним лицам (например, в случае её утери). Если в меню МС выставлена опция «PIN-вкл», то после включения МС необходимо на клавиатуре набрать PIN-код, состоящий обычно из четырех цифр. Если PIN-код трижды набран неверно, то SIM-карта блокируется. Снять блокировку можно либо набором на МС дополнительного кода – персонального кода разблокировки (Personal Unblocking Key – PUK), либо по команде из ЦКПС. SIM-карта может быть заблокирована оператором связи, если ему сообщено об её утере или похищении (оператором связи называют систему сотовой связи и персонал, которые обслуживают своих абонентов: например, оператор связи МТС – мобильные телекоммуникационные системы, оператор связи ВЕЕ LINE – пчелиная линия и др.).

После набора PIN-кода между МС и БС происходит обмен определенным образом закодированными радиосигналами и процедура аутентификации.

Идентификация – это процедура выявления законности пользования абонентским аппаратом. Если абонентский аппарат утерян или украден, и об этом было заявлено оператору связи, то номер этого аппара-

та заносится в «черный список». Оператор связи может дать запрет на предоставление услуг с похищенного аппарата и помочь правоохранительным органам в нахождении злоумышленника.

При выключении МС «уведомляет» БС соответствующим сообщением, чтобы сеть не искала её при входящем вызове. Однако не всегда сообщение об отключении достигает БС (например, из-за помех в радиоканале или из-за того, что МС в момент отключения находится в зоне недоступности радиоволн), и сеть ошибочно будет считать эту МС включенной. Для исключения такой ситуации используется процедура периодической регистрации МС, когда МС через определенный промежуток времени (10–15 мин) передает сигнал, подобный сигналу при включении. Если МС пропускает две или три регистрации подряд (т.е. не подтверждает свою работоспособность), то сеть считает её выключенной. Периодическая регистрация служит ещё и для уточнения местоположения МС, так как за время между регистрациями МС может оказаться в зоне действия другой БС.

Сотовые системы мобильной связи предоставляют абоненту многие очень удобные дополнительные услуги, к которым относятся: автоматическое определение вызывающего номера; условная или безусловная переадресация вызова; сохранение (удержание) вызова; ожидание вызова; запрет (или ограничения) определенных категорий вызовов; организация конференц-связи между несколькими абонентами; прослушивание голосовой почты и др.

Телефонные переговоры – это основная, но не единственная сервисная функция сотовой связи. Кроме этого, сотовая связь позволяет использовать мобильный телефонный аппарат как «двухсторонний» пейджер для передачи и приема коротких сообщений (SMS – Short Message Service), для передачи и приема факсимильных сообщений, компьютерных данных, а также для пользования сетью Internet.

4.5. Системы персональной спутниковой связи

СПСС – это различные по построению и орбитальной конфигурации системы, в которых пользовательский терминал получает и передает сообщение по радиолинии, напрямую связывающей его с космическим ретранслятором. Ретранслятор при этом находится на борту искусственного спутника Земли (ИСЗ). Под орбитальной конфигурацией понимают количество спутников и характеристики их орбиты: вид ор-

биты (круговая или эллиптическая); склонение орбиты (угол между экваториальной плоскостью и плоскостью орбиты спутника, рис. 4.4).

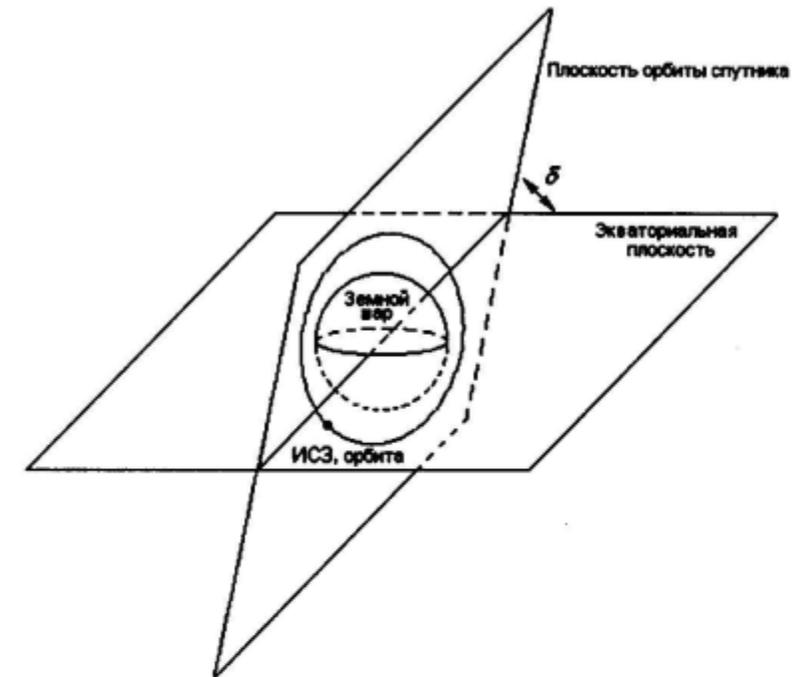


Рис. 4.4. Угол склонения орбиты ИСЗ δ

Достоинство СПСС в том, что их услуги распространяются на те участки Земли, где развертывание наземных сетей невозможно или нецелесообразно: в акваториях Мирового океана, в районах с малой плотностью населения и пр. Системы персональной спутниковой связи относятся к системам глобальной связи, обеспечивающим (в отличие от региональных систем) доставку информации подвижным абонентам в любую точку земного шара.

В спутниковых системах связи возможно использование ИСЗ с геостационарной орбитой (GEO – Geostationary Earth Orbit), с высокоэллиптической орбитой (HEO – High Elliptical Orbit), со средневысотной круговой орбитой (MEO – Medium Earth Orbit), с низковысотной круговой орбитой (LEO – Low Earth Orbit).

Высота круговой орбиты спутника относительно центра Земли (h) связана с ускорением свободного падения ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$), с радиусом Земли ($R = 6370 \text{ км}$) и с угловой скоростью спутника ($\omega = 2\pi f_{об}$, $f_{об}$ – частота обращения) следующим образом:

$$h = (gR^2 / \omega^2)^{1/3}.$$

Геостационарная орбита (GEO) – это круговая орбита в плоскости экватора с высотой около 36000 км. Период обращения ИСЗ по такой орбите равен 24 часам (что можно проверить расчетом по приведенной формуле), поэтому ИСЗ оказывается неподвижным для наблюдателя на Земле. Связь через геостационарный ИСЗ можно поддерживать постоянно, без перерывов, и это явное достоинство, которое используется в фиксированной спутниковой службе (ФСС). Однако для СПСС такие орбиты не используются, поскольку обладают тремя существенными недостатками.

Первый недостаток – большая задержка прохождения сигнала, несмотря на то, что скорость распространения радиоволны равна скорости света ($c = 300000$ км/с). Например, для двух абонентов, находящихся на экваторе непосредственно под спутником, задержка связи составляет:

$$t_s = (2 \times 36000) / 300000 \approx 0,24 \text{ с}.$$

Для других абонентов, не находящихся непосредственно под спутником, задержка связи еще больше. При телефонном разговоре суммарный интервал между завершением фразы одного абонента и ответом другого удваивается и получается равным примерно 0,5 с. Такая задержка не только ухудшает оперативность разговора, но и раздражает человека.

Второй недостаток – требуются мощные передатчики и остронаправленные антенны, так как из-за большой протяженности трассы радиоволны очень сильно ослабляются. В свободном пространстве ослабление L мощности радиоволны пропорционально квадрату расстояния r и квадрату частоты f :

$$L = (4\pi r f / c)^2, \quad L[\text{дБ}] = 10 \lg (4\pi r f / c)^2.$$

Расчет показывает, что на частоте 2 ГГц ослабление достигает $9,1 \cdot 10^{18}$ раз (почти 190 дБ).

Третий недостаток – радиоволны геостационарных спутников не охватывают приполярные районы земного шара из-за малого угла возвышения спутника.

Угол возвышения – это угол между центральным лучом диаграммы направленности антенны спутника и касательной плоскостью к поверхности Земли в месте расположения мобильной станции (рис. 4.5). Если угол возвышения мал, то связь невозможна из-за сильного поглощения

радиоволны в атмосфере Земли (рис. 4.6). Это связано с тем, что при малом угле возвышения путь радиоволны в атмосфере значительно больше, чем при угле возвышения $\beta = 90^\circ$. Считается, что углы возвышения менее 8° бесполезны для мобильной связи.

Спутники с высокоэллиптическими орбитами (HEO) также не находят применения для организации персональной связи по тем же причинам, что и спутники GEO-орбиты (из-за необходимости больших мощностей передатчиков и остронаправленных антенн). Спутники с такими орбитами (HEO, GEO) применяются при построении специальных космических систем связи, систем передачи данных, организации систем Internet, Multimedia, а также для построения систем непосредственного (прямого) телевизионного вещания (НТВ) и непосредственного радиовещания.

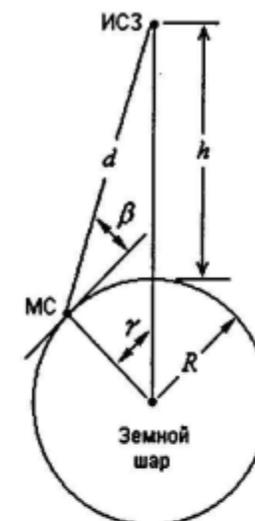


Рис. 4.5. Угол возвышения β (угол места) и угол охвата γ (геоцентрический угол)

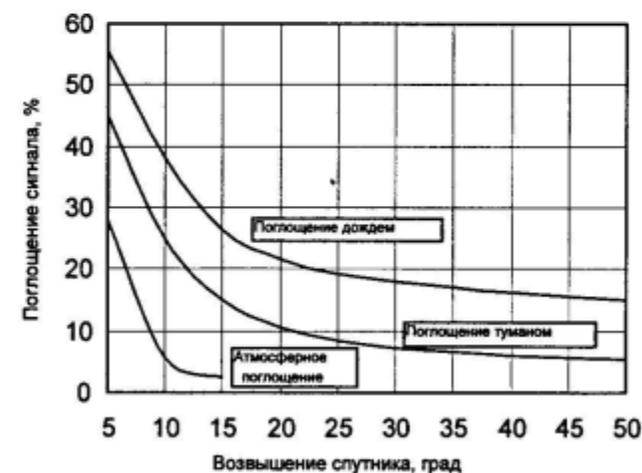


Рис. 4.6. Примерные зависимости ослабления сигнала в атмосфере

Средневысотные круговые орбиты (МEO) имеют высоту 6000–12000 км. Если высота МEO примерно 10000 км, то период обращения ИСЗ около 6 часов. Наклонение средневысотной орбиты выби-

рают равной 45–55 градусам. Продолжительность сеанса связи через один ИСЗ (продолжительность «радиовидимости» ИСЗ из определенной точки земной поверхности) составляет 2 часа, необходимое количество ИСЗ в группировке МЕО для организации круглосуточной связи без перерывов – $24 \text{ час} / 2 \text{ час} = 12$. ИСЗ на средневысотной круговой орбите оказываются между радиационными поясами Земли, и срок их службы больше, чем в случае низковысотных круговых орбит. Радиационные пояса Ван Аллена (Van Allen), состоящие из ионизированных частиц, находятся на высотах 2000–6000 км (внутренний пояс) и 15000 – 30000 км (внешний пояс).

К низковысотным круговым орбитам (LEO) относят орбиты с высотой 500–1500 км. Они лежат внутри (ниже) первого радиационного пояса Ван Аллена. В настоящее время особое внимание уделяется разработке СПСС именно на базе низковысотных ИСЗ, поскольку при этом необходима относительно малая мощность сверхвысокочастотного радиоизлучения носимого абонентского аппарата (порядка 0,4–0,5 Вт). Кроме того, при использовании LEO задержка радиосигнала незначительна и незаметна при телефонной связи.

Периоды обращения спутников LEO обычно составляет 95–120 минут. Поскольку для высокого качества связи в системах LEO необходим угол возвышения спутника не менее 8 градусов, то спутник LEO «радиовиден» с поверхности Земли лишь 10–20 минут. Поэтому для организации непрерывной связи количество спутников в группировках LEO должно быть большим – порядка 50–80. Например, в группировке Iridium изначально их должно было быть 77 (77-й элемент в таблице Менделеева – иридий), но оказалось, что система вполне работоспособна при 66 спутниках.

Управляют ИСЗ и обеспечивают их связь с другими наземными сетями базовые земные станции (БЗС), или *шлюзовые станции*, или просто *шлюзы*. Шлюзы позволяют пользователям СПСС связываться между собой через сеть ISDN (Integrated Services Digital Network – цифровая сеть связи с интеграцией услуг), через сеть PSTN (Public Switched Telephone Network – Общественная коммутируемая телефонная сеть) или даже через сотовые сети (например, через сеть GSM).

Частотные каналы связи между ИСЗ и МС называют *мобильными линиями связи*.

Частотные каналы связи между ИСЗ и БЗС называют *фидерными линиями связи*.

Частотные каналы связи между спутниками одной группировки (например, в системе Iridium) называют *межспутниковыми линиями связи*. Межспутниковые линии связи позволяют организовать связь между пользователями СПСС из различных зон земного шара без наземных сетей.

Для приема-передачи сигнала на ИСЗ применяют специальные антенны – активные фазированные антенные решетки (АФАР). В системе Iridium АФАР одного спутника формирует 48 приемопередающих лучей, каждый из которых «освещает» на земной поверхности соту диаметром 640 км. В совокупности 48 лучей обеспечивают сотовую зону покрытия диаметром приблизительно 9000 км. В соседних сотах используются различные сетки несущих частот, а в каждой восьмой соте сетка частот повторяется (сотовый кластер имеет размерность 7, см. рис. 4.2). Прием и передача сигнала МС ведутся на одной из частот сетки с использованием временного дуплекса (TDD).

Система Iridium разрабатывалась по инициативе компании Motorola с 1987 года. Из-за большой стоимости разработки и внедрения системы в 1993 году был образован международный консорциум, в состав которого вошло более 20 крупных компаний. В 1998 году система Iridium начала успешно функционировать. Однако эксплуатация не оправдала оптимистических прогнозов, и в 2000 году было принято решение о прекращении ее коммерческого функционирования.

Система СПСС Globalstar является конкурентом системы Iridium. В системе Globalstar меньшее количество спутников, требования к техническим параметрам которых не такие высокие. Это позволило не только уменьшить вес спутников, но и сделать всю систему более дешевой. Кроме того, система Globalstar имеет большую скорость передачи информации, чем система Iridium. К ее недостаткам относятся невозможность всемирного покрытия и отсутствие межспутниковых линий связи (из-за этого количество БЗС велико). В России коммерческая эксплуатация системы Globalstar начата в 2000 году.

В табл. 4.4 приведены некоторые технические параметры LEO группировок СПСС Iridium и Globalstar.

Таблица 4.4
Технические параметры СПСС Iridium и Globalstar

Параметр	Iridium	Globalstar
Количество ИСЗ	66+6 (резерв)	48+2 (резерв)
Количество орбит	6	8
Высота орбиты ИСЗ, км	780	1414
Наклонение орбиты, град	86,4 (квазиполярные орбиты)	52
Период обращения ИСЗ, мин	100	114
Вес ИСЗ, кг	700	450
Срок службы ИСЗ, лет	5...8	7,5
Покрытие	Всемирное	± 70 град широты
Минимальный угол возвышения, град	8	20
Число лучей АФАР	48	16
Частоты мобильных линий связи (ИСЗ ↔ МС), (приблизительно)	↑↓ 1,6 ГГц (диапазон L)	↑ 1,6 (диапазон L) ↓ 2,5 (диапазон S)
Частоты фидерных линий связи (ИСЗ ↔ БЗС), (приблизительно)	↑ 29,2 ГГц (диапазон Ка) ↓ 19,5 ГГц (диапазон Ка)	↑ 5,1 (диапазон С) ↓ 6,9 (диапазон С)
Частоты межспутниковых линий связи (ИСЗ ↔ ИСЗ), (приблизительно)	23,3 ГГц (диапазон Ка)	Нет
Метод доступа	FDMA / TDMA	CDMA
Скорость передачи, кбит / с	2,4	9,6
Количество дуплексных каналов	4000	2700
Число БЗС	20	200
Стоимость	\$ 4,4 млрд	\$ 2,9 млрд

5. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ

Совершенствование систем мобильной радиосвязи определяется общими тенденциями мирового экономического развития, порождающими новый гигантский сектор рынка информационных услуг.

Международный союз электросвязи (МСЭ, ITU – International Telecommunication Union) в общей гамме телекоммуникационных технологий выделяет преимущественное развитие системам мобильной связи. Это связано с тем, что важнейшим условием активной работы, бизнеса и прогресса становится свобода передвижения, свобода выбора места и времени для принятия решений, когда потребность в получаемой или передаваемой информации настолько важна, что нет времени искать стационарный терминал связи.

Одним из наиболее грандиозных проектов настоящего времени является проект IMT-2000 (International Mobile Telecommunications – Международные мобильные телекоммуникации). В его основу положена идея создания нового 3-го поколения (3G, 3 General Wireless Infrastructures) систем подвижной связи, охватывающей технологии беспроводного доступа, наземной сотовой и спутниковой связи. Исходные предпосылки для создания системы будущего были заложены еще в 1986 году, когда ITU были сформулированы требования к сотовым телефонам национальных и региональных сетей мобильной связи. Существование в то время большого числа разобщенных аналоговых мобильных сетей на фоне общей тенденции многих стран к экономической интеграции требовало создания единого стандарта, способного обеспечить абонентам свободу передвижения и сохранение обслуживания в любой сети, вне зависимости от места ее развертывания.

Это послужило поводом для разработки концепции единой мобильной системы FPLMTS (Future Public Land Mobile Telecommunications System – Перспективная сухопутная мобильная телекоммуникационная система общего пользования). По мере разработки требований к системе нового поколения идеологам создания FPLMTS стало ясно, что, несмотря на повсеместное развитие сотовой связи, беспроводного доступа и первые успехи международного роуминга, огромная часть территории

земного шара (включая мировые океаны) оказывается не охваченной связью. Наземные сети мобильной связи смогут обслужить не более 20% земной поверхности. Покрытие мирового пространства и обеспечение глобального мобильного доступа к информационным технологиям возможно только с помощью спутниковых систем.

В связи с этим в 1996 году название концепции FPLMTS было изменено на IMT-2000. Новое название отличается от прежнего не только отсутствием термина «сухопутная», но и введенной цифрой «2000», указывающей на ориентировочный срок принятия стандарта (после 2000 года) и используемый диапазон частот (в области 2000 МГц).

Итак, IMT-2000 – это долгосрочная программа разработки, стандартизации и содействия внедрению национальных, региональных и международных систем, реализующих полный набор услуг в интересах наземной и спутниковой связи. IMT-2000 объединяет две предшествующие программы ITU: FPLMTS и GMPCS (Global Mobile Personal Communications by Satellite – Глобальная персональная система спутниковой связи). Объединение в рамках одной системы IMT-2000 нескольких магистральных базовых сетей позволит создать глобальную телекоммуникационную структуру, охватывающую все без исключения регионы мира, в том числе развивающиеся страны. За счет гибкого сочетания сетей наземного и спутникового роуминга будет обеспечена бесперебойная связь между любыми уголками мира. Наиболее приоритетными задачами программы IMT-2000 являются: освоение новых полос частот для наземной и спутниковой связи в диапазоне 2000 МГц; увеличение скорости передачи до 2,048 – 10,0 Мбит/с; разработка новых технологий радиодоступа; расширение ассортимента услуг; снижение тарифов обслуживания.

Несмотря на неудачи последних лет, связанные с прекращением эксплуатации системы Iridium и замедлением темпов развертывания системы Globalstar, идея сочетания каналов мобильной наземной и спутниковой связи не утратила своего значения. Другой альтернативы создания глобальной мобильной связи в настоящее время просто нет.

Мобильные сети 3-го поколения обеспечат расширение спектра предоставляемых услуг: кроме передачи речи и данных появятся интерактивные (взаимодействующие, диалоговые) услуги мультимедиа, т.е. возможность передачи видеоданных в реальном времени. Удаленные абоненты будут не только слышать, но видеть друг друга. Будет широко распространена технология глобального позиционирования для пользователей мобильной связи, т.е. возможность в любом месте Земли в лю-

бой момент времени при помощи системы GPS (Global Positioning System — глобальная система навигации) определять свои координаты и параметры движения. Кроме того, владелец сотового телефона с GPS-приемником (а такие телефоны уже выпускаются) при нажатии специальной кнопки может известить полицию о своем местонахождении в случае каких-либо чрезвычайных обстоятельств. Сотовые телефоны с «электронным компасом» становятся незаменимым помощником автомобилистов и других категорий лиц, которым требуется подобного рода услуга. В системах будущего в абонентском терминале появится электронная карта, что позволит ориентироваться в любой местности.

Универсальный доступ к общемировым информационным ресурсам реализуется в настоящее время путем интеграции мобильных радиосетей и Internet. Уже сейчас мобильные терминалы имеют доступ к фиксированным Web-узлам Internet. В недалеком будущем подвижные узлы радиосетей смогут выполнять функции Web-узлов и хост-систем (серверов) Internet, что обеспечит глобальную связность локальных ресурсов сотовых сетей и доступ к ним с любых типов абонентских устройств. Например, мобильные абоненты смогут обращаться к узлам своих домашних локальных сетей, находясь в дороге, и работать с разнообразной персональной информацией (просматривать поступающие сообщения, контролировать банковские счета, проводить поиск документов в домашних или офисных архивах и т.п.).

В системе IMT-2000 предполагается использовать перепрограммируемые терминалы, адаптирующиеся к требованиям пользователей. Предусматривается гибкая настройка терминала на различные стандарты радиосвязи и обеспечение работы в различных операционных средах. Одновременно с предоставлением широкого спектра услуг новые терминалы будут очень просты в обращении, т.е. основаны на принципе «включи и пользуйся».

В табл. 5.1 приведены основные сравнительные характеристики различных поколений мобильной связи.

На рис. 5.1 представлена существующая и прогнозируемая динамика изменения числа абонентов в сетях связи разных поколений. Эти данные свидетельствуют о весьма высокой перспективности производства систем, устройств и сервиса, в потребности специалистов по обеспечению информационных услуг не только на ближайшую, но и на среднесрочную перспективу. Другими словами: они говорят о перспективности специальности «Средства связи с подвижными объектами» на рынке труда любой страны.

Таблица 5.1.
Основные характеристики поколений мобильной связи

Поколения	2G	2,5G	3G	4G
Базовые услуги	Речь	Речь, данные	Речь, данные, видеоданные, мультимедиа	Речь, данные, видеоданные, мультимедиа, мобильное теле- и радиовещание
Скорость передачи, Мбит/с	0,0096–0,0144	0,115 (фаза 1), 0,384 (фаза 2)	2,048 (фаза 1), 10,0 (фаза 2)	10,0–44,0
Годы эксплуатации	1995–2010	2000–2015	2002–2020	2012–2025

Подготовка квалифицированных специалистов по специальности «Средства связи с подвижными объектами» возможна в вузах, имеющих солидный опыт в подготовке радиоинженеров и соответствующую

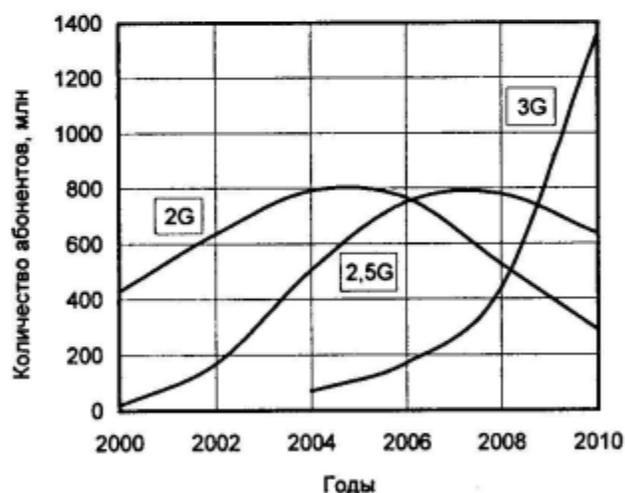


Рис. 5.1. Существующая и прогнозируемая динамика изменения числа абонентов в сетях связи разных поколений

современному состоянию средств связи материально-техническую базу. К одним из таких вузов в Российской Федерации относится Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР).

6. ТУСУР

6.1. Краткая история становления и развития вуза

Истоки. Подготовка специалистов по средствам связи с подвижными объектами в Томске обусловлена двумя обстоятельствами: массовым внедрением средств мобильной связи и наличием близкого по профилю вуза – ТУСУРа [4].

Создание в Томске вуза радиотехнического профиля, первого и единственного на Востоке страны, было подготовлено развитием радиотехнического образования в Томском политехническом институте (ТПИ, ныне ТПУ) и радиофизического – в Томском государственном университете (ТГУ). Еще в 1923 году по инициативе академика В.Д. Кузнецова в ТГУ была начата подготовка специалистов по электромагнитной специализации, преподаватели и студенты которой совместно с сотрудниками Нижегородской радиолaborатории исследовали распространение коротких радиоволн на длинных трассах. Созданная профессором В.Н. Кессенихом в 1925 году Ионосферная лаборатория в существенной степени способствовала радиофикации Западно-Сибирского региона и Востока страны. В 40-х годах прошлого века в Томске сформировалась достаточно серьезная группа специалистов в области радиоэлектроники: профессора ТГУ В.Н. Кессених, А.Б. Сапожников (под руководством которого был разработан первый электромагнитный дефектоскоп для контроля линий Московского метрополитена); доценты ТГУ В.И. Иванчиков, Б.П. Кашкин; сотрудники кафедры электросвязи в Томском электромеханическом институте инженеров железнодорожного транспорта (ТЭМИИТе, впоследствии переведенном в г. Омск), возглавляемой заслуженным деятелем науки и техники, профессором П.А. Азбукиным; солидная научная школа электроэнергетиков в ТПИ.

Вторая мировая война показала, что без ускоренного развития военной радиоэлектроники государство не сможет обеспечить свою безопасность. Еще шли ожесточенные бои в Восточной Пруссии, когда в марте 1945 года вышло Постановление Всесоюзного комитета по делам высшей школы при Совете народных комиссаров СССР об открытии в

ТПИ электрофизического факультета (ЭЭФ). Причинами появления Постановления были:

- 1) уроки Великой Отечественной войны, свидетельствующие о необходимости ускоренного развития оборонного комплекса на Востоке страны;
- 2) наличие ТПИ, как хорошо зарекомендовавшей себя кузницы инженерных кадров;
- 3) наличие в Томске кадрового потенциала для быстрой реализации задач массовой подготовки инженеров нужного профиля.

В составе ЭЭФ были организованы кафедры радиотехники, кабельной техники, электровакуумной техники. Этим кафедрам была поручена подготовка инженеров соответствующих специальностей. Организация кафедры радиотехники положила начало формированию первой радиотехнической школы в азиатской части Союза. Первым заведующим кафедрой радиотехники был Р.М. Шевчук (выпускник ТГУ). К подготовке радиоинженеров были привлечены выпускники ТГУ Е.Н. Силов, И.А. Суслов, А.И. Лихачев и др., а также специалисты ведущих Московских и Ленинградских вузов (В.Н. Панов, Б.В. Извозчиков, Л.С. Гуткин, Е.И. Фиалко, К.М. Шульженко, И.Ш. Соломоник и др.). Этот коллектив в дальнейшем пополнялся выпускниками ТПИ и ТГУ.

Радиотехнический факультет (РТФ). В 1950 году по инициативе ректора ТПИ профессора А.А. Воробьева электрофизический факультет был разделен на два факультета – физико-технический (ФТФ) и радиотехнический (РТФ). Деканом РТФ был назначен доцент В.Н. Титов. С первых дней существования РТФ его отличительной особенностью стало целенаправленное сочетание подготовки студентов с выполнением научно-исследовательских работ в интересах народного хозяйства и обороны страны. Это сочетание позволило РТФ быстро создать квалифицированный кадровый состав (первыми аспирантами РТФ, а затем и кандидатами наук стали его выпускники Е.В. Падусова, Г.С. Зубарев, Ф.И. Перегудов), материальную базу для обеспечения учебного процесса и для проведения научных исследований и разработок на должном уровне. Обучение студентов на основе решения актуальных задач народного хозяйства и обороны страны позволяло выпускникам РТФ непосредственно после окончания вуза активно включаться в производственную и научную деятельность.

К началу 60-х годов РТФ стал весьма известным коллективом. За его плечами отлаженный процесс массовой подготовки квалифициро-

ванных специалистов, отлично зарекомендовавших себя не только в Сибири, но и во всей стране, решение ряда важнейших научно-технических и производственных задач. К этому времени специалисты РТФ разработали и внедрили первые высокоточные фазовые разностно-дальномерные навигационные системы для проводки кораблей в проходах минных полей (руководители – И.А. Суслов, И.А. Веселков); разработали основы надежной скрытой связи за счет отражения радиоволн УКВ-диапазона от метеорных следов (руководитель – Е.И. Фиалко); создали и внедрили комплекс телевизионных радиопередающих центров для ряда городов Сибири и Средней Азии (руководитель – В.С. Мелихов). РТФ готовит специалистов уже по пяти специальностям и выполняет крупные научно-исследовательские работы по заданиям правительства. Факультету стало «тесно» в стенах ТПИ и (по инициативе Ф.И. Перегудова) был поставлен вопрос об организации на базе РТФ нового томского вуза радиоэлектронного профиля.

Организация и становление вуза. Томский институт радиоэлектроники и электронной техники (ТИРиЭТ) был организован в соответствии с Постановлениями ЦК КПСС, СМ СССР №374 от 12.04.1962 г. и СМ РСФСР №616 от 12.05.1962 г. Ректором ТИРиЭТ был утвержден Зубарев Григорий Семенович. Проректорами ТИРиЭТ были назначены: по научной работе – Мелихов Всеволод Сергеевич, по учебной – Левашкин Гений Иванович. В составе ТИРиЭТа было четыре факультета: радиотехнический (РТФ), радиоуправления (РУФ), электронной техники (ФЭТ), вечернего и заочного обучения (ВиЗФ).

В ТИРиЭТ из ТПИ были переведены:

- 1) все студенты РТФ и студенты специальности «Радиоуправление» с факультета электрорадиоуправления (всего 1535 студентов очного обучения и 479 студентов вечернего и заочного обучения);
- 2) полностью или частично кафедры теоретических основ радиотехники (зав. каф. К.М. Шульженко), конструирования и производства радиоаппаратуры (зав. каф. П.П. Болтрукевич), радиоприемных устройств (зав. каф. Г.С. Шарыгин), радиопередающих устройств (зав. каф. И.Н. Пустынский), радиоуправления (зав. каф. Х.С. Бакшт, бывший командир первой импульсной радиолокационной станции, работавшей на Ленинградском фронте), промышленной электроники (зав. каф. И.В. Шипунов),

электронных приборов (зав. каф. Д.А. Носков), диэлектриков и полупроводников (зав. каф. А.М. Трубицын).

В момент организации в ТИРиЭТе было 58 преподавателей, в том числе только 18 кандидатов наук и ни одного профессора [4].

В течение первого года в ТИРиЭТе был создан ряд новых кафедр:

- 1) сверхвысоких частот (зав. каф. Е.С. Коваленко);
- 2) электрорадиоизмерений (зав. каф. Е.Н. Силов);
- 3) деталей и узлов точных механизмов (зав. каф. Ю.А. Жулев);
- 4) физики (зав. каф. Э.А. Аринштейн);
- 5) прикладной механики (зав. каф. В.М. Мостовой);
- 6) высшей математики (зав. каф. С.П. Кузнецов);
- 7) химии (зав. каф. В.Г. Столярчук);
- 8) теоретических основ электротехники (зав. каф. А.П. Левдикова);
- 9) начертательной геометрии и черчения (зав. каф. Г.Г. Гайнутдинов);
- 10) экономики и организации производства (зав. каф. О.П. Володина);
- 11) иностранных языков (зав. каф. Д.А. Фугенфирова);
- 12) диалектического и исторического материализма и политэкономии (зав. каф. Г.М. Иванов);
- 13) физического воспитания и спорта (зав. каф. А.И. Иванов);
- 14) специальной (военной) подготовки (зав. каф. С.И. Максимов).

В конце 1962 года на кафедрах работали 131 человек.

Становление нового вуза шло в сложных условиях. ТИРиЭТу было передано всего около 3000 м² площадей (это позволяло обеспечить учебный процесс только 3-сменной работой) и одно небольшое студенческое общежитие по пр. Кирова, 22 (в комнатах, рассчитанных на 3–4 человека, жили до 12 студентов). Острая нехватка для реализации уставных функций нового вуза общежитий, площадей, оборудования, фонда учебно-научной литературы, необходимость завершения реконструкции главного корпуса – далеко не полный перечень первоочередных задач, которые требовали немедленного решения. В такой ситуации была необходима четкая организация и мобилизация администрации нового вуза и всего коллектива на решение этих и сопутствующих им задач.

Исключительную роль в становлении ТИРиЭТа сыграло его руководство. Ректор, проректоры (Г.И. Левашкин, В.С. Мелихов, В.М. Новицкий, А.В. Астафуров, А.А. Тараканов, Н.И. Барабанов, Н.П. Давыдов), руководители общественных организаций сотрудников и студен-

тов (В.П. Овчинников, Г.Г. Гайнутдинов, В.А. Абрамец, Л.П. Сергеева, В.И. Авсюк, А.А. Фрицлер), деканы факультетов, зав. кафедрами, зав. библиотекой, руководители служб и мастерских – все сотрудники и студенты вуза самоотверженно работали как слаженный механизм, приводимый в движение фантастической инициативой, коммуникабельностью и работоспособностью Г.С. Зубарева. Для решения стоящих перед новым вузом задач потребовалось не только запустить в работу сложный механизм вуза, но и решить ряд социальных и градостроительных проблем. Именно благодаря инициативе Г.С. Зубарева вместо заболоченной окраины студенты Томска и все томичи имеют самый престижный район города (от ОАО «Реатон» до пл. Южной и Лагерного сада), комплекс учебных корпусов и студенческих общежитий на пл. Южная. Решение этих проблем требовало от Г.С. Зубарева постоянного и продуктивного взаимодействия с местными и центральными органами власти. О высокой эффективности этого взаимодействия свидетельствуют, в частности, два факта. Уже в начале 1963/64 учебного года учебные площади ТИРиЭТ достигли 10000 м², что позволило перейти в основном на односменное обеспечение учебного процесса, а в 1967–1968 годах были запущены в эксплуатацию 2 девятиэтажных общежития на пл. Южная, полностью решившие 100%-е обеспечение общежитием студентов ТИРиЭТа. Практически весь преподавательский коллектив к этому же времени был обеспечен благоустроенным жильем. Это создало нормальные условия для работы студентам и стабильность кадрового состава молодых преподавателей, гарантирующих стабильное развитие вуза, и позволило перейти к следующему этапу работы, связанному с ростом квалификации молодого преподавательского состава и с дальнейшим повышением уровня и качества научно-исследовательских работ. Был разработан и утвержден Министерством генеральный план строительства ТИРиЭТ. Он включал строительство на берегу Томи главного корпуса с бетонированной террасой до берега Томи, корпуса радиотехнического факультета (РТК), корпуса факультета электронной техники (корпус ФЭТ), корпуса конструкторско-технологического факультета (корпус КТФ). Началось строительство корпусов РТФ и ФЭТ.

Развитие специализированного вуза требовало определения стратегических целей с учетом мировых тенденций в современной радиоэлектронике. Такая задача была поставлена Г.С. Зубаревым и решена **Ф.И. Перегудовым**. По предложению Феликса Ивановича Перегудова, энергично поддержанному Г.С. Зубаревым, Советом ТИРиЭТ было

принято **дерево целей** вуза. Оно требовало дополнения и уточнения сфер деятельности с учетом развития и внедрения вычислительной техники, автоматизации управления не только технических, но и административных, управленческих, хозяйственных и социальных систем. Название и структура вуза стали не полностью соответствовать дереву целей. Для устранения этого несоответствия были открыты кафедры, обеспечивающие новое направление в деятельности вуза: технической кибернетики, физической электроники, оптимальных и адаптивных систем управления, конструирования и производства электронно-вычислительной аппаратуры. Это послужило причиной изменения названия вуза.

Приказом МВССО РСФСР от 03.07.1971 г. ТИРиЭТ был переименован в **Томский государственный институт автоматизированных систем управления и радиоэлектроники (ТИАСУР)**.

За первые 10 лет существования нового института:

- выпущено около 5000 инженеров (в т.ч. 95 получили дипломы с отличием);
- процент преподавателей высшей квалификации со степенями и званиями вырос с 13,7 до 35,6% (было подготовлено 105 кандидатов и 4 доктора наук);
- в 10 раз увеличился объем научно-исследовательских работ (с 235 до 2523 тыс. руб., в основном за счет хоздоговорных работ);
- создана Проблемная лаборатория радиотехнических систем и телевизионной автоматики (руководители Г.С. Шарыгин и И.Н. Пустынский);
- построен и сдан в эксплуатацию радиотехнический корпус (РТК) с блоком военной кафедры (18700 м²), начато строительство корпуса факультета электронной техники (ФЭТ) с современным аудиторным блоком.

Вуз прочно закрепился в первой десятке технических вузов страны (занимал 1–3 места в социалистическом соревновании вузов СССР). **Закончился первый, «революционный», период в жизни вуза.**

Второй, «эволюционный», этап жизни вуза связан с расширением и совершенствованием всех сфер деятельности, повышением квалификации преподавательского состава, с улучшением материального и методического обеспечения учебного процесса, с повышением качества, значимости и уровня внедрения результатов НИР.

Вторым ректором ТИАСУРа (1972–1981 гг.) был избран участник войны, выпускник ТПИ, профессор-доктор И.П. Чучалин, имев-

ший опыт работы секретаря парткома ТПИ. В 1972 году для расширения подготовки специалистов нового профиля в состав **ТИАСУРа из ТПИ был переведен** Научно-исследовательский институт автоматики и электромеханики (**НИИ АЭМ**). Руководителем НИИ АЭМ в 1974 году был назначен Главный конструктор Автоматизированной системы управления Томской области (АСУ ТО) **Феликс Иванович Перегудов** (руководитель нового научного направления «Разработка теории и методов проектирования автоматизированных систем управления организационного типа»). Этот период жизни вуза связан с бурным развитием нового направления по подготовке специалистов в области АСУ, с дальнейшим ростом квалификации профессорско-преподавательского состава и сотрудников научно-исследовательского сектора, с расширением, укрупнением и повышением значимости, результативности внедрения научных разработок. К сожалению, этот период связан и с болезненными потерями. Ушел в небытие Генеральный план строительства ТИАСУРа, покинули стены вуза его первые организаторы и строители (Г.С. Зубарев и В.С. Мелихов перешли снова в ТПИ).

Решению главной задачи на втором этапе жизни вуза – интенсификации работ по частичной переориентации работы на подготовку квалифицированных специалистов по автоматизированным системам управления – способствовало избрание в 1981 году ректором **ТИАСУРа Феликса Ивановича Перегудова**. Он смог в очень короткий срок поднять на достойный вуза уровень не только учебный процесс в этом направлении, но и комплексовать его с фундаментальными и важными прикладными разработками АСУ, с развитием традиционных сфер работы ТИРиЭТа, с подготовкой кадров высшей квалификации. Об этом свидетельствуют и присуждение в 1983 году Ф.И. Перегудову премии СМ СССР за работы в области АСУ и за создание Вычислительного центра коллективного пользования (для ВЦКП было построено специальное здание), и регистрация в 1984 году первого научного открытия, сделанного в ТИАСУРе, – «Явление взрывной электронной эмиссии» (С.П. Бугаев, Г.А. Месяц, Д.И. Проскуровский). Частично работы, начатые при ректоре Ф.И. Перегудове, получили признание в более поздние годы:

- в 1987 году премия Ленинского комсомола была присуждена молодому сотруднику кафедры радиотехнических систем (РТС) В.Л. Гулько за работы в области поляризационной радиолокации;

- в 1988 году за разработку и внедрение технологических электронно-лучевых систем с плазменным эмиттером присуждена Государственная премия РСФСР группе сотрудников вуза (В.А. Груздев, Н.Г. Ремпе и др.);
- в 1993 году Государственная премия РФ за цикл работ по созданию корреляционно-экстремальных систем навигации присуждена группе ученых вуза (В.П. Тарасенко, В.И. Алексеев и др.);
- в 1999 году зарегистрировано научное открытие «Закономерность пробоя твердого диэлектрика на границе с жидким диэлектриком при действии импульса напряжения» (Г.А. Воробьев – ТУСУР, А.А. Воробьев и А.Т. Чепиков – ТПИ), которое нашло широкое применение в нефтедобывающей промышленности. Благодаря Ф.И. Перегудову (кроме постройки ВЦКП) начато строительство двух модулей (в одном из них – Технопарк, во втором был инженерный центр по внедрению наукоемких разработок вуза). Второй модуль сейчас в стадии восстановления после пожара, случившегося по вине арендаторов (в сложные для высшей школы 99-е годы вуз был вынужден сдавать часть своих площадей в аренду).

В 1984 году Ф.И. Перегудов был назначен первым заместителем министра высшего и среднего образования РСФСР (а в 1985 году – первым заместителем председателя Государственного комитета СССР по народному образованию, министром СССР). Ректором ТИАСУРа стал **Иван Николаевич Пустынский**. Завершение второго этапа развития ТИАСУРа попало на труднейший период жизни нашего государства вообще и высшей школы в частности. На долю И.Н. Пустынского достался самый горький период в жизни вуза. Рухнуло производство, особенно в военно-промышленном комплексе, на который в основном работал вуз. Рухнули оборонные заказы, составлявшие основу внебюджетных доходов, почти прекратилось бюджетное финансирование. Институт оказался на грани выживания. Но в его недрах на кафедре промышленной электроники (ПрЭ) заведующим кафедрой **Анатолием Васильевичем Кобзевым** (не без помощи министра СССР Ф.И. Перегудова) было посеяно зерно, давшее впоследствии благодатные всходы. В порядке исключения, в виде экономического эксперимента кафедре ПрЭ была разрешена организация учебно-научного кооператива. Работа этого предприятия под руководством талантливого менеджера, каким оказался А.В. Кобзев, придала второе дыхание сначала кафедре

ПрЭ, затем – другим кафедрам, сотрудничавшим с ней по работам с внебюджетным финансированием, а затем – и всему вузу.

Начался третий период жизни вуза – работа в новых экономических условиях. В 1993 году ТИАСУР переименован в Томскую государственную академию систем управления и радиоэлектроники (ТАСУР). Это было связано с изменением статуса (а соответственно, и бюджетного финансирования) государственных вузов разного типа (для перехода в новый статус ТИАСУР прошел соответствующую аттестацию министерства). Отчасти это связано с возможностью расширения организационной структуры вуза. Последнее было необходимо для выживания вуза и для адаптации подготовки его выпускников к новым условиям изменившегося рынка труда. Потребность адаптации к новому рынку труда породила открытие ряда новых специальностей, особенно для факультетов, традиционно ориентированных на военно-промышленный комплекс. Дальнейший шаг в этом направлении был сделан в 1997 году, когда ТАСУР вновь прошел государственную аттестацию и аккредитацию и был переименован в **Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)**, т.е. получил наивысший статус среди государственных вузов РФ. ТУСУР подготовку специалистов технического профиля дополнил подготовкой квалифицированных специалистов гуманитарного профиля на современной технической базе.

Огромное значение в адаптации вуза к новым экономическим условиям сыграла инициатива А.В. Кобзева и В.А. Бондаря по созданию при ТУСУРе в 1998 году Томского межвузовского центра дистанционного образования (ТМЦДО). Четко уловив экономические перспективы коммерциализации обучения, социальные и транспортные сложности желающих получить высшее образование и возможности работы вуза с привлечением современных систем телекоммуникаций, они реализовали современную систему дистанционного высшего образования.

Наряду с взаимовыгодным (для студентов и для вуза) процессом обучения ТМЦДО дал *недостижимый ранее для вуза результат – стопроцентное учебно-методическое и программное обеспечение учебного процесса своей новой учебной и методической литературой*. Последнее обстоятельство по-иному заставило взглянуть на основные проблемы, связанные с перегрузкой студентов традиционной очной формы обучения обязательными учебными занятиями. На повестку дня вуза встали вопросы повышения роли самостоятельной работы студентов в процессе обучения и адаптации работы вуза к потребностям современного

рынка труда в специалистах, способных организовывать и вести собственный бизнес. Несколько позднее итогом этого стали переход на рейтинговую систему оценки работы студентов и организация в 2004 году нового структурного подразделения вуза – Межвузовского студенческого бизнес-инкубатора.

В 1999 году ректором ТУСУРа был избран Анатолий Васильевич Кобзев. Последний год двадцатого столетия стал первым годом работы новой администрации ТУСУРа, сформированной А.В. Кобзевым. В основу ее деятельности положен стратегический план развития университета. Особенность бюджета ТУСУРа, принятого на 2000 год, заключалась в наличии специального раздела «Программы развития университета», которая представлялась в то время просто фантастической после почти десятилетнего периода стагнации и разрухи. На социальное развитие, на создание корпоративной сети, отделения фундаментального образования, экономического факультета, центров языковой подготовки, дополнительного образования, на развитие спорта и досуга студентов планировалось истратить 3,6 млн руб. Аналогичные планы развития были приняты (и выполнены!) на суммы 5,8 млн руб. и 15,7 млн руб. соответственно в 2001 и 2002 годах.

Главной задачей вуза новая администрация поставила сохранение динамики развития по всем видам деятельности на основе идеи «большого» университета, основные элементы современной структуры которого приведены в Приложении 1.

Сегодня в ТУСУРе более 16 тысяч студентов. Обеспеченность студентов учебной литературой, учебно-методическими и программными продуктами приближается к 100%. ТМЦДО превратился в высокотехнологическое, высокорентабельное производство. Он имеет 120 представительств в России и странах СНГ. Филиальная сеть ТУСУРа имеет 14 лицензированных филиалов. Завершено создание корпоративной сети ТУСУРа, в которой оптоволоконными коммуникациями связаны все корпуса и общежития университета. В ТУСУРе (с учетом филиалов) один компьютер обслуживает не более двух студентов. Возрождена художественная самодеятельность. Работают около 20 клубов по интересам.

Система «ВУЗ – НИИ» в ТУСУРе включает 15 НИИ и малых высокорентабельных предприятий, работающих в сфере наукоемкого производства. Уже в 2002 году годовой доход ТУСУРа (12 млн долларов) превысил максимальный доход вуза (11 млн долларов), имевшийся в середине 80-х годов прошлого века. В ближайшие годы ставится задача

сделать ТУСУР вузом-миллиардером. Немаловажная роль в решении этой задачи отводится новому структурному подразделению ТУСУРа – Студенческому бизнес-инкубатору, который функционирует с 2004 года. Это подразделение обеспечивает не менее 200 рабочих мест для студентов, *обучающихся по индивидуальной траектории.* Оно ориентировано на ежегодный выпуск около 70 специалистов в области малого наукоемкого бизнеса и частного предпринимательства. За счет этих выпускников будет идти ускоренное развитие научно-производственного «окружения университета» и увеличение темпов развития ТУСУРа.

Начато строительство нового университетского комплекса на площади «Южная», в котором будут интегрированы учебные заведения различных уровней образования, научные, научно-производственные и производственные фирмы. Восстанавливается после пожара второй модуль – инженерный центр по внедрению наукоемких разработок вуза.

6.2. РТФ. Кафедра СРС

РТФ. Радиотехнический факультет ТУСУРа (Приложение 1) сегодня – один из ведущих факультетов вуза. Он обеспечивает профессиональную подготовку более 2000 студентов по очной форме обучения и курирует профессиональную подготовку студентов филиальной сети ТУСУРа и ТМЦДО по 13-ти специальностям: «Радиотехника», «Радиосвязь, радиовещание и телевидение», «Средства связи с подвижными объектами», «Аудиовизуальная техника», «Бытовая радиоэлектронная аппаратура», «Радиоэлектронные системы», «Защищенные системы связи», «Сервис», «Антикризисное управление», «Физика и техника оптической связи», «Организация и технология защиты информации», «Информационная безопасность телекоммуникационных систем». Руководит работой факультета декан (должность выборная, в настоящее время деканом РТФ является профессор Лев Алексеевич Боков).

Подготовку студентов ведет высококвалифицированный преподавательский коллектив, в составе которого 9 действительных членов и членов-корреспондентов общественных и международных академий наук, 2 заслуженных деятеля науки и техники, 2 заслуженных работника РФ. Многие ведущие преподаватели имеют правительственные награды, являются лауреатами губернаторских премий. В составе преподавательского коллектива около 20 докторов и 70 кандидатов наук. Преподавательский состав и научные кадры факультет готовит через аспирантуру и докторантуру вуза. Заметим, что в момент организации

вуза РТФ вел подготовку студентов только по 2-м специальностям, а среди преподавательского состава всего вуза (58 человек) было лишь 18 кандидатов наук и не было ни одного доктора наук.

Учебный процесс обеспечивается массовым использованием вычислительной техники, информационных технологий, пакетов прикладных программ, дисплейными классами, имеющими выход в Интернет.

Профессиональная подготовка студентов каждой из специальностей ведется совместно всеми шестью кафедрами РТФ.

Кафедра – это основное структурное подразделение вуза, непосредственно обеспечивающее учебный процесс студентов по ряду дисциплин, укладываемых в профиль ее специализации. При этом каждая из кафедр обеспечивает учебный процесс по дисциплинам профиля работы не только для своего, но и для других факультетов вуза. Кроме учебного процесса, каждая кафедра ведет научно-исследовательские работы, связанные с профилем учебной специализации. Для этого в составе кафедры существуют специальные научно-исследовательские подразделения (лаборатории, отделы и др.). В этих работах, как правило, принимают участие и студенты.

Учебная деятельность РТФ тесно связана с научными исследованиями и разработками. Непосредственно на факультете работают 2 научно-исследовательских института (НИИ радиотехнических систем (РТС), НИИ систем электросвязи (СЭС)), 15 научных лабораторий, 2 научно-исследовательских полигона. В учебной и научно-исследовательской работе РТФ активно сотрудничает с зарубежными странами. Это сотрудничество идет со странами как ближнего, так и дальнего зарубежья (Болгарией, Голландией, Ираном, Италией, Китаем, Кореей, Польшей, США, Францией, ФРГ, Швейцарией). Студенты РТФ имеют возможность проходить практику в Китае, ФРГ, Швейцарии, США. Эта возможность более широко используется студентами, обучающимися в Российско-Американском центре (ТПУ–ТУСУР) по специальностям РТФ ТУСУРа при Томском политехническом университете.

Выпускники РТФ высоко зарекомендовали себя в преподавательской работе (в ТУСУРе и других вузах страны), в научной, производственной, организационно-управленческой и предпринимательской деятельности как на территории Западно-Сибирского региона, РФ, так и за пределами России.

Кафедра средств радиосвязи (СРС) – профилирующая для специальности «Средства связи с подвижными объектами», т.е. организующая и обеспечивающая специальную подготовку выпускников,

включая постоянный контроль и совершенствование рабочих учебных планов и рабочих программ по всем дисциплинам. В ее функции входит также организация производственной и преддипломной практик, дипломного проектирования, защит выпускных квалификационных работ (дипломных проектов и работ), распределение выпускников и связь с ними после окончания вуза. Кафедра СРС – самая молодая на радиотехническом факультете (создана в 2001 г.) – выделилась из кафедры радиоэлектроники и защиты информации (РЗИ, прежние названия кафедры: кафедра радиоприемных устройств – РУ (1960–1971 гг.); кафедра радиоприемных и усилительных устройств – РУУ (1971–1999 гг.)). Корни кафедры СРС идут к кафедрам теоретических основ радиотехники (ТОР) и радиоприемных устройств. На этих кафедрах под руководством доцента И.А. Суслова было подготовлено первое поколение томских специалистов по усилительным устройствам. Это поколение вывело Томск в число лидеров страны по исследованиям, разработкам и внедрению в массовое производство ряда современных (аналоговых, цифровых, аналого-цифровых) электронных и оптоэлектронных функциональных модулей (ФМ) и устройств приемно-усилительной и преобразовательной техники (в том числе в интегральном исполнении).

В 1968 году доцентом кафедры ТОР А.А. Кузьминым и заведующим кафедрой РУ доцентом И.А. Колесовым была сформулирована перспективная идея создания сверхширокополосных интегральных транзисторных усилителей, удовлетворяющих высоким требованиям по комплексу технических параметров за счет использования комбинированных схемных решений, сочетающих принципы каскадного и распределенного усиления. Для воплощения этой идеи в 1969 году по инициативе И.А. Колесова на кафедре РУ была создана научно-исследовательская лаборатория широкополосных приемно-усилительных устройств (ЛШПУ). В ЛШПУ развивалась и совершенствовалась концепция построения комбинированных схемных решений широкополосных УВЧ–СВЧ-микросхем ФМ с высокими техническими характеристиками по комплексу параметров. Научными руководителями ЛШПУ были И.А. Колесов (с 1969 г.), С.В. Мелихов (с 1985 г.), зав. лабораторией – Г.Н. Якушевич.

В разработке этой концепции и устройств на ее основе приняли участие представители второго поколения томских специалистов по усилительной технике – выпускники-радиотехники последних тридцати лет: А.В. Ломовицкий, Г.Н. Якушевич, В.Н. Лазаренко, А.Н. Ехлаков, В.А. Кологривов, С.В. Мелихов, Б.И. Гринкевич, А.С. Красько, И.Л. Аг-

ранович, А.Г. Жаркой, В.И. Андросов, С.В. Мохов, И.А. Мозгалев, С.Б. Копань, А.Б. Старцев, О.Ю. Зубков, О.Г. Тюльков, А.Е. Вертман, А.Н. Майшев, А.В. Ненахов и др. Этим научным коллективом были созданы алгоритмы достижения оптимальных параметров ФМ на основе новых комбинированных схемных решений, разработан и внедрен широкий набор аналоговых и аналого-цифровых СВЧ-модулей в интегральном исполнении. Программное обеспечение разработок создавалось под руководством В.А. Кологривова.

За 30 лет коллективом ЛШПУ разработано и внедрено в производство более 70 функциональных модулей, устройств и приборов. Так, к 90-м годам был разработан ряд октавных и многооктавных микросхем УВЧ–СВЧ-усилителей, внедренных (совместно с группой «усилительщиков» НИИ автоматических приборов г. Новосибирска, руководимой Г.И. Судейко) в производство в виде 9 массовых серий интегральных микросхем. Эти микросхемы, имея рекордные технические параметры, отличались существенно меньшей стоимостью по сравнению с аналогами и высоким процентом годности при выходе из производства – не менее 98% при отраслевом нормативе 68%. Первоначально созданные микросхемы предназначались для радиосистем наземной и бортовой аэронавигации подвижных объектов. В настоящее время они нашли применение в самых разнообразных радиотехнических устройствах.

Появление идеи о создании на РТФ кафедры средств радиосвязи и об открытии новой специальности «Средства связи с подвижными объектами» связано с тремя обстоятельствами.

Первое из них – резко возросшая в настоящее время потребность страны в специалистах по мобильным аналоговым и цифровым средствам связи.

Второе – расширение тематики разработок ЛШПУ в 80-х и 90-х годах прошлого века. Лаборатория занялась разработками и исследованиями по широкому спектру аналоговых и аналого-цифровых УВЧ–СВЧ интегральных ФМ (преобразователей частоты, радиоимпульсных усилителей с адаптацией к уровням обрабатываемых сигналов за время фронта радиоимпульсов, многоканальных коммутаторов, дискретно перестраиваемых фазовращателей, генераторов малых временных задержек, мультиплексоров и демультимплексоров и др.). Эти устройства являются неотъемлемой частью современной аналоговой и цифровой связной аппаратуры.

Третье – традиционное взаимодействие ЛШПУ с кафедрой радиотехнических систем (РТС) и с НИИ РТС, где ведется подготовка спе-

циалистов по телекоммуникационным и радиотехническим системам. В результате этого взаимодействия, при поддержке и активном участии заведующего кафедрой РТС профессора Г.С. Шарыгина окончательно сформировалась идея о целесообразности создания кафедры средств радиосвязи для подготовки студентов по специальности «Средства связи с подвижными объектами».

Возглавил кафедру СРС доктор технических наук, профессор Сергей Всеволодович Мелихов (в 1998 году он защитил докторскую диссертацию по сверхширокополосным устройствам преобразования частоты с повышенным динамическим диапазоном). В состав кафедры вошли опытные преподаватели: канд. техн. наук доцент И.А. Колесов, канд. техн. наук доцент Г.Н. Якушевич, доцент В.А. Кологривов – признанные специалисты в области функциональной высокочастотной микроэлектроники.

В 2001 году для обучения по специальности «Средства связи с подвижными объектами» кафедрой СРС была сформирована первая группа из 16 студентов (13 юношей и 3 девушки), получившая номер 1В1. 12 октября 2001 года на кафедре СРС состоялся первый «День специальности 201200» – день посвящения в студенты. Праздничное собрание было открыто под девизом «Новому веку – новых специалистов ТУСУРа!» Студенты и преподаватели кафедры СРС постановили: считать **12 октября** днем специальности. Первокурсникам были вручены удостоверения первых студентов РТФ по специальности «Средства связи с подвижными объектами». Эти удостоверения бирюзового цвета символичны – они будут напоминать не только о самых ярких и интересных в жизни студенческих годах, но и о бессрочном праве их владельцев обращения на кафедру СРС по любым вопросам...

Преподавательским составом кафедры СРС для студентов специальности «Средства связи с подвижными объектами» и для студентов РТФ, обучающихся по другим специальностям, обеспечиваются занятия по следующим дисциплинам:

- Введение в специальность «Средства связи с подвижными объектами».
- Информатика.
- Прикладные математические методы в радиотехнике.
- Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств.
- Математическое моделирование аналоговых и цифровых устройств в технике связи.

- Основы схемотехники.
- Схемотехника аналоговых электронных устройств.
- Усилительные устройства бытовой радиоэлектронной аппаратуры.
- Радиоавтоматика.
- Устройства радиоавтоматики систем подвижной связи.
- Радиоприемные устройства.
- Устройства приема и обработки сигналов.
- Устройства приема и преобразования сигналов.
- Устройства приема и обработки сигналов в защищенных системах радиосвязи.
- Радиосвязь и радиовещание.
- Аналоговое и цифровое радиовещание.
- Основы теории систем связи с подвижными объектами.
- Системы и сети связи с подвижными объектами.
- Устройства преобразования и обработки информации в системах подвижной радиосвязи.

Значительная часть из этого перечня дисциплин определяет базовую и профильную подготовку студентов специальности «Средства связи с подвижными объектами».

Направления научных работ кафедры СРС, проводимых в лаборатории средств радиосвязи (ЛСР – новое название ЛШПУ) и в студенческом конструкторском бюро (СКБ) «Спектр», организованном весной 2004 года, следующие:

- широкополосные приемно-усилительные тракты СВЧ-диапазона;
- аналоговые и аналого-цифровые функциональные модули СВЧ-диапазона для средств связи с подвижными объектами;
- разработка алгоритмов передачи данных средствами радиосвязи в составе разностно-дальномерного комплекса исследования грозных очагов;
- разработка прикладных компьютерных программ исследования и проектирования устройств и систем связи с подвижными объектами;
- разработка программного обеспечения для коммутатора системы транкинговой связи протокола МРТ-1327;
- разработка активных фильтров для цифровой обработки сигналов;
- разработка усилителей мощности с подавлением нелинейных искажений второго рода;

- разработка цифровых усилителей мощности.

Перечисленные направления работы позволяют коллективу кафедры СРС быть постоянно в курсе передовых достижений современной теории и техники мобильной связи. Это (с учетом участия студентов в научно-исследовательских работах как в учебное, так и в свободное время) дает надежный фундамент для обеспечения качественной подготовки выпускников, соответствующей современному стандарту высшего профессионального образования Российской Федерации.

7. ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

7.1. Государственный образовательный стандарт подготовки дипломированных специалистов по направлению «Телекоммуникации»

7.1.1. Общие сведения. Высшее образование в вузах РФ должно соответствовать требованиям *Государственных образовательных стандартов* по установленным направлениям подготовки специалистов.

Специалисты по «Средствам связи с подвижными объектами» готовятся по направлению «Телекоммуникации» [5]. Государственный образовательный стандарт по направлению «Телекоммуникации» (ГОС) [5] определяет нормативные требования подготовки дипломированных специалистов (инженеров) по следующим параметрам.

1. Перечень образовательных программ (специальностей), реализуемых в рамках направления подготовки дипломированных специалистов:

- 210401 Физика и техника оптической связи;
- 210402 Средства связи с подвижными объектами;
- 210403 Защищенные системы связи;
- 210404 Сети связи и системы коммутации;
- 210405 Радиосвязь, радиовещание и телевидение;
- 210406 Многоканальные телекоммуникационные системы.

РТФ ТУСУР готовит выпускников по специальностям: 201401, 210402, 210403, 210405.

2. Квалификация выпускника – инженер.

3. Квалификационная характеристика выпускника.

Телекоммуникации – область науки и техники, которая включает совокупность технологий, средств, способов и методов человеческой деятельности, направленных на создание условий для обмена информацией на расстоянии.

Объектами деятельности инженера по специальности «Средства связи с подвижными объектами» являются:

- технические средства, обеспечивающие передачу, излучение и прием знаков, сигналов, письменного текста, изображений, звуков по системам спутниковой и мобильной связи;
- средства метрологического обеспечения и защиты информации в системах подвижной радиосвязи;
- управление эксплуатационным и сервисным обслуживанием устройств подвижной радиосвязи;
- менеджмент и маркетинг в телекоммуникациях.

Виды профессиональной деятельности выпускника:

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

Конкретные виды деятельности определяются содержанием образовательной программы, разрабатываемой вузом.

Задачи, решаемые инженером, в процессе профессиональной деятельности:

а) Производственно-технологическая деятельность:

- организация и контроль качества функционирования систем подвижной радиосвязи;
- техническое обслуживание оборудования систем и средств подвижной радиосвязи;
- эффективное использование ресурсов сетей связи, средств вычислительной техники для организации производственных процессов при проектировании и технической эксплуатации систем подвижной радиосвязи;
- автоматизированное управление сетями подвижной радиосвязи;
- совершенствование, модернизация и улучшение технико-экономических показателей средств связи;
- проведение стандартных и сертификационных испытаний средств подвижной радиосвязи и составляющих их элементов;
- осуществление метрологической поверки основных средств измерений параметров систем и сетей подвижной радиосвязи;
- организация мероприятий по охране труда, безопасности жизнедеятельности и защите окружающей среды в процессе производственной деятельности предприятия.

б) Проектная деятельность:

- разработка и модернизация систем и устройств подвижной радиосвязи с учетом внедрения новых телекоммуникационных технологий.

в) Научно-исследовательская деятельность:

- применение методов анализа, синтеза и оптимизации структуры сетей подвижной радиосвязи и составляющих их элементов;
- разработка и использование методов математического и физического моделирования в процессе исследования и оптимизации параметров отдельных элементов и систем связи в целом;
- разработка планов, программ и методик измерений параметров средств мобильной радиосвязи с использованием вычислительной техники;
- анализ и прогнозирование развития мобильной радиосвязи;
- проведение исследований с целью нахождения и выбора наиболее целесообразных практических решений по защите информации в телекоммуникационных системах;
- разработка документации, необходимой при проведении НИОКР (научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ) в процессе исследований и создания перспективных средств связи;
- организация и проведение патентных исследований и библиографического поиска в области телекоммуникаций.

г) Организационно-управленческая деятельность:

- организация работы коллектива исполнителей, принятие организационно-управленческих решений с учетом различных мнений;
- осуществление технического контроля и управления качеством функционирования предприятий радиосвязи;
- принятие многокритериальных решений (качество, надежность, стоимость, информационная защищенность, сроки исполнения) при планировании развития мобильной радиосвязи;
- оценка затрат на функционирование средств мобильной радиосвязи, обоснование технико-экономических решений;
- проведение мероприятий, обеспечивающих рентабельную деятельность предприятий связи;
- проведение мероприятий по подбору, расстановке, подготовке и переподготовке кадров.

Для решения перечисленных профессиональных задач инженер должен уметь:

- выполнять работы в области научно-технической деятельности по проектированию, информационному обслуживанию, организации производства и по управлению, метрологическому обеспечению, техническому контролю, использованию природных ресурсов, энергии и материалов;

- разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию, предложения и мероприятия по осуществлению разработанных проектов и программ;

- проводить технико-экономический анализ принимаемых решений, изыскивать возможности сокращения цикла выполнения работ, содействовать подготовке их выполнения, обеспечения техническими данными, материалами, оборудованием;

- участвовать в исследованиях, разработках проектов и программ, в проведении испытаний оборудования и внедрении его в эксплуатацию, а также в выполнении работ по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, в рассмотрении различной технической документации и подготовке обзоров, отзывов, заключений;

- изучать, анализировать, обобщать и систематизировать информацию, показатели и результаты работ, проводить необходимые расчеты, используя современные технические средства;

- составлять графики работ, заказы, заявки, инструкции, пояснительные записки, карты, схемы и другую техническую документацию;

- оказывать методическую и практическую помощь при реализации проектов и программ, планов и договоров;

- осуществлять экспертизу технической документации, надзор и контроль состояния и эксплуатации оборудования, выявлять резервы, причины существующих недостатков и неисправностей в работе оборудования, принимать меры по их устранению;

- следить за соблюдением установленных требований, норм, правил и стандартов;

- организовать работу по повышению научно-технических знаний работников;

- способствовать развитию творческой инициативы, рационализации, изобретательства, внедрению достижений науки, техники, использованию передового опыта.

Инженер должен знать:

- принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств, материалов и методы их исследования;
- правила и условия выполнения работ;
- методы технических расчетов и определения экономической эффективности исследований и разработок;
- основные требования, предъявляемые к технической документации, материалам, изделиям;
- постановления, распоряжения, приказы вышестоящих и других органов, методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы;
- достижения науки и техники, передовой и зарубежный опыт в соответствующей выполняемой работе области знаний;
- перспективы технического развития и особенности деятельности учреждения, организации, предприятия;
- основы экономики, организации производства, труда и управления;
- основы трудового законодательства, правила и нормы охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты.

В соответствии с требованиями Квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденного Постановлением Минтруда России от 21.08.98 г. № 37, выпускники могут занимать должности инженеров научно-исследовательских учреждений, конструкторских и проектных организаций, инженеров-проектировщиков, инженеров-электроников, инженеров по защите информации, инженеров-программистов, младших научных сотрудников и прочие инженерные должности.

Инженер, освоивший основную образовательную программу в рамках направления подготовки дипломированного специалиста «Телекоммуникации», *подготовлен для продолжения образования в аспирантуре.*

7.1.2. Основная образовательная программа подготовки инженера включает в себя учебный план, программы учебных дисциплин, производственной и преддипломной практик [5].

ГОС определяет требования к минимуму содержания основной образовательной программы подготовки инженера, к условиям её реализации и срокам освоения.

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.

Основная образовательная программа подготовки инженера *предусматривает изучение следующих циклов дисциплин:*

- ГСЭ – общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины;
- ЕН – общие математические и естественнонаучные дисциплины;
- ОПД – общепрофессиональные дисциплины;
- СД – специальные дисциплины, включая дисциплины специализаций;
- ФТД – факультативные дисциплины (необязательные для присвоения квалификации инженера, изучаемые только по желанию студента).

Содержание национально-регионального компонента программы должно обеспечивать подготовку выпускника в соответствии с квалификационной характеристикой, установленной ГОС.

7.1.3. Требования к обязательному минимуму образовательной программы. ГОС определяет требования по всем компонентам, циклам дисциплин, а также объему дисциплин вузовского компонента.

7.1.4. Нормативный срок освоения образовательной программы при очной форме обучения – 5 лет (260 недель). В этот срок включены (кроме теоретического обучения):

- экзаменационные сессии – не менее 22 недель;
- практики – не менее 12 недель (в том числе производственная – 8 недель и преддипломная – 4 недели);
- итоговая государственная аттестация (включая подготовку и защиту выпускной квалификационной работы) – не менее 16 недель;
- каникулы (включая 8 недель последипломного отпуска) – не менее 38 недель.

Примечания.

1. При вечерней и заочной формах обучения, а также в случае сочетания различных форм обучения срок освоения

образовательной программы *увеличен вузом на один год* относительно нормативного срока, установленного ГОС.

2. В ТУСУРе подготовка студентов по специальности «Средства связи с подвижными объектами» ведется по очной форме обучения на РТФ в соответствии с учебным планом, основные параметры которого приведены в [39]. Кроме того, такое образование можно получить через филиальную сеть и ТМЦДО [39].

Максимальный объем учебной нагрузки, установленный ГОС, не более *54 часов в неделю* (включая все виды аудиторной, внеаудиторной и самостоятельной работы).

Объем аудиторных занятий при очной форме обучения в среднем за период теоретического обучения – не более *27 часов в неделю*. В этот объем не входят обязательные практические занятия по физической культуре и занятия по факультативным дисциплинам.

При очно-заочной (вечерней) форме обучения объем аудиторных занятий должен быть не менее 10 часов в неделю. При этом студенту должна быть обеспечена возможность занятий с преподавателем в объеме не менее 160 часов в год.

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

7.2. Основная образовательная программа

7.2.1. Учебный план. Рабочий учебный план (Приложение 1) составлен в ТУСУРе в соответствии с требованиями ГОС, типовым учебным планом Министерства образования РФ, с дополнительно введенными вузом дисциплинами национально-регионального компонента и факультативными дисциплинами. Последние отражают особенности в профиле подготовки специалистов для Западно-Сибирского региона РФ. В этом же компоненте учтена и специфика подготовки студентов на РТФ ТУСУРа – усиленная подготовка по схемотехническим и системотехническим аспектам современной радиоэлектроники, средств связи с подвижными объектами. *Как показал опыт РТФ ТУСУРа, выпускники с такой дополнительной подготовкой лучше адаптируются к потребностям современного рынка труда, оказываются более востребованными, благодаря расширенным навыкам системного подхода к решению любой встречающейся на практике задачи в различных сферах деятельности.*

7.2.2. Программы учебных дисциплин являются наиболее мобильными документами образовательной программы. *Срок действия рабочих программ* учебных дисциплин (составленных вузом в соответствии с требованиями ГОС и типовым учебным планом специальности) не более *5 лет*. Они постоянно обновляются в соответствии с выпуском новой учебной литературы и с комплектацией этой литературой библиотеки ТУСУРа (для специальных дисциплин, кроме отмеченного выше, – и в связи с интенсивным развитием теории и техники связи с подвижными объектами).

Действующая *рабочая программа*, как наиболее быстро изменяющийся документ, *доводится до сведения студентов перед началом изучения конкретной дисциплины.*

7.2.3. Производственная и преддипломная практики.

Цели производственной практики:

- изучение функциональной структуры телекоммуникационного предприятия, должностных инструкций обслуживающего персонала, технических характеристик оборудования, контрольно-измерительной аппаратуры и методов измерений основных параметров каналов и трактов передачи, нормативно-технической документации по проектированию и эксплуатации телекоммуникационного оборудования, технических решений по выполнению требований бесперебойного функционирования телекоммуникационного оборудования, вопросов обеспечения безопасности жизнедеятельности на предприятии;
- освоение приемов и правил обслуживания отдельных видов оборудования, порядка отыскания и устранения повреждений в оборудовании.

Производственную практику можно проходить на:

предприятиях-операторах связи, в научно-исследовательских, опытно-конструкторских организациях и на промышленных предприятиях, оснащенных современным телекоммуникационным оборудованием, измерительной и компьютерной техникой, а также в научно-исследовательских подразделениях вузов.

Цели преддипломной практики:

- ознакомление с производственной структурой и с производственной программой предприятия, перспективами и планами его развития; планами расширения номенклатуры и повышения ка-

- чества предоставляемых услуг связи, с экономическими показателями работы предприятия;
- изучение новой техники и телекоммуникационных технологий, применяемых на предприятии; мероприятий по технике безопасности и противопожарных мероприятий;
 - ознакомление с системой контроля качества предоставляемых услуг связи;
 - ознакомление с системой технической эксплуатации оборудования коммутационных станций, узлов, центров, студий, аппаратных;
 - ознакомление с системой учета стоимости предоставляемых услуг связи и расчета с абонентами;
 - проведение библиографического поиска по теме выпускной квалификационной работы с использованием отечественных и зарубежных периодических изданий, руководящих документов Минсвязи России, рекомендаций МСЭ, монографий и учебников;
 - ознакомление с типовыми решениями по поставленной в выпускной работе проблеме;
 - проведение углубленного изучения и проработки технических вопросов, связанных с темой выпускной работы;
 - приобретение дополнительных навыков по работе с телекоммуникационной аппаратурой, персональными компьютерами и контрольно-измерительной техникой.

По сути преддипломная практика всегда связана с темой будущей выпускной квалификационной работы (дипломного проекта или дипломной работы) и является начальным этапом выполнения этой работы. Руководитель преддипломной практики от предприятия обычно становится и руководителем выпускной квалификационной работы.

Место прохождения практики: предприятия-операторы связи, научно-исследовательские, опытно-конструкторские организации и промышленные предприятия и вузы, где возможно изучение материалов, связанных с темой выпускной квалификационной работы.

Аттестация по итогам каждой из практик проводится на основании оформленных в соответствии с установленными требованиями письменных отчетов и отзывов руководителей практик от предприятия.

По итогам аттестации выставляется дифференцированная оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно).

Программы практик составляются в соответствии с нормативными требованиями ГОС. Их содержание, как и содержание рабочих программ дисциплин, систематически (не реже одного раза в пять лет) обновляется, отражая изменения в особенностях функционирования базовых предприятий (мест практики) и совершенствование учебного процесса и его обеспечения в вузе.

8. ТЕКУЩАЯ И ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ СТУДЕНТОВ

8.1. Выписка из типового Положения о курсовых экзаменах и зачетах

Положение о курсовых экзаменах и зачетах [6] определяет следующие основные моменты по аттестации студентов за работу в течение семестра, учебного года.

1) **Курсовые экзамены** по всей дисциплине или ее части преследуют цель оценить работу студента за курс (семестр), полученные теоретические знания, прочность их, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их к решению практических задач.

2) **Зачеты**, как правило, служат формой проверки успешного выполнения студентами лабораторных и расчетно-графических работ, курсовых проектов (работ), усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, а также формой проверки прохождения учебной и производственной практики и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой.

В отдельных случаях зачеты могут устанавливаться как по предметам в целом, так и по отдельным их частям.

3) Студенты обязаны сдать все экзамены и зачеты в соответствии с учебными планами, а также с утвержденными программами.

4) Студенты могут сдавать (могут и не сдавать!) экзамены и зачеты по факультативным дисциплинам, практикумам и семинарам, и по их желанию результаты сдачи вносятся в ведомость, зачетную книжку и в выписку из зачетной ведомости (приложение к диплому).

5) **Курсовые экзамены** на дневных факультетах сдаются в периоды экзаменационных сессий, предусмотренных учебными планами. Деканам факультетов предоставляется право разрешать хорошо успевающим студентам досрочную сдачу экзаменов в пределах учебного года при условии выполнения ими установленных практических работ и сдачи по данным курсам зачетов без освобождения студентов от текущих занятий по другим дисциплинам.

Студенты, которым разрешен в порядке исключения в пределах общего срока обучения индивидуальный график занятий, могут сдавать зачеты и экзамены в межсессионный период в сроки, устанавливаемые деканами факультетов.

6) Студенты допускаются к экзаменационной сессии при условии сдачи всех зачетов, предусмотренных учебным планом, выполнения и сдачи установленных расчетно-графических и других работ по дисциплинам учебного плана данного семестра.

При наличии уважительных причин декану факультета предоставляется право допускать до экзаменационных сессий студентов дневного обучения, не сдавших зачеты по дисциплинам, по которым не установлены экзамены.

7) Студентам, которые не могли сдать зачеты и экзамены в установленные сроки по болезни или по другим уважительным причинам (семейные обстоятельства, длительные служебные командировки, стихийные бедствия), документально подтвержденным соответствующим учреждением, декан факультета устанавливает индивидуальные сроки сдачи экзаменов и зачетов.

8) Расписание экзаменов составляется с учетом предложений студенческих организаций, утверждается ректором высшего учебного заведения и доводится до сведения преподавателей и студентов не позднее чем за месяц до начала экзаменов.

Расписание составляется с таким расчетом, чтобы на подготовку к экзаменам по каждой дисциплине было отведено, как правило, не менее 3–4 дней.

9) При явке на экзамены и зачеты студенты обязаны иметь при себе документ, удостоверяющий личность, и зачетную книжку, которые они предъявляют экзаменатору в начале экзамена или зачета.

Примечание. Преподаватель обязан отказать студенту в приеме экзамена или зачета в случае, если студент не представил зачетную книжку или персональное разрешение деканата на прием экзамена или зачета без зачетной книжки.

10) Экзамены проводятся по билетам в устной или письменной форме. Форма проведения экзамена устанавливается советом высшего учебного заведения (филиала, факультета). При проведении экзаменов и зачетов могут быть использованы технические средства. Экзаменатору предоставляется право задавать студентам вопросы сверх билета, а так-

же, помимо теоретических вопросов, давать задачи и примеры по программе данного курса.

Примечания.

1. В ТУСУРе по части дисциплин Учебного плана введена система рейтинговой оценки успеваемости студентов. По этим дисциплинам итоговые оценки выставляются в соответствии с положением о рейтинговой системе. Это положение отражается в рабочих программах дисциплин, переведенных на рейтинговую систему оценки.
2. При несогласии с экзаменационной оценкой студент имеет право **немедленно после окончания экзамена** написать заявление декану с детальной мотивировкой причин несогласия и с просьбой назначить комиссию по повторному приему экзамена. Декан в этом случае имеет право назначить комиссию для повторного приема этого экзамена в течение суток с момента первого экзамена.

11) *Экзамены принимаются* лицами, которым разрешено в соответствии с действующими положениями чтение лекций, как правило, лекторами данного потока. Зачеты принимаются преподавателями, руководившими практическими занятиями группы или читающими лекции по данному курсу.

12) *Зачеты по практическим и лабораторным работам принимаются по мере их выполнения.* По отдельным дисциплинам зачеты могут проводиться в виде контрольных работ на практических занятиях.

Зачеты по семинарским занятиям проставляются на основе представленных рефератов (докладов) или выступлений студентов на семинарах.

По общественным наукам зачеты проводятся путем опроса студентов. Преподавателю предоставляется право поставить зачет без опроса тем студентам, которые активно участвовали в семинарских занятиях.

13) Зачеты по отдельным курсам, не имеющим экзаменов, проводятся по окончании чтения лекций до начала экзаменационной сессии.

14) *Учебная практика студентов засчитывается преподавателем* на основе отчетов, составляемых студентами в соответствии с утвержденной программой. *Зачеты по производственной практике проставляются на основе результатов защиты студентами отчетов перед специальной комиссией, выделенной кафедрой, с участием руководителя производственной практики.*

15) *Зачеты по курсовым проектам (работам) проставляются на основе результатов защиты студентами курсовых проектов (работ)*

перед специальной комиссией, выделенной кафедрой, с участием непосредственного руководителя проекта (работы).

Примечание. Несогласие студента с оценкой защиты проекта, в случае отсутствия на защите непосредственного руководителя проекта, может быть письменно обжаловано студентом. Жалоба в день защиты представляется председателю комиссии по приему проектов, а в случае его отказа – декану факультета. Как правило, такие жалобы студентов беспрекословно удовлетворяются назначением повторной защиты с участием непосредственного руководителя проекта.

16) **Во время экзамена студенты могут пользоваться учебными программами, а также, с разрешения экзаменатора, справочной литературой и другими пособиями.**

17) **Присутствие на экзаменах и зачетах посторонних лиц без разрешения ректора высшего учебного заведения, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.**

18) **Успеваемость студентов определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».** Когда отдельные разделы курса, по которым установлен один экзамен, читаются несколькими преподавателями, экзамен может проводиться с их участием, но проставляется одна оценка.

Положительные оценки заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в экзаменационной ведомости.

Неявка на экзамен отмечается в экзаменационной ведомости словами «не явился». Если эта неявка была по неуважительной причине, то деканом факультета проставляется неудовлетворительная оценка.

Примечание. Студент (самостоятельно или через старосту учебной группы) обязан известить деканат о причинах неявки на экзамен, как правило, в день экзамена, но не позднее 10-дневного срока с момента экзамена, так как в противном случае администрация вуза имеет право отчислить такого студента за систематические пропуски занятий.

19) *Результаты сдачи зачетов оцениваются отметкой «зачтено».* Зачеты с дифференцированными оценками («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») проставляются по курсовым проектам (работам), по производственной практике и по черчению.

20) *Студенты, полностью выполнившие требования учебного плана данного курса, успешно сдавшие все экзамены и зачеты, пе-*

реводятся на следующий курс распоряжением декана факультета. Студенты, получившие в весеннюю сессию не более двух неудовлетворительных оценок, могут с разрешения ректора переводиться на следующий курс с обязательством ликвидации академической задолженности в первый месяц последующего за сессией семестра. Студенты, ликвидировавшие академическую задолженность в установленный срок, считаются студентами данного курса.

21) Для ликвидации академической задолженности декан факультета в необходимых случаях устанавливает индивидуальные сроки, но не позднее первого месяца следующего за сессией семестра.

22) По представлению декана факультета приказом ректора отчисляются из высшего учебного заведения студенты, имеющие академическую задолженность:

- а) не сдавшие в сессию экзаменов по трем и более дисциплинам;
- б) не ликвидировавшие в установленные сроки академической задолженности;
- в) переведенные на следующий курс и не ликвидировавшие академическую задолженность в установленный срок (студент считается отчисленным с курса, с которого он был переведен);
- г) не выполнившие программу производственной практики или получившие неудовлетворительную оценку при защите отчета, если они имеют две неудовлетворительные оценки по курсовым экзаменам.

23) Студенты, не выполнившие программу практики, получившие отрицательный отзыв о работе или неудовлетворительную оценку при защите отчета, направляются повторно на практику в период студенческих каникул.

24) Пересдача экзамена с неудовлетворительной оценкой в период экзаменационной сессии, как правило, не допускается. В отдельных случаях при наличии уважительных причин декан факультета может разрешить студентам пересдачу в период экзаменационной сессии тому же экзаменатору одного экзамена по дисциплине, по которой получена неудовлетворительная оценка.

Пересдача неудовлетворительной оценки по одному и тому же экзамену допускается не более двух раз.

Повторная сдача экзамена с целью повышения положительной оценки разрешается ректором вуза в исключительных случаях по представлению декана факультета.

25) Повторное обучение студента на одном из курсов допускается не более двух раз за весь срок пребывания в вузе.

Решение вопроса об оставлении студента на повторное обучение в первый раз производится ректором по представлению декана при наличии уважительных причин (болезни, семейных обстоятельств, служебных командировок), подтвержденных документально.

Для рассмотрения вопроса об оставлении студента на повторное обучение второй раз ректор вуза направляет его на медицинскую комиссию. Повторное обучение во второй раз допускается только на основании заключения врачебно-консультационной комиссии.

Студенту, оставленному на повторное обучение независимо от полученных оценок за курс, по представлению декана ректор вуза может устанавливать дисциплины, по которым он должен вновь выполнить домашние, лабораторные и практические задания, прослушать курс лекций и сдать зачеты и экзамены.

Примечание. По традиции на РТФ студент, оставленный на повторное обучение, обязательно пересдает экзамены и зачеты по дисциплинам повторного изучения, если по ним студент имел удовлетворительные оценки, и (по согласованию с заместителем декана по учебной работе) ему могут быть перезачтены оценки по дисциплинам, по которым он имел хорошие и отличные оценки.

26) Ректоры высших учебных заведений, проректоры, деканы факультетов, заведующие кафедрами в процессе экзаменационной сессии изучают качество подготовки студентов и намечают мероприятия по дальнейшему улучшению учебного процесса.

Результаты экзаменов и предложения по улучшению учебного процесса после сессии выносятся на обсуждение заседаний кафедр, советов факультетов и совета высшего учебного заведения.

8.2. Особенности аттестации при переводе с одной формы обучения (или специальности) на другую

Перевод студентов с одной формы обучения на другую (или с одной специальности на другую) часто сопровождается необходимостью сдавать дополнительно экзамены и зачеты, связанной с разницей учебных планов и рабочих программ старой и новой форм обучения (или специальностей). Эти вопросы решаются в индивидуальном порядке для каждого переводимого студента деканом факультета или его заместителем по учебной работе. При этом для студента составляется индивидуальный график ликвидации возникающих при переводе долгов по учебному процессу. Этот график по сути является дополнением к рабоче-

му графику выполнения учебного плана по новой форме обучения (или новой специальности) и обязателен для исполнения на условиях типового Положения о курсовых экзаменах и зачетах.

8.3. Рейтинговая система оценки успеваемости в ТУСУРе

8.3.1. Общие положения. ТУСУР по решению ученого совета решил на рейтинговую систему (РС) оценки успеваемости студентов с 2004 года. *Положение о рейтинговой системе* [7] дополняет действующее *Положение о курсовых экзаменах и зачетах*. Положение о РС устанавливает:

- правила оценки знаний, умений и навыков студентов по результатам аттестации в семестре;
- правила построения накопленной оценки учебной деятельности студента за рассматриваемый период и за весь период обучения в вузе;
- рекомендации по согласованию традиционных оценок, полученных студентом при сдаче экзаменов или зачетов, с накопленной оценкой по результатам аттестации в семестре.

Рейтинговая система оценки успеваемости студентов имеет следующие цели:

- стимулирование лидерства в среде студентов;
- стимулирование ритмичной и систематической учебной деятельности студента в течение семестра, повышение учебной дисциплины;
- обеспечение прозрачности требований к уровню подготовки студентов;
- определение функций преподавателей по организации учебной деятельности студента в течение семестра и оценке результатов этой деятельности.

8.3.2. Определение понятий и терминов РС. *Рейтинг* – это количественная оценка учебной работы студента при освоении им дисциплин образовательной программы. *Балл* – единица измерения рейтинга. Балл является целым числом, при расчетах дробная часть всегда округляется.

Дисциплина (или ее часть), включая факультатив, – это вид учебной работы, по которому учебным планом предусмотрена форма контроля или отчетности (экзамен, зачет, защита и т.п.), в том числе: 1) учебная дисциплина, заканчивающаяся экзаменом; 2) учебная дисциплина, заканчивающаяся зачетом; 3) курсовая работа или проект; 4) практика; 5) дипломная работа или проект.

8.3.3. Виды рейтинг-контроля (аттестаций). Вводятся *четыре вида рейтинга R*, выставляемые каждому студенту:

- 1) *текущий рейтинг* по дисциплине – **R_т**;
- 2) *семестровый рейтинг* по дисциплине – **R_с**;
- 3) *нормированный семестровый рейтинг* – **R_{нс}**;
- 4) *итоговый рейтинг* студента – **R_и**.

Текущий рейтинг является накопительным, т.е. баллы, выставляемые студенту по каждому элементу контроля, суммируются и образуют текущий рейтинг по дисциплине, который фиксируется в контрольные точки. Контрольные точки – это сроки текущей аттестации студента в течение семестра (обычно их бывает две в семестре). График контрольных точек доводится до сведения студентов в начале каждого семестра.

Максимальное значение рейтинга для всех дисциплин устанавливается равным 120 баллам, при этом традиционные оценки успеваемости студентов, предусмотренные Положением о курсовых экзаменах и зачетах, не отменяются.

Для дисциплин, заканчивающихся зачетом, при количестве баллов, большем или равном 80, зачет может быть выставлен автоматически. При этом семестровый рейтинг по дисциплине равен текущему.

Баллы, полученные студентом по текущему рейтингу, могут по его просьбе конвертироваться (без сдачи экзамена или зачёта) в семестровую экзаменационную оценку с выставлением в экзаменационную (или в зачётную) ведомость и в зачётную книжку. При этом семестровый рейтинг равен текущему.

При количестве баллов 80–99 автоматически может быть поставлена оценка «хорошо», при количестве баллов 100–120 – оценка «отлично».

Оценка «удовлетворительно» автоматически по рейтингу выставляется быть не может, поэтому при текущем рейтинге ниже 80 баллов сдача экзамена (зачёта) является обязательной.

Для получения допуска к экзамену (зачёту) необходим рейтинг, больший или равный 60.

Если студент по окончании изучения дисциплины по уважительной причине не набрал 60 баллов, достаточных для допуска к экзамену или зачету, преподаватель должен выдать студенту дополнительные задания.

Если по окончании изучения дисциплины преподавателем у студента полностью приняты все требуемые рабочей программой работы, но рейтинг не достиг 60 баллов, то студент в установленном Положением

о курсовых экзаменах и зачетах порядке допускается к сдаче зачетов и экзаменов.

В случаях, требующих пересчёта традиционных оценок в рейтинговые баллы (перевод студентов из других вузов или филиалов и т.п.), устанавливается шкала соответствия (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Пересчет оценок в рейтинговый балл

Итоговая оценка	Рейтинговый балл
Зачет	80
3 (удовлетворительно)	60
4 (хорошо)	80
5 (отлично)	100

Для дисциплин, по которым в учебном плане предусмотрен дифференцированный зачет (в т.ч. для курсовых проектов и работ), начисление рейтинговых баллов аналогично дисциплинам, заканчивающимся экзаменом.

Студентам, сдающим экзамен или зачет (либо не набравшим 80 баллов, либо изъявившим желание сдать экзамен или зачет при наличии балла, достаточного для автоматического выставления оценки), с учетом текущего рейтинга R_t выставляется оценка, полученная на экзамене или зачете, и *устанавливается семестровый рейтинг R_c* согласно табл. 8.2.

Таблица 8.2

Зависимость семестрового рейтинга от набранных в семестре баллов при сдаче экзамена (зачета)

Оценка: экзамен (зачет)	Текущий рейтинг		
	60 ... 79	80 ... 99	100 ... 120
незачет	0	0	0
зачет	80	R_t	R_t
2 (неуд.)	0	0	0
3 (удовл.)	R_t	70	80
4 (хор.)	80	R_t	100
5 (отл.)	100	110	120

При получении оценки «незачет» или «2 (неудовлетворительно)» семестровый рейтинг обнуляется ($R_c=0$). В этом случае *повторная сда-*

ча экзамена или зачета допускается в соответствии с Положением о курсовых экзаменах и зачетах.

8.3.4. Семестровый рейтинг по дисциплине – это суммарное количество баллов по одной дисциплине за один семестр. Он может образовываться (накапливаться) из текущего рейтинга или выставляться в результате сдачи экзамена (защиты курсовой работы или проекта) с учетом текущего рейтинга (см. табл. 8.2, пп. 8.3.3).

8.3.5. Нормированные семестровый и итоговый рейтинги каждого студента рассчитываются деканатом в конце каждого семестра для сопоставления успеваемости студентов различных групп, курсов и специальностей.

8.3.6. Нормированный семестровый рейтинг студента – расчётная величина, равная сумме семестровых рейтингов по всем дисциплинам семестра, умноженных на объём дисциплин в часах (включая часы самостоятельной работы); причем для нормировки сумма делится на общее количество часов в семестре. Это приводит к максимальному семестровому рейтингу – 120 баллам.

8.3.7. Итоговый рейтинг студента – расчётная величина, равная сумме нормированных семестровых рейтингов по всем семестрам за все время обучения (при десяти семестрах его максимальная величина достигает 1200).

8.3.8. Условия рейтингового учета и контроля включаются в рабочие программы дисциплин или оформляются в виде дополнения к этим программам и доводятся до сведения студентов в начале каждого семестра.

8.3.9. Методика формирования текущего и семестрового рейтингов по дисциплине.

Текущий рейтинг выставляется по каждой дисциплине. Каждая дисциплина ведущим преподавателем разбивается на элементы, завершающиеся контролем. Элементами могут быть: а) занятия с плановой формой отчётности (лабораторные работы, практические занятия и др.); б) разделы (модули, блоки) дисциплины, по которым также должна быть предусмотрена отчётность в той или иной форме.

До начала преподавания дисциплины должны быть определены и документированы правила применения РС по дисциплине:

- распределение максимального рейтинга по элементам контроля;
- процедуры контроля и их распределение по неделям семестра. Количество процедур контроля должно быть минимальным и достаточным для корректной оценки качества учебной деятельности студента.

Общая трудоемкость подготовки студента по всем установленным процедурам контроля не должна превышать числа часов самостоятельной работы студента, предусмотренного рабочей программой. Перечисленные правила – рейтинговая раскладка – определяются лектором дисциплины, исходя из особенностей ее содержания, числа семестров и принятой методики преподавания, и отражаются в рабочей программе учебной дисциплины.

При своевременном представлении отчетности преподаватель выставляет студенту оценку (балл), которая прибавляется к текущему рейтингу студента.

Если студент вовремя не представил отчет по элементу контроля по неуважительной причине, его рейтинговый балл по этому элементу контроля равен 0. Это не освобождает студента от обязанности отчитываться за данный элемент контроля, но при этом его отчетность не оценивается и рейтинг не увеличивается.

При уважительных причинах непредставления студентом отчетности деканат дает студенту допуск, на основании которого отчетность должна быть принята преподавателем с соответствующим начислением рейтингового балла.

Примеры раскладок рейтинговых баллов.

1) По дисциплине, заканчивающейся экзаменом: лабораторные работы (40); индивидуальные задания (30); контрольные работы (20); собеседования (10); творческое задание (20) или др.

2) По дисциплине, заканчивающейся зачетом: лабораторные работы (40); индивидуальные задания (30); контрольные работы (20); собеседования (10) или др. Для получения «автоматического» зачета, необходимо набрать не менее 80 баллов из 120.

3) По курсовой работе: может включать баллы за проведение двух контрольных собеседований (по 10), за содержание пояснительной записки (50), оформление пояснительной записки и чертежей (10), за творческие моменты (10), за доклад (15), за ответы на вопросы при защите проекта (15) или др.

Если дисциплина преподается в нескольких семестрах, максимальный рейтинговый балл (120) устанавливается для каждой (семестровой) части дисциплины.

Обычно рейтинговая раскладка формируется исходя из 100 баллов, а 20 баллов начисляются за успехи студента за пределами требований учебного плана и рабочей программы. Например: а) сдача экзамена на отлично при текущем рейтинге, соответствующем отличной

оценке (см. табл. 8.2); б) выполнение индивидуального творческого задания, победа в олимпиаде и т.п.

В зависимости от характера дисциплины допускается начисление премиальных баллов (например, за посещение занятий), но в общем количестве не больше 20 баллов. Начисление штрафных или отрицательных баллов, а также премиальных баллов, не предусмотренных шкалой рейтинга, не допускается.

При формировании шкалы рейтинга предусматривается поощрение любой учебной активности студента. Например:

- обращение за индивидуальными консультациями;
- консультирование других студентов;
- активное участие в практических занятиях, деловых играх, семинарах, участие в НИРС по тематике изучаемой дисциплины;
- активная работа с учебно-методическим материалом и др. Выставление студенту максимального рейтинга по дисциплине предполагает, что дисциплина (или ее часть) усвоена в полной мере, причем студент продемонстрировал глубокое понимание предмета и творческий подход. Преподавателям рекомендуется воздерживаться от оценок, близких к максимальному баллу.

Лектор дисциплины несет ответственность

- за своевременное отражение правил применения РС в рабочей программе учебной дисциплины;
- за доведение правил применения РС до сведения студентов;
- за проведение процедур контроля учебной деятельности студентов в соответствии с рабочей программой дисциплины по срокам и объему материала;
- за оценку всех студентов потока по пройденным ими процедурам контроля;
- за заполнение и представление ведомостей текущей успеваемости по контрольным точкам (КТ1 и КТ2), зачетных и экзаменационных ведомостей с указанием рейтинговых баллов в деканат.

Заведующий кафедрой уполномочен осуществлять контроль за применением РС по дисциплинам, обеспечиваемым его кафедрой.

Декан факультета несет ответственность за формирование и документирование суммарного рейтинга студента по всем дисциплинам учебного плана: по итогам контрольных точек; по итогам семестра; за пройденные семестры с начала обучения.

8.3.10. Применения РС и использование рейтинга.

Понятие допуска студента к сессии модифицируется, и вводится допуск к экзамену по конкретной дисциплине на основании величины текущего рейтинга.

В начале семестра лектор доводит до сведения студентов правила применения РС по дисциплине.

В ходе семестра лектор дисциплины при помощи ассистентов проводит процедуры контроля учебной деятельности студентов согласно рабочей программе дисциплины, определяет рейтинговые баллы студентов и соответствующие им традиционные оценки успеваемости (табл. 8.2).

При отсутствии рейтинга или при несогласии студента с оценкой, выставленной ему по рейтингу, студенту предоставляется право сдачи экзамена. К экзамену студент допускается при условии выполнения и успешной защиты лабораторных работ и курсового проекта (работы), если они предусмотрены рабочей программой данной дисциплины. Как правило, экзамен проводится в письменной форме продолжительностью не более 3–4 часов.

Если студент к окончанию изучения дисциплины по уважительной причине не набрал рейтинга, достаточного для допуска к экзамену или простановки зачета, ему по его просьбе могут быть выданы дополнительные индивидуальные задания.

Студент, не получивший зачета, или не допущенный к экзамену ($R_T < 60$), или не защитивший курсовой работы, или получивший оценку неудовлетворительно, по окончании экзаменационной сессии считается неуспевающим (неаттестованным, непрошедшим испытания) по данной дисциплине. Накопленный им текущий рейтинг по дисциплине (R_T) аннулируется.

На контрольных неделях и в конце семестра лектор заполняет ведомости успеваемости, проставляя в них традиционные оценки и, в скобках, – рейтинговые баллы студентов. В ведомости лектор указывает также максимальный рейтинг за отражаемый период обучения.

Заполненные ведомости лектор передает в деканат соответствующего факультета.

Декан факультета или, по его указанию, работник деканата формирует сводные ведомости успеваемости по академическим группам, в которых должен быть приведен суммарный рейтинг каждого студента за отражаемый период.

Декан факультета совместно с заместителями декана и заведующими выпускающими кафедрами анализирует результаты РС, принимая при необходимости корректирующие и предупреждающие меры. Результаты анализа текущей успеваемости (по КТ) декан отражает в своих распоряжениях, а по итогам семестра – в протоколах Ученого совета факультета.

Декан факультета доводит результаты РС до сведения студентов и, если он сочтет это целесообразным, до сведения других заинтересованных сторон.

Нормированные семестровые и итоговые рейтинги студентов используются:

- для конкурсного зачисления на стипендию;
- для установления надбавок к стипендии;
- для направления на учёбу за рубежом;
- при распределении на работу по окончании университета, а также для других видов поощрений в соответствии с отдельными положениями (в масштабах кафедр, факультетов и университета).

9. БЮДЖЕТ ВРЕМЕНИ СТУДЕНТА. ОСОБЕННОСТИ ПАМЯТИ И ГИГИЕНА УМСТВЕННОГО ТРУДА

9.1. Бюджет времени студента

Работа в университете по расписанию аудиторных занятий (в среднем около 27 часов в неделю) занимает примерно половину учебного времени, которым располагает студент [5]. Вторая половина времени отводится для самостоятельной работы. В зависимости от индивидуальных особенностей каждого студента для выполнения всего планового объема самостоятельной работы необходимо самостоятельно заниматься 4–5 часов ежедневно.

9.2. Особенности памяти в студенческом возрасте. Гигиена умственного труда

Учеба в вузе – достаточно тяжелый и систематический умственный труд. Успехи в учебе зависят от учета студентом особенностей его памяти. Весь распорядок жизни студента должен быть подчинен четкому ритму. Суточному ритму подчинены функции дыхания, кровообращения, нервной системы, желез внутренней секреции, время сна и бодрствования. В начале дня усиливается деятельность сердечно-сосудистой, мышечной и нервной систем. Как показывают исследования, работоспособность человека максимальна с 9 ч 30 мин до 12 ч 00 мин и с 16 ч 30 мин до 20 ч 00 мин. В эти промежутки времени следует заниматься наиболее трудными предметами и видами работы. При этом трудными видами работы бывают разные виды работ (в зависимости от индивидуальных особенностей каждого студента) [1].

Умственный труд требует умения сосредоточить внимание. Различают два вида внимания: *непроизвольное и произвольное.* Непроизвольное внимание возникает, когда предмет изучения сам по себе занимательный, когда работающий проявляет к нему интерес. *Произвольное внимание* основано на умении человека заставить себя заниматься тем, чем требуется. *Очень важно выработать у себя произвольное внимание:* человек, управляющий своим вниманием, всегда сумеет создать

работоспособное настроение и заставить себя приняться за нужный вид умственного труда.

Вначале приходится затрачивать время на то, чтобы сосредоточиться, втянуться в работу. Это время нужно свести к минимуму, приучаясь начинать занятия немедленно, как только сел за стол, не дожидаясь какого-то вдохновения.

На человека постоянно обрушивается лавина всякой информации: разговор, шум, музыка, собственные мысли, воспоминания. Поэтому *нужно заставить собственную психику воспринимать ту информацию, которая в данный момент нужна для занятий. Чтобы внимание было устойчивым и сосредоточенным, предмет его должен вызывать интерес.* Наличие произвольного внимания свидетельствует о том, что данный человек является волевой личностью. Развить у себя *произвольное внимание* – значит создать необходимые предпосылки для производительного умственного труда.

Для процесса усвоения *важна память*, которую образно называют «сестрой» внимания. Память является сложной психической функцией, в которой принято различать способность запоминать новое, а также сохранять и воспроизводить накопленные в прошлом знания и опыт [1].

Память человека индивидуальна и зависит от многих условий. Некоторые люди легко запоминают конкретные факты и события, лица, фамилии, адреса и т. д. Такая «механическая» конкретная память играет важную роль в изучении иностранных языков, в заучивании стихотворений, запоминании хронологических дат, формул и т. д. Этим людям можно отнести к категории лиц, у которых преобладают конкретно-образные восприятия. Другие люди лучше запоминают внутреннюю связь явлений и событий, их последовательность и логическое развитие, доводы и доказательства. У таких людей превалирует *абстрактно-логическая память.* В процессе обучения оба вида памяти должны развиваться и совершенствоваться.

В *молодом возрасте память*, особенно конкретная, наиболее яркая и острая. К 20–25 годам она достигает своего высшего развития. Приобретенные в этом возрасте знания отличаются большой прочностью. Справедливо известное изречение: «Учение в молодости – резьба на камне; в старости – чертеж на песке».

Считают, что *из суммы всех знаний*, приобретаемых человеком на протяжении его жизни, 70% *приобретается в возрасте до 25 лет.* Это относится только к лицам с конкретно-образной памятью. *Память логическая, являющаяся высшей формой и главной опорой нашего позна-*

ния, не лимитируется возрастом. Следовательно, молодые годы следует максимально использовать для накопления и закрепления знаний, для развития логической памяти, поскольку учиться человеку приходится всю жизнь.

В зависимости от органа чувств, восприятие через который облегчает запоминание, различают три типа памяти: зрительную, слуховую и моторную. В чистом виде один тип памяти встречается редко. Обычно у людей имеется смешанный тип памяти с некоторым преобладанием одного из основных типов.

При умственной работе следует учитывать индивидуальные особенности своей памяти и максимально их использовать. Если предмет лучше усваивается при чтении только глазами, если при этом хорошо запоминается порядок распределения материала в книге или конспекте (на левой или правой стороне, сверху или снизу), можно считать, что преобладает зрительный тип памяти. При преимущественно зрительной памяти нужно стараться читать самому, молча, пользоваться схемами, таблицами. Читая, необходимо широко использовать подчеркивания, расстановку выработанных вами условных значков, желательно разноцветными карандашами. К этим приемам можно прибегать, если вы пользуетесь собственной книгой или конспектом. Авторы неоднократно отмечали в своей практике случаи феноменальной зрительной памяти. Нередко встречаются студенты, способные, не задумываясь, «глядя в потолок», воспроизвести по несколько страниц текста со сложнейшими математическими преобразованиями и формулами.

Если предмет лучше запоминается при чтении вслух товарищем или при прослушивании лекций, то у вас преобладает слуховая память. При преимущественно слуховом типе памяти рекомендуется чаще слушать чтение других, посещать лекции, самому читать вслух. Прочитанное важно рассказать вслух или выслушать рассказ товарища. Для таких лиц особенно важна тишина, так как каждый звук воспринимается обостренно, вызывая раздражение.

Примером феноменальной слуховой памяти может служить В.А. Моцарт. В 14-летнем возрасте он попал в Рим, где в соборе святого Петра услышал крупное произведение церковной музыки. Ноты этого произведения составляли тайну папского двора и хранились в величайшем секрете. Моцарт «похитил» этот секрет: придя домой, он на память записал это музыкальное произведение. Спустя много лет удалось сопоставить запись Моцарта с подлинником нот. Оказалось, что в этих записях не было ни одной ошибки.

При моторном (двигательном) типе памяти прочитанное запоминается лучше, если процесс запоминания сопровождается какими-либо движениями. При этом полезно делать при чтении пометки, выписки, сопровождать чтение и повторение мимическими движениями, жестами, а если условия позволяют, то и ходить во время заучивания по комнате. Студентам, у которых развит преимущественно моторный тип памяти, особенно полезно конспектирование.

Если студент жалуется на «плохую память», в большинстве случаев это объясняется несерьезным отношением к изучаемому предмету или отсутствием интереса к нему. В запоминании значительную роль играют эмоциональные моменты. Прочитанное усваивается легче при заинтересованности в работе и увлечении изучаемым вопросом, нежели при пассивном чтении или при отношении к работе как к скучной обязанности.

Ресурсы памяти человека чрезвычайно велики: человек в среднем использует лишь 4% общего количества нервных клеток, 96% остаются в резерве. Если бы человек мог более полно использовать резерв, то это позволило бы ему овладеть несколькими иностранными языками, усвоить программу нескольких вузов и запомнить содержание всех 10000 статей Большой Советской Энциклопедии. Память поддается развитию. Пожелайте понять, усвоить, запомнить, и вы это сделаете [1]!

Без периодического повторения или применения изученного материала в практической работе информация постепенно забывается (кривая 1 на рис. 9.1, где H_0 – объем информации, необходимой для отличного ответа на экзамене) [1]. Предотвратить забывание (кривая 2) можно периодическим повторением материала.

Интервал между повторениями (t_1, t_2, t_3, \dots) не должен быть большим, иначе это потребует значительных усилий и затрат времени для восстановления информации. Вот почему необходимо (хотя бы бегло) регулярно просматривать конспекты и учебники, вы-

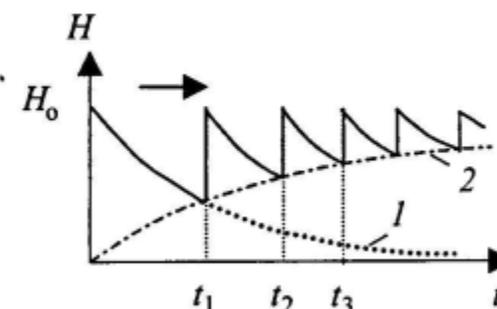


Рис. 9.1. Кривые забывания (1) и накопления (2) информации в зависимости от времени

полнять домашние задания, тщательно готовить и проводить лабораторные исследования.

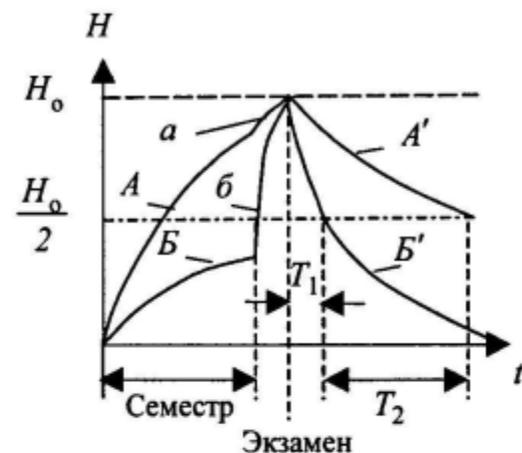


Рис. 9.2. Накопление и забывание информации при систематической (A, a и A') и несистематической (B, б и B') работе студента над материалом в зависимости от времени

чтобы добиться отличных результатов на экзамене, во время сессии нерадивому студенту потребуется приложить много усилий (кривая б). Однако дело не только в этом. Процесс забывания информации у первого студента будет происходить плавно (кривая A'), а у второго студента — очень быстро (кривая B'). При этом «период полураспада» информации (когда забывается половина материала) в сознании второго студента (T_1) оказывается соизмеримым с периодом «аврала», тогда как период полураспада информации в сознании первого студента (T_2) будет достаточно велик. Этот график наглядно показывает, что реализация принципа прочности знаний состоит в систематической работе в течение всего семестра. Напряженная работа студентов только в период экзаменационной сессии позволяет достичь кратковременного эффекта и едва ли отвечает намерениям студентов получить прочные знания за время обучения в вузе [1].

Памяти человека свойственно ретроактивное торможение — отрицательное влияние последующего заучивания на предыдущее. Поэтому при переходе к новым занятиям необходимы перерывы в работе, которые снижают ретроактивное торможение до «безопасного уровня». Интервал 10–15 мин, не заполненный никакой деятельностью, считается достаточным. При этом лучше всего чередовать занятия так, чтобы ма-

На рис. 9.2 показаны зависимости накопления и забывания информации от систематичности работы в течение семестра. При систематической отработке информации в ходе семестра уровень ее накопления к концу семестра будет большой (кривая A) и для получения отличной оценки студенту потребуется немного времени и усилий во время сессии (кривая a). Если студент не отработывал материал в ходе семестра, то уровень накопления информации к концу семестра будет невелик (кривая B). В этом случае,

териал последующих занятий был бы наименее сходен с тем, над которым только что закончена работа.

Гигиена умственного труда способствует повышению его эффективности и сохранению здоровья.

Надо научиться чередовать труд с разумным отдыхом. В результате чрезмерного умственного труда нервные клетки головного мозга переутомляются и человек начинает испытывать апатию, плохое настроение, нередко возникают головные боли. Необходим отдых. Перерывы в умственной работе не обязательно должны быть длительными. Их рекомендуется делать, как правило, частыми и короткими (по 5–10 мин после каждого часа работы). Важно правильно и полноценно использовать это время отдыха.

Основоположник русской физиологии И.М. Сеченов доказал, что наилучшей формой отдыха является активный отдых (переключение на другой вид деятельности). Успешнее всего снимает утомление перерыв, сопровождающийся физическими упражнениями.

Во время перерыва следует выйти из комнаты, в которой вы занимались, и проветрить ее. Легкая трехминутная разминка может состоять из нескольких глубоких вдохов и выдохов с пригибанием вперед поясницы, нескольких приседаний или других упражнений, в которых участвуют мышцы нижних конечностей, и, наконец, трех-четырех упражнений с поворотами туловища и шеи. При этом старайтесь не думать о той работе, которой вы только что занимались, и не разговаривать о ней с окружающими. Не следует во время перерыва заниматься другой напряженной умственной работой (играть в шахматы, решать сложную математическую задачу и т. д.). Легкая беседа, шутки, веселье, смех — лучшая форма кратковременного отдыха. Отдыхом является и переключение на другие интересы [1].

После 3–4 часов занятий необходим более длительный отдых (в течение 30–40 мин). Если погода позволяет, полезно прогуляться на свежем воздухе, сделать несколько физических упражнений.

Научитесь не поддаваться преждевременному утомлению. У здорового человека оно означает, скорее всего, проявление лени или слабой воли. Если дневная нагрузка была очень интенсивной и впереди предстоит работа, целесообразно делать «сонную паузу» на 25–30 мин. Такой сон освежает, после него появляется чувство бодрости. Длительный сон в середине дня приводит к обратным результатам: расслабляет организм и снижает работоспособность.

Не следует засиживаться допоздна. Ночной сон должен быть регулярным и продолжительным (7–8 часов в сутки). Если вы ложитесь и поднимаетесь постоянно в определенный час, у вас вырабатывается условный рефлекс именно на данное время. Интенсивную умственную работу следует прекращать за час до сна (в особенности это касается работы на компьютере). Перед сном желательна получасовая прогулка на свежем воздухе. *Не следует часы сна рассматривать как резерв времени, который можно часто и безнаказанно использовать для других целей.* Нередко студенты решают: «Не посплю, но зато сделаю». Систематическое недосыпание приводит к хроническому утомлению и ослаблению умственной работоспособности. Лучше пораньше встать утром, чем работать ночами. Помните пословицу – «утро вечера мудренее». Ложиться спать надо не позднее 24 часов, обязательно в хорошо проветренном помещении. Не ешьте плотно на ночь. Это вредно. Не есть весь день в вузе, а, придя поздно домой, наедаться «до отвала» и «заваливаться спать» – верный способ нажать себе гипертонию, язву желудка, потерять здоровье и работоспособность. Старайтесь в обеденный перерыв организовать горячее питание. Отдых и сон тесно связаны с режимами питания и жизни вообще, с правильным понятием о пассивном и активном отдыхе в быту [1].

Каждый студент, желающий сохранить здоровье и работоспособность, должен отводить время на подвижные виды занятий (работой, физкультурой, спортом). Если человек, занимающийся умственным трудом, периодически выполняет физическую работу или занимается спортом, его умственная работоспособность, как правило, отличается высокой производительностью.

При постоянной сидячей работе в закрытых помещениях ослабевают мышечный тонус, развивается вялость кишечной деятельности, нарушается кровообращение. Сидячая работа ослабляет мышцы, развивает сутулость. Грудная клетка сдавливается, сердце отвыкает от энергичной работы и слабеет, ухудшается обмен веществ, откладывается лишний жир. Еще Аристотель утверждал, что ничто так не истощает и не разрушает человека, как продолжительное физическое бездействие. Выходной день, как правило, не должен быть полностью использован для учебы. Не нужно без необходимости оставлять на выходной день какую-то часть обычной работы, неоконченной из-за недостаточной организованности и собранности на протяжении рабочей недели [1].

Очень хорошая форма отдыха в воскресенье – посещение театра, концертов, дискотек, кафе, клубов и т.п. Однако пользоваться таким

отдыхом следует в разумных пределах. Если в выходной день побывать на концерте, на двух киносеансах, часа три танцевать в душном помещении, то такой «отдых» уменьшит продуктивность учебной работы на следующей неделе.

Следите за освещенностью рабочего места. Свет должен быть не слишком ярким (слишком яркий свет портит зрение). *Источник света должен находиться с левой стороны, а свет – падать сверху.* Освещение оказывает значительное влияние на продуктивность умственного труда. Пренебрежение этими требованиями приводит к быстрой усталости глаз. Человек начинает испытывать общее утомление, не осознавая его причину. *Обычно это утомление приписывают другим факторам и мер никаких не принимают. Не читайте лежа. Это плохо отражается на зрении и не способствует сосредоточению внимания.*

Сидеть за рабочим столом нужно прямо, близко к столу, но не опираясь грудью о его край и не сгибая спины. Лучше всего опираться на локти.

Огромный вред результативности умственной работы приносит частое употребление алкоголя [1], практически непоправимый – употребление наркотиков.

10. ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ

10.1. Основы организации аудиторной и самостоятельной работы

В ТУСУРе, как и во всех высших учебных заведениях России [5, 6], учебный год при очной форме обучения разбит на два семестра [39]. Длительность осеннего семестра – 21 неделя (обычно с начала учебного года, с сентября по январь, далее – 2 недели зимние каникулы). Длительность весеннего семестра (обычно со середины февраля по июнь включительно) – 20 недель. Между весенним и осенним семестрами студенты проходят практику и отдыхают (4–8 недель ежегодные летние каникулы). Для студентов, обучающихся по специальности 201200 «Средства связи с подвижными объектами» таких семестров восемь.

В конце семестра студенты сдают зачеты (по четырем – шести дисциплинам учебного плана, которые изучаются в данном семестре) и экзамены (по трем – пяти дисциплинам).

На пятом курсе осенний семестр укорочен до 17 недель, а весенний, посвященный преддипломной практике, дипломному проектированию и защите выпускной квалификационной работы (дипломного проекта или дипломной работы), увеличен до 24 недель.

Для других форм обучения разбивка учебных лет на семестры производится с учетом особенностей соответствующих учебных планов [39].

Учебный процесс в высшей школе складывается из различных видов и форм учебной работы, включая самостоятельную работу студентов. Одной из основных форм учебного процесса являются лекции, которые занимают примерно половину всего аудиторного ресурса времени. Лекции по два академических часа (*академический час – 45 мин*) читаются ведущими специалистами вуза (профессорами, доцентами, старшими преподавателями). *На протяжении одного – трех семестров* студенты могут прослушать в течение недели от одной до трех лекций по каждой дисциплине. Эта форма обучения требует осознанного и заинтересованного отношения к ней студентов, так как в несколько раз (по техническим дисциплинам, как показывают многочисленные

тестирования авторов, не менее чем в 4–5 раз) *сокращает время на изучение дисциплины*.

Другая форма учебного процесса – практические занятия. Под практическими занятиями на младших курсах имеются в виду упражнения (например, по высшей математике и другим дисциплинам). К ним же относятся занятия по инженерной графике и иностранным языкам. Однако с повышением курса обучения практические занятия постепенно усложняются. Так, по дисциплине «Основы схмотехники» на третьем курсе они превращаются в одну перманентно развиваемую задачу, исходными данными для каждого последующего шага которой являются результаты работы с учебной, технической и справочной литературой, результаты моделирования на ЭВМ, принятия технических решений, расчетов на предыдущих шагах решения задачи. Такие практические занятия требуют большей самостоятельности, ответственности в принятии решений и по сути приближаются по смыслу и содержанию к творческой деятельности по проектированию любых технических устройств и систем.

Специфической формой практических занятий являются семинары, проводимые по дисциплинам общественно-политического цикла, лабораторные работы, а также занятия-консультации по курсовому проектированию.

10.2. Лекция – основная форма учебного процесса

В средневековых университетах лекция (от лат. *lectia* – чтение) была единственной формой передачи знаний слушателям, так как книги были редкостью [1]. Лектор с кафедры (от греч. *kathedra* – стул, кресло с которого древние философы произносили речи, затем – возвышение для преподавателя) просто читал готовый текст. Отсюда пошел термин «читать лекцию». *В настоящее время лекция в вузовском преподавании занимает ведущее место как один из самых эффективных способов ускорения освоения новых знаний* [1]. На лекции отводится до 50% времени аудиторной работы студентов. Причина такого веса лекций в балансе времени аудиторной работы студентов, во-первых, кроется в том, что при слушании и конспектировании лекции работают все три механизма памяти слушателя: слуховая память, моторная память и зрительная память. Взаимно дополняясь и обогащаясь, эти механизмы в несколько раз ускоряют и упрочняют освоения нового материала. Во-вторых, лектором обычно бывает весьма квалифицированный педагог

(профессор, доцент или старший преподаватель), в совершенстве владеющий излагаемым материалом, знающий особенности излагаемого материала и трудности его освоения, связанные с уровнем подготовки слушателей. Ни один даже великолепно написанный учебник не может сравниться по эффективности передачи знаний с лекцией, так как не имеет той обратной связи с читателем, «не видит» его индивидуальной реакции на излагаемый материал и не адаптирует изложение материала под реакцию читателя. Лекцию можно сравнить с хорошим спектаклем в театре, который не может быть заменен адекватно по эффективности восприятия простым чтением пьесы [1].

Слушание лекции – активный процесс, требующий концентрации сил, воли, напряжения ума и значительных затрат энергии. Невнимательное прослушивание лекции приводит к потере логики восприятия излагаемого материала, к схватыванию отдельных несвязанных фрагментов, к непониманию сути излагаемого материала. А это резко снижает эффективность освоения новых знаний с помощью лекции.

Исключительно важно вести конспект лекции. Во-первых, конспектирование «включает» все три механизма памяти (слуховую, зрительную и один из самых эффективных в молодости механизмов памяти – моторную память). Во-вторых, конспектирование концентрирует внимание не только на содержании излагаемого материала, но и на его анализе, собственной умственной переработке (известно, что можно не очень внимательно читать, но нельзя невнимательно писать). Простое прослушивание лекции приводит к более быстрому уставанию и отвлечению внимания, чем прослушивание с одновременным конспектированием.

Конспектирование лекций требует определенных навыков, которые вырабатываются у студентов постепенно. На первых порах студенты обычно стремятся превратиться в стенографистов, пытаясь дословно записать излагаемый лектором материал. Однако вскоре они на собственном опыте убеждаются в бесперспективности такого конспектирования. Просто невозможно все успеть записать, тем более записать помогающие восприятию вариации темпа, громкости и тембра изложения отдельных фрагментов, жестикуляцию и краткие (порой неполные) графические иллюстрации лектора. Приходится пропускать материал «через себя» и в форме, понятной автору конспекта, давать краткое изложение прослушанного материала, отражая в конспекте главное со-

держание, которое затем поможет в самостоятельной работе над материалом лекции. Обычно на младших курсах лекторы, понимая трудности студентов, прибегают к замедлению темпа изложения главного содержания, к повторениям ключевых фраз для восприятия и конспектирования излагаемого материала.

Существенное значение имеет и качество оформления конспекта. Для последующей работы с конспектом (в том числе и при подготовке к зачетам, экзаменам) в нем следует оставлять достаточно широкие поля (до трети страницы). На этих полях в дальнейшем можно будет делать пометки и дополнения (в том числе и из учебников), углубляющие и дополняющие конспект. Следует уделять серьезное внимание качеству записей (размеру букв и символов, понятности принимаемых условных обозначений и аббревиатур), использовать цветные пасты или карандаши для рисунков для выделения основных формул. *Особое внимание следует* обращать (и выделять подчеркиванием или цветом) *на рубрикации текста, выделение заголовков, целей и задач разделов* (обычно излагаемых в начале раздела) *и на выводы* (или обсуждения результатов раздела), *связанные с целью*. Таким конспектом будет удобно и продуктивно пользоваться при самостоятельной работе над материалом лекции.

При конспектировании нужно помнить, что конспект лекции – это только начало работы над курсом. К сожалению, некоторые студенты добросовестно записывают лекции, но не заглядывают в них до начала сессии. Это большая ошибка. К записям нужно обращаться не один раз. Первый просмотр записей желательно сделать в тот же день, когда все свежо в памяти. Нужно прочесть запись лекции, заполнить пропуски, расшифровать и уточнить сокращения и т.д.

Изучить дисциплину только по конспектам невозможно. В них обычно отражается минимум основных знаний, освоение которого в лучшем случае приведет к удовлетворительной оценке на экзамене. Следует иметь в виду, что не все вопросы, включенные в рабочие программы дисциплины, могут быть изложены на лекциях. Часть из них обычно выносятся на самостоятельную проработку. Кроме необходимого минимума, опытный лектор дает и направление по более глубокому самостоятельному изучению материала, которое в конспекте внимательного студента может быть отражено лишь краткими ремарками. Хорошо усвоить новый материал можно лишь при систематической работе с учебником, книгой. Поэтому после того, как лектор закончит излагать какой-либо раздел, следует

проработать его по конспекту и учебнику. При этом *все дополнительные сведения и уточнения из учебника нужно занести в соответствующие места на полях конспекта* [1]. Такой конспект окажется весьма полезным при подготовке к экзамену. Его автор имеет высокую вероятность получить повышенную оценку на экзамене.

10.3. Лабораторные и практические занятия как форма творческого самообразования

Практические занятия проводятся по большинству дисциплин. Если лекции являются одной из основных форм ускоренного освоения новых теоретических знаний, то практические занятия призваны закрепить полученные теоретические знания и научиться использовать их в практической деятельности. Лекции и учебники играют роль насоса, накачивающего новые знания в голову студента. Эти знания могут остаться пустым грузом (они вытеснятся при открытии клапана для накачки других новых знаний), если не закрепятся автоматическими клапанами практического применения и подкачки. Можно великолепно овладеть теорией езды на велосипеде (или управления автомобилем), но без закрепления этих знаний на практике через некоторое время обнаружится, что эти знания помаленьку улетучились. Однако, если эти знания закреплены на практике на уровне рефлексивного применения, они останутся в памяти на всю жизнь. Если, например, человек в детстве научился ездить на велосипеде и после этого на него не садился, то и в весьма почтенном возрасте эти навыки у него сохраняются. Знания любой дисциплины в инженерной деятельности требуются применять на практике в совокупности со знаниями ряда порой разнородных дисциплин, в сочетании с разнообразными исходными условиями, для достижения разнообразных целей. Такой уровень знаний (уровень трансформации) позволяет мобильно их использовать в любой совокупности целевых задач, технических ограничений и условий их применения. Практические занятия призваны помочь овладеть методами решения практических задач, развить рефлекс и получить навыки самостоятельного применения теории для решения практических задач.

Если вы не научились применять полученные на лекции теоретические знания для решения практических задач, они не принесут желаемых плодов.

Простейший пример. Кто не знает, как с помощью закона Ома рассчитать сопротивление резистора при известном токе и напряжении?

Однако даже эта элементарная задача в практической деятельности инженера «обрастает» рядом ограничений и особенностей, связанных с конкретными условиями применения, которые необходимо научиться решать почти на рефлексивном уровне. Во-первых, существуют стандартные ряды номиналов сопротивлений с разными допусками на точность практической реализации резисторов. Нужно освоить на практике выбор целесообразного допуска на номинал резистора и умение использовать стандартные ряды для выбора номинала. Этот допуск определяется допусками на требуемые характеристики устройства, в котором резистор будет применен. Во-вторых, существует множество типов резисторов с разнообразными конструктивными особенностями и условиями их применения. Нужно выбрать тип резистора в соответствии с условиями решаемой задачи по проектированию устройства. В-третьих, даже резисторы одного типа выпускаются промышленностью на разные мощности. Нужно выбрать допустимую мощность рассеяния резистора. И так далее и тому подобное. Все это приводит (*при безусловном знании закона Ома*) к необходимости приобретения навыков работы со справочной литературой, с приобретением навыков сопоставления требований задания по общим характеристикам устройства (в том числе по технологии реализации в виде печатной платы или в виде микросхемы, по частотному диапазону и др.) со справочными характеристиками элементной базы.

Изложенное выше показывает, что для достижения высокой эффективности практических занятий необходимо изучить теорию по теме практического занятия (по конспектам и книгам). Для неподготовленного студента часы практических занятий принесут мало пользы, так как он вынужден будет работать без усвоенной исходной теоретической информации. В приведенном выше примере студент, не знающий закона Ома, не умеющий рассчитать сопротивление и мощность резистора, даже не приблизится к достижению цели практического занятия, так как расчеты для него будут чисто формальными, не имеющими никакой логической связи.

При решении задачи нужно *усвоить метод решения подобных задач и получить правильный числовой ответ*. Здесь одинаково важными становятся и правильность метода решения, и правильность используемых расчетных соотношений, и правильность вычислений, и правильность выбора элементной базы. Любая ошибка приведет к не работоспособности проектируемого устройства.

На каждом этапе решения практической задачи нужно проверять правильность своих действий, оценивать полученные результаты. Можно, например, проверять размерность входящих в задачу величин, порядок полученного результата и соответствие его здравому смыслу, соблюдение основных законов электротехники – Ома, Кирхгофа и др. Нужно вырабатывать в себе постоянную привычку контролировать и критически оценивать получаемые результаты. *Не понимая хода решения, пытаясь все свести к формальным вычислениям, к копированию результатов подобных расчетов других исполнителей, вы затратите впустую массу времени, не придете к нужному результату, не будете в дальнейшем способны решать подобные задачи при проектировании или эксплуатации других устройств.*

Лабораторные занятия служат связывающим звеном между теорией и практикой. Они позволяют углублять и закреплять теоретические знания, получаемые студентами на лекциях и из книг, проверять научно-теоретические положения экспериментальным путем, знакомиться с оборудованием и приборами, изучать на практике методы научных исследований. Экспериментальная проверка теоретических положений дает студентам возможность воочию ощутить неразрывную связь теории с практикой, вселяет в них уверенность в собственных силах, приучает критически подходить к формуле и эксперименту [1].

Обычно лабораторные работы выполняются бригадами из двух-трех человек. При этом активные студенты берут на себя инициативу, проводят сборку схем, ведут наблюдения, а пассивные – ограничиваются ролью «секретаря», записывая полученные результаты. Такие студенты получают мало пользы от лабораторных занятий. Поэтому настойчиво советуется каждому студенту приложить все усилия, чтобы мобилизовать себя на активное участие в каждой работе и извлечение из нее всего ценного, что она может дать [1]. Одно из основных условий для этого – предварительная подготовка к работе: ознакомление с теорией и содержанием работы по методическим указаниям, выполнение домашних расчетных заданий. *До начала лабораторной работы рекомендуется заготовить бланки отчета по предстоящей работе с формами таблиц для записей наблюдений и рисунков для обработанных экспериментальных результатов.* Это существенно ускорит оформление отчета и сделает более осмысленным проведение исследований.

В процессе работы *проводите эксперимент сознательно*, т.е. представьте, как должно протекать исследуемое явление и правильно ли оно наблюдается; оцените необходимую точность измерения, возможные

источники погрешности и меры уменьшения их влияний. Стремитесь при проведении эксперимента закончить решение задач и построение графиков непосредственно в лаборатории, чтобы быть уверенным в правильности проведения опытов. Помните, что при хорошей подготовке к работе отчет можно выполнить непосредственно в часы лабораторной работы. Это дает большую экономию времени. Не откладывайте составление отчета по лабораторной работе на длительный срок. Если же вы по какой-то причине не успели закончить составление отчета в лаборатории, закончите его в тот же день после занятий, пока весь ход эксперимента вы хорошо помните.

Анализ результатов и выводы по проделанной работе – наиболее трудная часть отчета для многих студентов. Причины этого кроются и в неумении, и в недостаточно ясном представлении изучаемого явления, в отсутствии должного внимания, заинтересованности к работе, в некритичном подходе к получаемым результатам (т.е. в неподготовленности к работе, в лени мышления) [1].

Составляя выводы по работе, помните, что они не должны представлять собой только констатацию проведенного эксперимента. Необходимо сделать анализ проведенной работы с позиций поставленной цели работы – указать, какие закономерности она подтвердила или выявила, с какой точностью, что было причиной погрешностей, если имели место отклонения от теоретических соотношений.

Если работа имеет целью исследование влияния параметров схемы на характеристики устройства, то вывод по исследованию влияния параметра на характеристики должен иметь структуру, привязанную к цели работы: изменение параметра → изменение характеристик → физическое объяснение полученных экспериментальных результатов → сопоставление с результатами расчета → объяснение причин расхождения расчетных и экспериментальных значений характеристик.

Пример. Пусть целью работы было исследование влияния параметров элементов схемы резисторного каскада на его характеристики. Одним из пунктов работы было исследование емкости разделительного конденсатора на характеристики каскада. Методика экспериментального исследования предполагала измерение амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) каскада при трех различных номиналах емкости разделительного конденсатора. Результаты исследований представлены в отчете в виде расчетных значений нижних граничных частот при коэф-

фициентах частотных искажений 3 дБ ((1.5), табл. 1.2 и рис. 1.4). Вывод по этому пункту работы может быть представлен в следующем виде.

Увеличение емкости разделительного конденсатора ведет к понижению нижней граничной частоты резисторного каскада (табл. 1.2, рис. 1.4). Это объясняется уменьшением сопротивления конденсатора с увеличением его емкости и соответствующим увеличением модуля коэффициента передачи разделительной цепи. Экспериментальные значения нижних граничных частот (рис. 1.4) отличаются от расчетных значений (1.5) не более чем на 20%. Такое расхождение расчетных и экспериментальных значений укладывается в допуски, обусловленные погрешностями задания номиналов емкостей стандартных конденсаторов ($\pm 20\%$), использованных в макете схемы, и погрешностями задания номиналов сопротивлений стандартных резисторов ($\pm 10\%$), значения которых определяют нижние граничные частоты каскада при различных емкостях разделительных конденсаторов (1.5).

Большой вред приносит бездумное списывание отчетов по лабораторной работе, к которому прибегают недобросовестные студенты [1]. Этот вред оказывается усугубленным при переписывании неправильных выводов по работе, так как закрепляет (помимо воли списывающего студента) неправильные представления с помощью моторной и зрительной памяти. Удалить их труднее, чем овладеть самостоятельно правильными представлениями за счет чтения специальной литературы.

По мере овладения навыками решения отдельных небольших по объему задач на практических и лабораторных занятиях студенты переходят к самостоятельным типовым расчетам в виде домашних заданий, курсовых работ и проектов. Такие задания обычно охватывают несколько разделов курса и по своему характеру приближаются к тем инженерным задачам, которые возникают в практической деятельности инженера.

Семинарские занятия проводятся по гуманитарным и социально-экономическим дисциплинам. Основное назначение семинара – помочь студенту разобраться в теоретических вопросах, научить логически мыслить, анализировать и обобщать факты, делать выводы, развивать навыки устной речи (выработать умение выступать перед аудиторией).

Подготовка к любому семинару включает в себя ряд существенных требований, выполнение которых дает наилучшие результаты [1]. Прежде всего следует *ознакомиться с планом* семинарского заня-

тия. Такой план имеется на кафедре или выдается на руки каждому студенту. Другим требованием является основательная *работа над учебником и лекционным материалом*. Третьим и наиболее важным моментом в подготовке к семинару является *изучение основной и дополнительной литературы и составление конспекта*. После изучения литературы и написания конспекта необходимо составить план устного ответа и продумать содержание выступления [1].

10.4. Самостоятельная работа студентов

Организация самостоятельной работы. *Научиться самостоятельному мышлению, выработать* собственные убеждения, взгляды и мнения, *способность принятия решений* (т. е. развить в себе те черты, которые характеризуют инженера и человека как личность) *можно только самостоятельным трудом*. Поэтому с первых шагов в вузе необходимо стремиться к самостоятельности во всем, что приходится делать [1]. Если решаете задачу – ищите свой улучшенный путь ее решения, изучаете книгу – делайте свои выводы, работаете в лаборатории – становитесь первооткрывателями. Начинать самостоятельные занятия следует с первых же дней семестра, так как упущенные для работы дни будут потеряны безвозвратно. Компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Кроме того, первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр.

Для организации самостоятельной работы нужно составить расписание дня. В нем необходимо предусмотреть время на обязательные занятия по расписанию, на самостоятельную работу, на перерывы (обед, ужин, отдых, проезд и т.д.). Этот распорядок не предопределяет содержания работы, а только устанавливает ее ритм, который следует закрепить на весь семестр и стараться поддерживать его неизменным [1].

На каждый день составляется план самостоятельной работы. В этом плане должны быть определены время, отводимое на каждый вид работы, характер работы (чтение и конспектирование книги, перевод с иностранного языка, подготовка к лабораторным занятиям и т.д.) и ее объем.

По мере приобретения опыта рекомендуется переходить к планированию на более продолжительные сроки (до недели и более). Содержание и объем самостоятельной работы определяются расписанием обязатель-

ных заданий. Расписание составляется в нашем вузе на половину семестра (в середине семестра происходит «ломка расписания»). Следует учитывать особенности расписания для того, чтобы своевременно подготовиться к практическим, лабораторным и семинарским занятиям [1].

В умственном труде, как и во всяком деле, имеется первоначальный период «втягивания в работу», за которым наступает период наиболее энергичного функционирования, сменяющийся к концу некоторым снижением продуктивности. При распределении занятий во времени в течение дня в зависимости от их сложности и трудности необходимо иметь в виду это обстоятельство. Исходя из этой физиологической закономерности, рекомендуется начинать работу с выполнения заданий средней трудности, затем переходить к работам, требующим наибольшего умственного напряжения, оставляя на конец самые легкие задания. Однако есть люди, у которых наиболее продуктивны первые часы занятий. Таким людям надо начинать работу с наиболее трудных для них заданий и затем переходить к более легким.

Необходимо установить нормы своего труда, т.е. оценить, что вы можете сделать в течение часа. Проще всего определить время, затрачиваемое на прочтение, конспектирование книг, исходя из среднего времени, затрачиваемого на каждую страницу. Для этого, выбрав книгу, подсчитайте число страниц, которые необходимо прочитать, засекайте время, нужное для тщательного прочтения и проработки одной страницы средней трудности, затем подсчитайте, сколько часов потребуется на проработку всего необходимого материала. Эти нормы учитывайте в дальнейшем при составлении планов работы [1]. Кроме того, при составлении плана нужно учесть свойственный вам темп (скорость) работы. Нарушать этот темп вредно: человек или спешит, не успевая как следует проработать намеченное, или тормозит свою работу и вследствие этого рассеивается, отвлекается его внимание.

Любая работа требует учета, в том числе и такой сложный вид труда, как умственный. Учитывать труд можно, делая отметки в своем плане. Невыполнение поставленных задач на одной неделе потребует выделения дополнительного времени на следующих, что может завести в тупик. Перед составлением нового плана необходимо обязательно проверить выполнение старого, и если выяснится, что часть работы не выполнена, это следует учесть при составлении плана дальнейшей работы [1].

Не надо особенно огорчаться, если на первых порах в план придется вносить даже существенные поправки. Свою роль план все равно сыг-

рает, даст общее направление работе, определит перспективу. Помните, что план не догма, но руководство к действию.

Составив план, следует добиваться его полного и своевременного выполнения. Преодоление неизбежных при этом препятствий и трудностей укрепляет волю, повышает уверенность в своих силах, способствует бодрому, хорошему настроению.

Работа с литературой. Самостоятельная работа связана с изучением учебной и методической литературы. Одна из важнейших задач обучения в высшей школе – научиться работать с книгой. Работа над книгой состоит из четырех основных этапов: *предварительного ознакомления* с содержанием книги, раздела или главы; *углубленного чтения* текста; *составления плана* прочитанного; *составления* конспекта, тезисов, *рабочих записей* и т.д. [1].

Предварительное ознакомление сберегает время, труд и помогает охватить содержание книги или какой-либо ее части. Беглый просмотр книги помогает выбрать нужную книгу либо получить отдельные сведения по тому или иному вопросу. Этот тип чтения широко применяется научными работниками, так как прочесть всю литературу, издаваемую по той или иной тематике, часто просто не представляется возможным.

Углубленное чтение должно сопровождаться продумыванием прочитанного и сопоставлением с изученным ранее, со своими взглядами или с теми сведениями, которые сообщены на лекциях. После прочтения каждого законченного раздела нужно осмыслить прочитанное, выделить главное и второстепенное. Усвоенный материал постараться пересказать в уме, и только в том случае, когда это удалось сделать без помощи книги, можно сказать, что вы поняли прочитанное. Трудные и малопонятные места нужно перечитать, выводы отдельных формул выписать на лист бумаги [1].

Для плодотворного чтения технической книги необходимо не только понимать смысл текста, но и разбираться в схемах, уметь анализировать формулы, графики, расчеты. Иллюстрация облегчает понимание текста и часто вообще является единственной формой освещения изучаемого вопроса.

В каждой дисциплине имеется своя терминология, играющая роль, аналогичную роли азбуки при чтении. Без усвоения терминологии бессмысленно пытаться понять написанное, особенно это касается технического текста.

Читать лучше всего «про себя», так как большинству людей свойствен смешанный тип памяти. Такое чтение на 25% быстрее чтения вслух, причем читающий «про себя» меньше устает. Чрезвычайно важно соблюдать правильный темп чтения. Он определяется целым рядом факторов: характером книги, задачами чтения, кругозором читателя в изучаемой области науки и т.д. Основным критерием для определения правильности выбранного темпа чтения является полное понимание прочитанного и хорошее его усвоение. Следует избегать торопливого и невнимательного чтения. *Быстрый темп чтения, являясь несомненным достоинством, приобретается в результате систематических тренировок [1].*

Подавляющее большинство людей легче усваивают и запоминают прочитанное, если параллельно с чтением они делают выписки, заметки или ведут конспект. Чтение с карандашом способствует сосредоточению внимания, пониманию прочитанного, выявлению главного, является средством самоконтроля и позволяет студенту многократно использовать конспект [1].

Многим студентам свойственны вредные привычки, мешающие плодотворной работе с литературой.

1. *Невнимательное чтение.* Привычка, читая книгу, думать о другом, отвлекает, не позволяя уловить смысл прочитанного и намного увеличивая затраты времени на проработку материала.

2. *Торопливость.* Читателю не хватает терпения следить за развитием мысли, хочется сразу узнать результат, и он пропускает целые страницы. При чтении технической литературы торопливость приводит к потере хода мыслей автора, последовательности и убедительности их изложения, доказательств при выводе формул. *Торопливый читатель* не анализирует схемы, графики, таблицы, а стремится скорее найти выводы, окончательные формулы и запомнить их, т.е. *занимается зубрежкой.* Такая работа над книгой приносит мало пользы, увеличивает требуемое время на усвоение материала, так как не учит критически мыслить и воспринимать материал [1].

3. *Привычка не дочитывать до конца* (книги, раздела, пункта и т.п.). Эта привычка достаточно распространена среди студентов. Даже на экзаменах нередко встречаются случаи, когда студент читает лишь часть вопроса или задачи, а остальное «домысливает» самостоятельно. Это приводит к тому, что «домысливание» студента иногда существенно отличается от заданного вопроса. Результат такого подхода к чтению экзаменационного вопроса отрицательно сказывается на экза-

менационной оценке. Специалисты считают такой подход следствием слабой воли. Тренируйте свою волю. Одно из качеств сильного человека – все, за что берется, доводить до конца [1].

Помните, что книга, как и любой другой источник информации, нуждается в бережном отношении. Варварское обращение с учебниками (подчеркивания, загиб страниц, перегиб переплетов, вырывание страниц) делает книгу бесполезной в дальнейшем даже для «автора» этих действий. Помните, что *аккуратное обращение с книгой* (а также с любым другим носителем информации: дискетой, компакт-диск, памятью компьютера и т.п.) – *признак культуры пользователя.* Постоянно преодолевайте варварское отношение к носителям информации. *Чем скорее вы научитесь ценить результаты труда других, тем быстрее достигнете качественных результатов своего труда.* Малокультурный пользователь едва ли в дальнейшем окажется квалифицированным специалистом.

10.5. Методика подготовки к экзаменам и зачетам

Зачеты, как отмечалось выше, служат формой проверки успешного выполнения студентами лабораторных и расчетно-графических работ, курсовых проектов (работ), усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, а также формой проверки прохождения учебной и производственной практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденными программами. Лишь в отдельных случаях зачеты могут устанавливаться как по дисциплине в целом, так и по ее частям. При нормальной организации самостоятельной работы в течение семестра сдача зачетов для студентов не представляет особых затруднений.

Экзамены (от лат. *examine* – испытание) в России были введены при Петре I. Экзамены являются формой организации учебного процесса, так как подготовка к ним содействует систематизации, обобщению и закреплению знаний, устранению пробелов, возникающих в процессе учебных занятий [1].

Подготовка к экзаменам должна вестись в течение всего семестра. *Организация самостоятельной работы в семестре является залогом успешной сдачи зачетов и экзаменов.*

Экзаменационная сессия – период самой напряженной работы студентов. В этот период резко изменяется ритм работы. Важно научиться приспосабливаться к новым условиям и ритму работы, чтобы эффек-

тивно использовать сессионное время. На этот период необходим особый распорядок дня. Он должен содержать рабочие периоды (с утра до обеда, с обеда до ужина, от ужина до сна), чередующиеся с отдыхом. Не нужно забывать о пребывании на свежем воздухе, о восьмичасовом ночном сне, о физических упражнениях. Подготовка к экзаменам за счет сокращения сна не только вредна для здоровья, но и, как правило, не приводит к желаемому результату. Накануне экзамена вечером лучше всего совсем не заниматься и провести вечер на свежем воздухе. Лучше утром перед экзаменом встать раньше и бегло просмотреть конспект.

К сожалению, довольно часто студенты пренебрегают этими очевидными истинами. Результат экзамена в этом случае, как показывает многолетняя практика, оказывается ниже ожидаемого [1]. На экзамене более важна «свежая голова», быстрота реакции «ума», чем десяток дополнительных в спешке прочитанных страниц.

При подготовке к экзамену следует руководствоваться программой дисциплины (ее разрешается иметь на экзамене при любой форме приема экзамена), а также конспектами, дополненными выписками из книг, сделанными в течение семестра. Учебники и пособия помогают проработать наиболее сложные разделы, восстановить пробелы в конспектах по сравнению с содержанием программы (содержание лекций, как правило, не обязательно отражает все вопросы программы), развеять возникшие сомнения.

Подготовка к экзамену – процесс сугубо индивидуальный. Далеко не всегда коллективная подготовка к экзаменам является благом, так как темп восприятия разных частей дисциплины у каждого студента свой. Он обусловлен и особенностями в восприятии материала, уровнем подготовки по дисциплинам каждого студента. Это приводит к тому, что при коллективной подготовке по каждому разделу темп работы определяется студентом с наименьшей скоростью восприятия материала. Тем, кто «быстро схватил» материал, становится скучно, тонус их работы падает. Но, с другой стороны, в такой групповой подготовке есть и положительная сторона. Студент с наибольшей скоростью восприятия материала может ускорять процесс работы группы за счет объяснения другим членам группы «на доступном языке» сути изучаемого материала. При этом сам объясняющий переходит на верхний уровень усвоения материала – уровень трансформации. Знания, усвоенные на этом уровне, оказываются наиболее долгоживущими, часто они врезаются в память на всю жизнь. Поэтому в процессе подготов-

ки к экзамену полезно обмениваться мнениями с коллегами по наиболее трудным разделам изучаемой дисциплины.

Не пренебрегайте предэкзаменационными консультациями, старайтесь использовать их «на полную мощность», продумывайте и готовьте вопросы к консультациям. Консультации дают возможность предельно быстрого усвоения изучаемого материала потому, что они дают ответы на трудные (или оставшиеся невыясненными) вопросы. Причем ответы квалифицированного специалиста на консультации ложатся на «подготовленную почву» предварительно проработанного материала. Более того, ответы квалифицированного специалиста даются с адаптацией к особенностям задаваемого вопроса и уровню понимания смежного материала. Это позволяет привести в систему понимание изучаемого материала.

Важна роль консультации и в психологической подготовке к экзамену, так как на ней обычно излагаются особенности организации конкретного экзамена и типичные ошибки студентов при сдаче экзамена.

На экзамене, получив билет, не торопитесь, внимательно прочитайте и вдумайтесь в поставленные вопросы. Сопоставьте с программой дисциплины, по которой сдается экзамен (программу нужно иметь перед собой на экзамене). Типичной ошибкой 20% студентов является торопливость при чтении билета. Она часто приводит к ответу на вопрос, которого не было в билете (торопливо прочитав билет, студент «домысливает» содержание вопроса по первым словам вопроса). Только поняв суть вопросов, следует приступать к ответам. Предстоящий ответ на билет оформите в виде кратких тезисов, выделяя основную мысль, доказывая ее, иллюстрируя формулами, графиками и примерами [1].

Отвечать на билет следует спокойно, продуманно, без торопливости. Необходимо показать экзаменатору не только знания предмета, но и способность к логическому мышлению (кстати, она существенно зависит от уровня утомления, от того, насколько хорошо вы отдохнули перед экзаменом), умению четко излагать свои мысли. Помните, что экзаменатор обращает внимание не только на содержание ответов, но и на культуру речи студента.

Медицинские обследования студентов во время экзамена показали, что изменения в сердечно-сосудистой системе у неподготовленных к экзамену студентов близки к изменениям у человека в предынфарктном состоянии (частота пульса достигала 160–180 ударов/мин, а электрокардиограмма давала всплески, внушающие опасения за здоровье этих

студентов). Сильное волнение у них продолжалось на протяжении всего экзамена и долгое время после него. Студенты, которые в течение семестра систематически работали, не имели таких сильных изменений в сердечно-сосудистой системе [1]. Практика показывает, что *наибольшее психологическое напряжение у студентов возникает непосредственно перед экзаменом и в первые 20 минут экзамена*. Учитывайте эти обстоятельства. *Не старайтесь немедленно отвечать на вопросы билета* (даже в том случае, когда считаете себя готовым отвечать сразу после чтения вопросов билета). Лучше, успокоившись, еще несколько раз прочитать и уяснить вопросы экзаменационного билета.

10.6. Практики, подготовка и защита выпускной квалификационной работы

Рабочими учебными планами (Приложение 2) в соответствии с ГОС предусмотрено обязательное прохождение *вычислительной, производственной, преддипломной практик, выполнение и защита выпускной квалификационной работы* (дипломного проекта или дипломной работы).

Вычислительная практика относится к региональному компоненту образовательной программы. Она преследует цели совершенствования навыков использования вычислительной техники для практической деятельности специалиста.

Производственная (технологическая) и **преддипломная практики** относятся к федеральному компоненту основной образовательной программы. По целям, задачам и местам прохождения они строго соответствуют требованиям ГОС (см. пп. 7.2.3).

Перед началом каждой практики студентам выдаются Методические указания, в которых описываются: место практики, цели, задачи практики, порядок ее прохождения и представляемые по окончании практики документы. **Аттестация по итогам каждой из практик завершается защитой отчета с выставлением дифференцированного зачета и рейтинговой оценки** (см. п. 8.1 и 8.3). Следует помнить, что *оценку в зачетную книжку, оценку и рейтинг в ведомость по защите результатов практики проставляет преподаватель – руководитель практики от вуза*.

Преддипломная практика по сути всегда связана с темой будущей выпускной квалификационной работы и является начальным этапом выполнения этой работы. Руководитель преддипломной практи-

ки от предприятия обычно становится и руководителем выпускной квалификационной работы.

Подготовка выпускной квалификационной работы (дипломное проектирование или дипломирование) является завершающим этапом обучения студента [5]. На этом этапе студент должен самостоятельно решить практические инженерные задачи в коллективе под руководством и при консультативной помощи специалистов.

Требования к выпускной квалификационной работе (дипломному проекту или дипломной работе) определяются профилирующей кафедрой ТУСУРа на основе ГОС [5] и других директивных документов [6]. Они отражаются в Методических пособиях по дипломному проектированию (обычно совмещенных с Методическими указаниями по преддипломной практике). Пособия выдаются студентам до начала преддипломной практики. В этих пособиях излагаются вопросы по организации дипломного проектирования, по выбору темы, по составлению и утверждению задания, по подготовке к защите и другие вопросы, связанные с подготовкой и защитой выпускной квалификационной работы.

Итоговая государственная аттестация инженера происходит по результатам защиты выпускной квалификационной работы перед Государственной аттестационной комиссией (ГАК). Эта аттестация предназначена для определения практической и теоретической подготовленности инженера к выполнению профессиональных задач, установленных ГОС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

История развития связи, существующая и прогнозируемая динамика изменения числа абонентов в сетях связи свидетельствует о высокой перспективности производства систем, устройств и сервиса средств связи с подвижными объектами (см. разд. 1 – 5, рис. 5.1). Потребности рынка в специалистах по средствам связи с подвижными объектами, способных обеспечивать постоянно возрастающую потребность в информационных услугах, возрастут не только в ближайшей, но и в среднесрочной перспективе. В настоящее время только в Томске успешно работают и динамично развиваются около 10 предприятий и организаций разных форм собственности, работающих на поприще связи. Им для дальнейшего развития необходимы квалифицированные специалисты по средствам связи с подвижными объектами. Таких специалистов уже сегодня готовы принять на работу эти предприятия и организации. Кроме того, рынок мобильной связи требует уже сегодня создания новых малых и средних наукоемких предприятий, которые могут быть созданы молодыми выпускниками специальности «Средства связи с подвижными объектами». Другими словами: после окончания вуза проблем с распределением и с трудоустройством у специалистов по средствам связи сегодня нет. Они не предвидятся и в обозримом будущем. Однако требования, предъявляемые к специалистам (в том числе и в связи с усложнением техники, повышением ее надежности), постоянно возрастают. Предпочтение на рынке труда имеют высококвалифицированные грамотные специалисты, способные творчески решать инженерные и экономические задачи совершенствования во всех сферах деятельности.

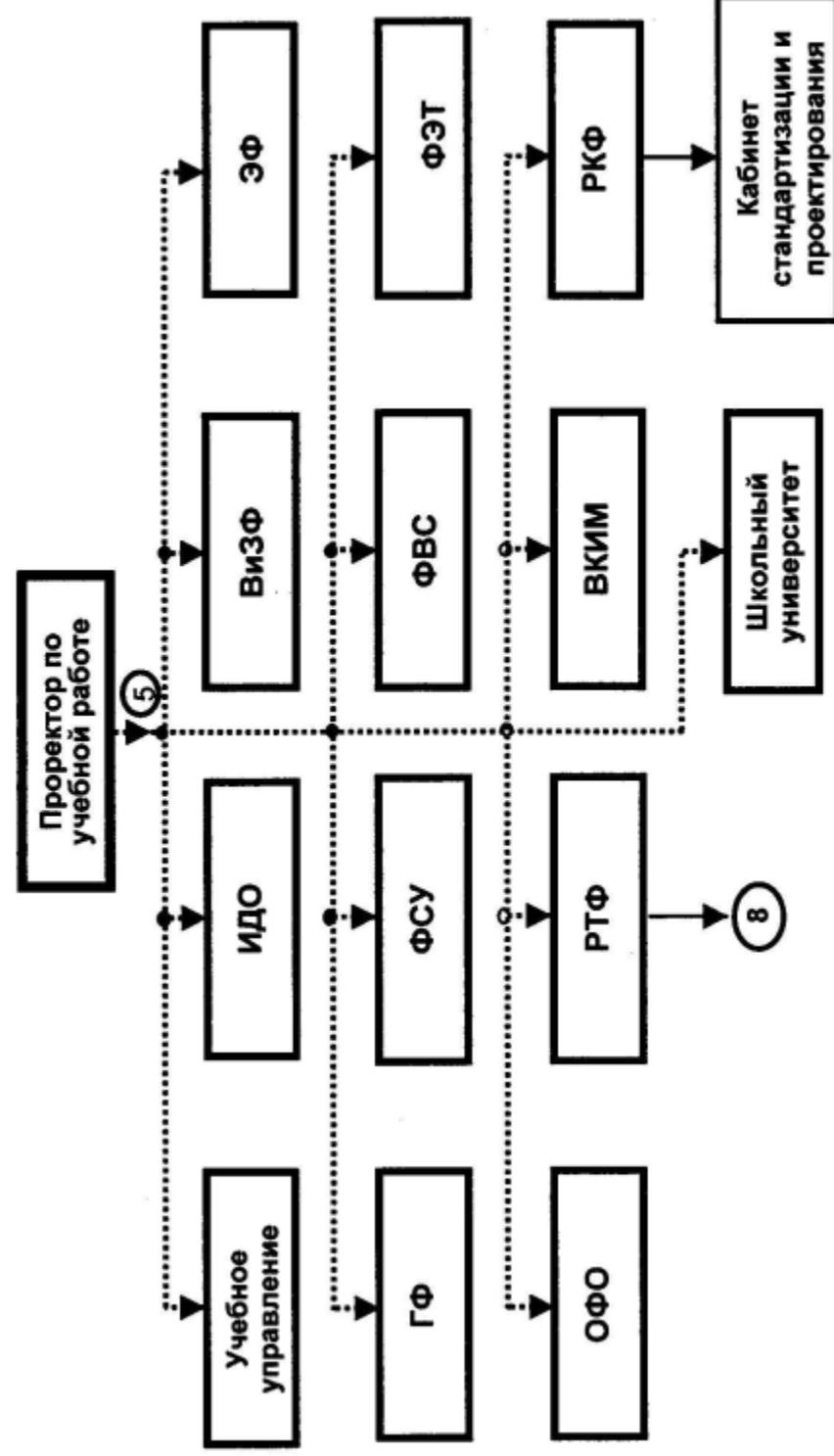
Обеспечение требуемого повышения уровня подготовки выпускников связано и с совершенствованием работы вуза, и с отношением студентов к учебе. ТУСУР, РТФ, кафедра СРС стремятся постоянно совершенствовать структуру вуза (в том числе и для подготовки молодых предпринимателей), кадровый состав, обеспечивающий подготовку специалистов на современном уровне (в том числе и за счет высококлассных специалистов производства). Они совершенствуют материальную базу, стиль, методы обучения в соответствии с требованиями

ГОС и потребностями рынка труда. Ключом к успехам в дальнейшем труде и карьере выпускников является добросовестное и творческое отношение к учебе – трудному, но самому замечательному периоду жизни любого специалиста. Чем выше будет сознательное и квалифицированное отношение студента к учебе, к самостоятельному овладению знаниями, к самосовершенствованию, тем выше будет для такого будущего специалиста рейтинг на рынке труда, выше потенциальные возможности в самостоятельном бизнесе, значительнее успехи в его работе и в обеспечении материального благополучия.

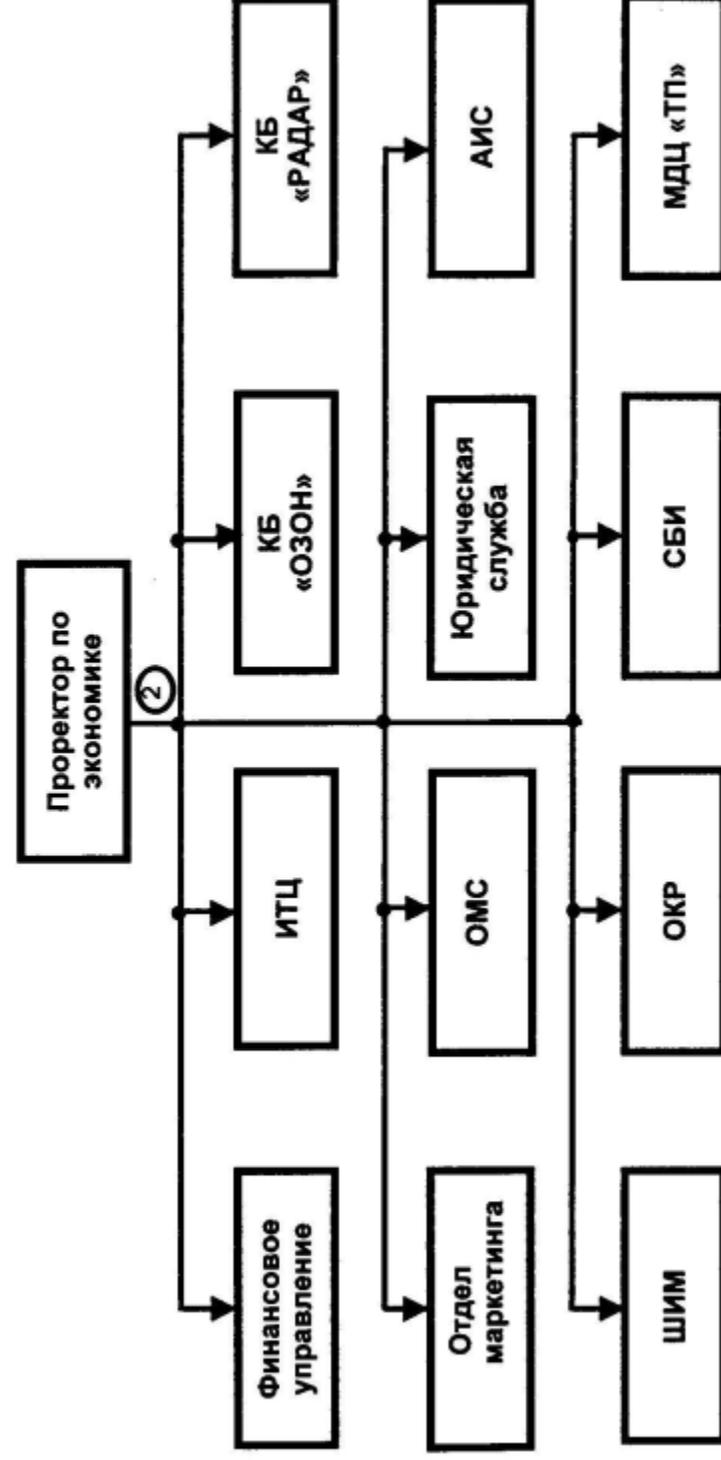
Литература

1. *Электросвязь. Введение в специальность: Учебное пособие для вузов / В.Г. Дурнев, А.Ф. Зеневич, Б.И. Крук и др. – М.: Радио и связь, 1988. – 240 с.*
2. *Зиновьев А.Л., Филиппов Л.И. Введение в специальность радиоинженера. – М.: Высшая школа, 1983.*
3. *Лосев А.К. Введение в специальность «Радиотехника»: Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1980.*
4. *Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники 1962–2002 годы: Исторический очерк / Под ред. доцента В.Т. Петровой. – Томск. Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2002.*
5. *Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление подготовки дипломированного специалиста – «Телекоммуникации». Утв. зам. министра образования Российской Федерации 10.03.2000 г. Регистрационный номер 20 тех/дс.*
6. *Высшая школа / Под ред. Е.И. Войленко: Сб. основных постановлений, приказов и инструкций: В 2-х ч. – М.: Высшая школа, 1978 (с доп. и изм. за 1979–2004 гг.).*
7. <http://www.tusur.ru>: ТУСУР/Главная/Образование/Методическая работа /Рейтинговая система.
8. *Головин О.В. и др. Радиосвязь. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 288 с.*
9. *Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н., Моченов А.Д. и др. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов / Под ред. В.Н. Гордиенко и В.В. Крухмалева. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 510 с.*
10. *Тепляков И.М. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учеб. пособие. – М.: Радио и связь, 2004. – 328 с.*
11. *И. Шахнович. Современные технологии беспроводной связи. – М.: Тропосфера, 2004. – 168 с.*
12. *Шиллер Й. Мобильные коммуникации. – М.; СПб.; Киев: Вильямс, 2002. – 384 с.*
13. *Уайндер С. Справочник по технологиям и средствам связи. – М.: Мир, 2000. – 429 с.*
14. *Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2003. – 640 с.*
15. *Карташевский В.Г., Семенов С.Н., Фирстова Т.В. Сети подвижной связи. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 299 с.*
16. *Мухин А.М., Чайников Л.С. Энциклопедия мобильной связи. – СПб.: Наука и техника, 2001. – 240 с.*
17. *Дингес С.И. Мобильная связь: Технология ДЕСТ. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 272 с.*
18. *Маковеева М.М., Шинаков Ю.С. Системы связи с подвижными объектами: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2002. – 440 с.*
19. *Ипатов В.П., Орлов В.К., Самойлов И.М., Смирнов В.Н. Системы мобильной связи: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.П. Ипатова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 272 с.*
20. *Иванов В.И., Гордиенко В.Н., Попов Г.Н. и др. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов / Под ред. В.И. Иванова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 232 с.*
21. *Феер К. Беспроводная связь. Методы модуляции и расширения спектра: Пер. с англ. / Под ред. В.И. Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000. – 520 с.*
22. *Крук Б.И., Попантанопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учеб. пособие: В 3-х т. Т. 1. Современные технологии / Под ред. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 647 с.*
23. *Катунин Г.П., Мамчев Г.В., Попантанопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учеб. пособие: В 3-х т. Т. 2. Радиосвязь, радиовещание, телевидение / Под ред. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 672 с.*
24. *Козлов В.В. Радиотелефоны. – М.: ДМК, 2000. – 216 с.*
25. *Каменецкий М.В., Заикин В.А. Радиотелефоны. – СПб.: ООО «КОРОНА ПРИНТ», 2000. – 256 с.*
26. *Садченков Д.А. Техника и возможности СИ-БИ радиосвязи. – М.: Солон-Р, 2001. – 269 с.*
27. *Никитин В.А., Соколов Б.Б., Щербаков В.В. ТВ, РВ, Си-Би антенны. «100 и одна» конструкция – новые и старые варианты. – М.: Символ-Р, 1997. – 207 с.*
28. *Латшин Е.Н. Си-Би радиосвязь для всех. – М.: Солон, 1997. – 208 с.*
29. *Соловьев А.А. Пейджинговая связь. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 285 с.*
30. *Андреанов В.И., Соколов А.В. Сотовые, пейджинговые и спутниковые средства связи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 400 с.*
31. *Соколов А.В., Андреанов В.И. Альтернативы сотовой связи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 448 с.*
32. *Овчинников А.М., Воробьев С.В., Сергеев С.И. Открытые стандарты цифровой транкинговой радиосвязи. Сер. изд. «Связь и бизнес». – М.: МЦНТИ ООО «Мобильные коммуникации», 2000. – 166 с.*
33. *Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. – М.: Междунар. центр науч. и технич. информации, 1996. – 239 с.*
34. *Ратынский Н.В. Основы сотовой связи. – М.: Радио и связь, 2000. – 248 с.*
35. *Гёлль П. Мобильные телефоны и ПК. – М.: ДМК-Пресс, 2002. – 192 с.*

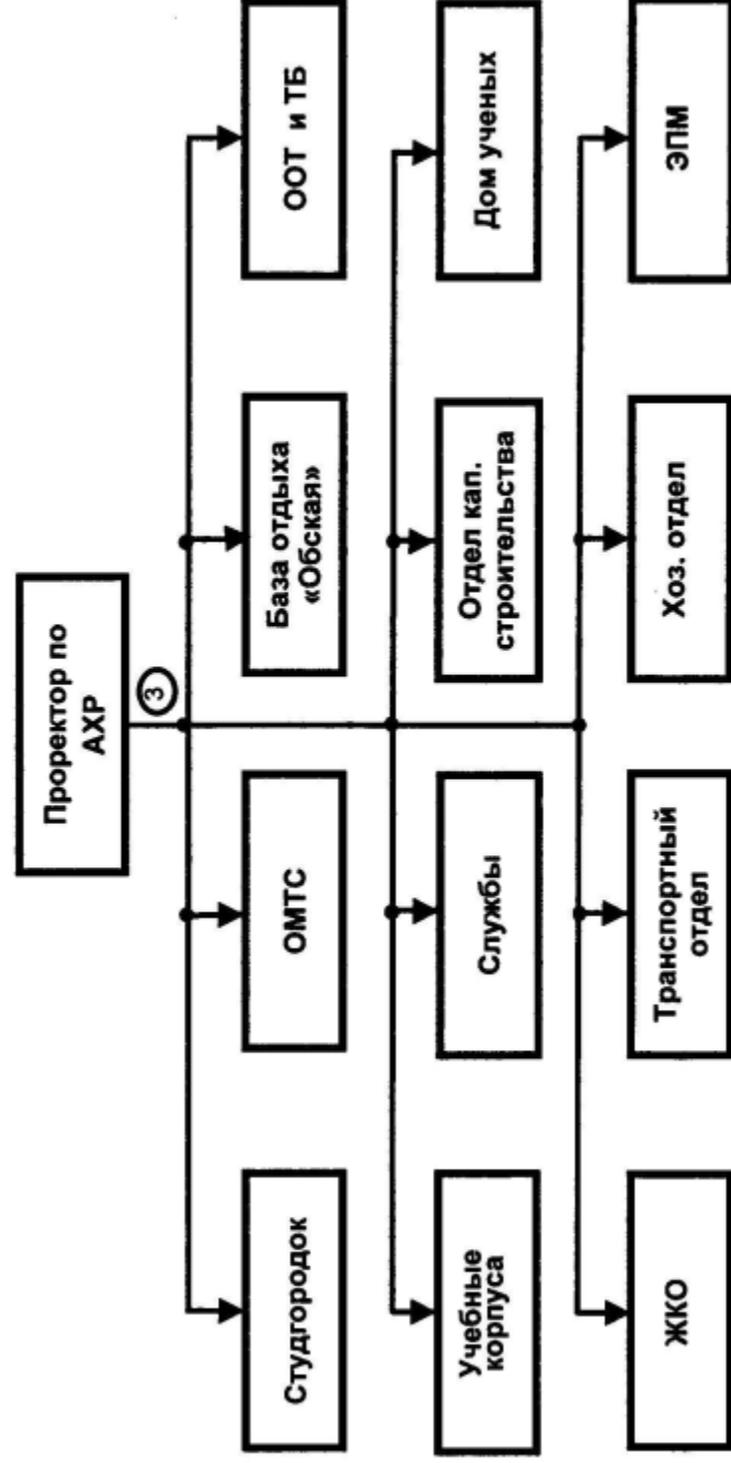
Структура ТУСУРа (продолжение)



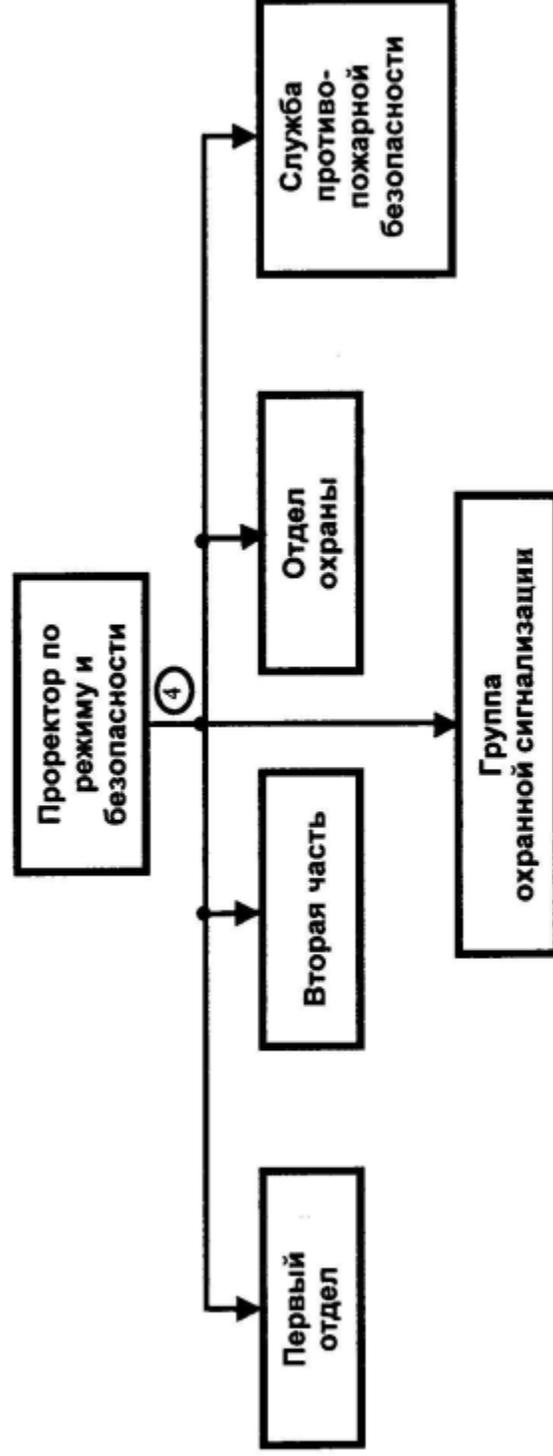
Структура ТУСУРа (продолжение)



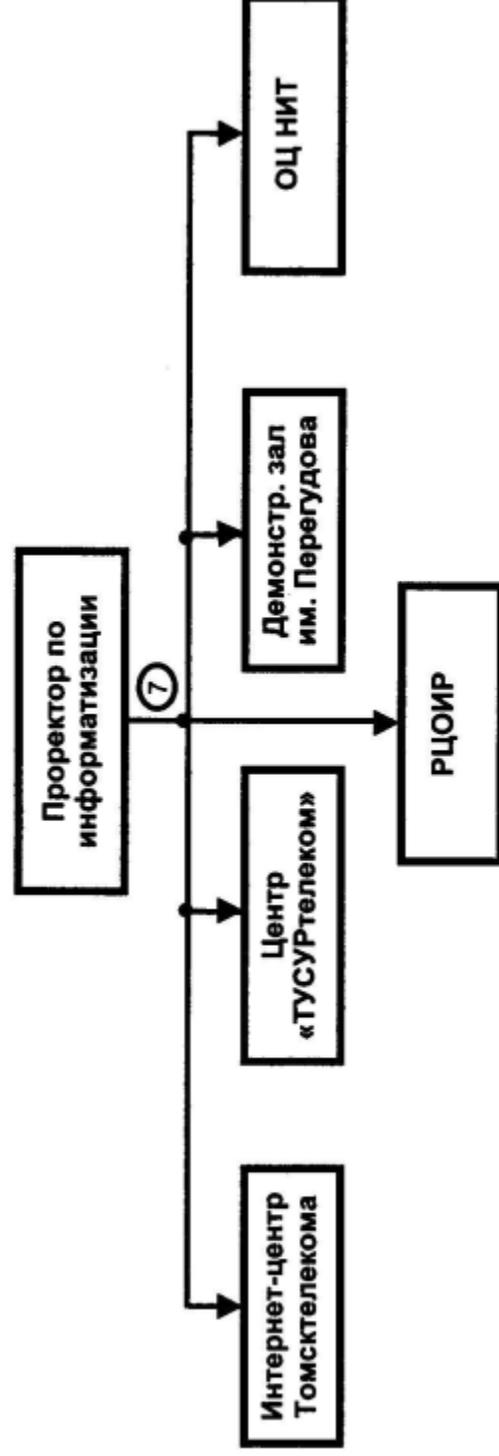
Структура ТУСУРа (продолжение)



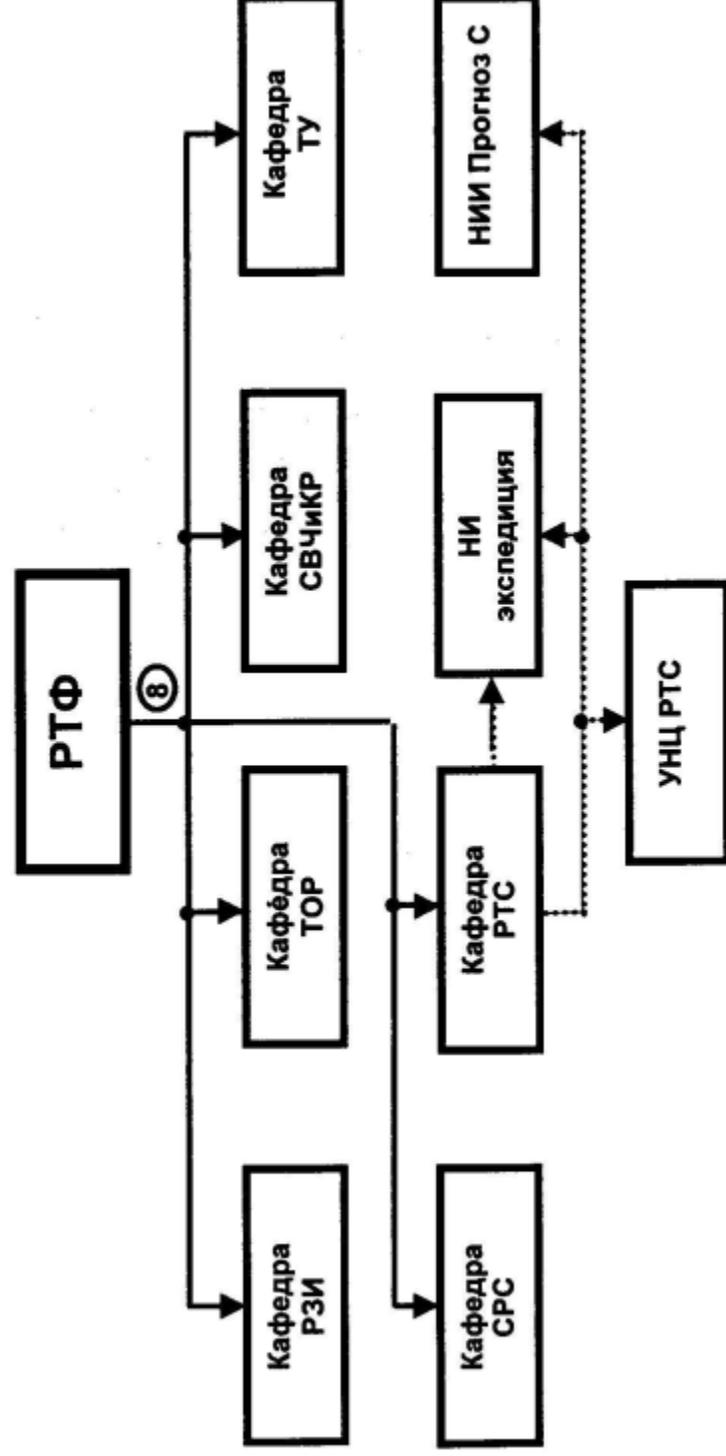
Структура ТУСУРа (продолжение)



Структура ТУСУРа (продолжение)



Структура ТУСУРа (окончание)



СТРУКТУРА ТУСУРА

Сокращения на структурной схеме

АХР –	административно-хозяйственная работа	ОППО –	отдел послевузовского профессионального образования
АИС –	агентство интеллектуальной собственности	ОФО –	отделение фундаментального образования
ГФ –	гуманитарный факультет	ОЦ НИТ –	Областной центр новых информационных технологий
ВКИЭМ –	высший колледж информатики, электроники и управления	ПИО –	патентно-информационный отдел
ЖКО –	жилищно-коммунальный отдел	ПЭГ НИЧ –	планово-экономическая группа НИЧ
З и ВФ –	заочный и вечерний факультет	РКФ –	радиоконструкторский факультет
ИДО –	институт дополнительного образования	РТС –	радиотехнические системы
ИТЦ –	инженерно-технический центр	РТФ –	радиотехнический факультет
IRSTR –	Сибирское отделение международного исследовательского центра телекоммуникаций, излучения и радиолокации	РУНЦ ИБ –	Региональный учебно-научный центр Восточной Сибири и Дальнего Востока по информационной безопасности
КБ –	конструкторское бюро	РЦОИР –	Ресурсный центр учета, регистрации и обеспечения доступа к образовательным информационным ресурсам
ЛАПС –	лаборатория автоматизированных профориентационных систем	СБИ –	студенческий бизнес-инкубатор
ЛКРМ –	лаборатория радиокосмических материалов	СВЧ и КР –	сверхвысокочастотная и квантовая радиоэлектроника
МДЦ «ТП» –	Международный деловой центр «Технопарк»	СРц СТВ –	Сибирский региональный центр содействия трудоустройству выпускников
МС –	метеорологическая служба	ТМЦДО –	Томский межвузовский центр дистанционного образования
НИИ АЭМ –	Научно-исследовательский институт автоматики и электромеханики	ТОР –	теоретические основы радиотехники
НИИ РТС –	Научно-исследовательский институт радиотехнических систем	ТОУ –	Томский открытый университет
НИИ СЭС –	Научно-исследовательский институт систем электросвязи	ТУ –	телевидение и управление
НИИ ЭлеСи-ТУСУР –	Научно-исследовательский институт электронных систем ТУСУР	ТУС ТВ –	телевизионная учебная студия «ТВ-ТУСУР»
НИИ ЭТОС –	Научно-исследовательский институт электронного технологического оборудования и систем связи	ТУСУР –	
НИЧ –	научно-исследовательская часть	ТЭК –	Томская электронная компания
НПФ –	научно-производственная фирма	УНЦ РТС –	Учебно-научный центр кафедры РТС
ОКР –	отдел коммерциализации разработок	ФВС –	факультет вычислительных систем
ОМС –	отдел международных связей	ФСУ –	факультет систем управления
ОМТС –	отдел материально-технического снабжения	ФЭТ –	факультет электронной техники
ООТ и ТБ –	отдел охраны труда и техники безопасности	ШИМ –	Школа инновационного менеджмента
		ЭПМ –	экспериментально-производственные мастерские
		ЭФ –	экономический факультет

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ. МЕТОДИЧЕСКИЕ
УКАЗАНИЯ. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ****П2.1. Рабочая программа дисциплины****П2.1.1. Цели, задачи и место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Средства связи с подвижными объектами. Введение в специальность» преследует цели ознакомить студентов:

1. с историей развития средств связи;
2. с современным состоянием, видами и особенностями мобильных средств радиосвязи и перспективами развития средств связи с подвижными объектами;
3. с местом и ролью специальности в проектировании, в разработке эксплуатации и обслуживании средств связи с подвижными объектами;
4. с содержанием Государственного образовательного стандарта подготовки квалифицированных специалистов по направлению «Телекоммуникации», определяющего требования к подготовке инженеров по средствам связи с подвижными объектами;
5. с историей вуза и становления специальности на РТФ ТУСУРа.

Дисциплина призвана также помочь студентам в адаптации к условиям вузовской жизни, в ознакомлении студентов 1 курса со структурой вуза, с элементарными основами организации учебного процесса, с особенностями аттестации студентов ТУСУРа по текущей и итоговой успеваемости.

П2.1.2. Базовые дисциплины и отчетность

Изложение материала базируется на знаниях математики и физики в объеме средней школы.

В процессе изучения дисциплины студенты проходят автоматизированный тест-контроль. По итогам этого контроля в соответствии с учебным планом выставляется зачет.

П2.1.3. Содержание дисциплины

Краткая история беспроводной связи. Частоты сетей профессиональной радиосвязи. Особенности распространения радиоволн различной длины.

Классификационные признаки систем мобильной связи.

Виды систем наземной мобильной связи. Краткая характеристика основных видов систем наземной мобильной радиосвязи. Системы Си-Би радиосвязи. Системы персонального радиовызова. Транкинговые системы связи. Сотовые системы мобильной связи.

Системы персональной спутниковой связи.

Состояние и перспективы развития систем мобильной радиосвязи.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). Краткая история становления, развития вуза и подготовки квалифицированных специалистов по средствам связи с подвижными объектами. Краткие сведения о структуре вуза. Радиотехнический факультет (РТФ). Кафедра «Средств радиосвязи» (СРС) как профилирующая подготовку специалистов по средствам связи с подвижными объектами.

Высшее профессиональное образование. Государственный образовательный стандарт подготовки дипломированных специалистов по направлению «Телекоммуникации». Основная образовательная программа. Текущая и итоговая аттестация студентов. Положение о курсовых экзаменах и зачетах.

Особенности аттестации при переводе с одной формы обучения (или специальности) на другую. Рейтинговая система оценки успеваемости в ТУСУРе.

Бюджет времени студента. Особенности памяти и гигиена умственного труда.

Организация учебного процесса в вузе. Основы организации аудиторной и самостоятельной работы. Лекция как основная форма учебного процесса. Лабораторные и практические занятия как форма творческого самообразования. Самостоятельная работа студентов. Методика подготовки к экзаменам и зачетам. Практики, подготовка и защита выпускной квалификационной работы.

П2.1.4. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости студентами осуществляется самостоятельно путем подготовки к ответам на контрольные вопросы, при-

водящиеся ниже в настоящем пособии. Эти же вопросы, как правило, включаются в итоговый контроль – контрольную работу (по одному вопросу по каждому разделу на основе случайной выборки).

П2.2. Методические указания

П2.2.1. Общие рекомендации

Подход к изучению материала дисциплины должен быть ориентирован на достижение следующих основных задач дисциплины:

1. знакомство с историей радиосвязи;
2. знакомство с частотами, используемыми в радиосвязи, и с особенностями распространения радиоволн;
3. освоение классификационных признаков систем мобильной связи;
4. знакомство с системами наземной мобильной связи, с системами персональной спутниковой связи и с перспективами развития систем мобильной связи;
5. краткое знакомство с историей становления подготовки специалистов по средствам связи с подвижными объектами в Томске;
6. знакомство с общими принципами организации высшего специального образования в РФ и особенностями ее реализации в ТУСУРе;
7. знакомство с физиологическими особенностями студенческого возраста и связанными с ними особенностями организации учебного процесса и умственного труда вообще и самостоятельной работы студентов в частности.

Абсолютное большинство материала дисциплины не требует заучивания, так как должно быть усвоено на уровне знакомства. Однако некоторые моменты все же следует запомнить. Это касается, например: истории развития связи; освоения принципов организации мобильной связи; понимания взаимосвязи и взаимообусловленности изучения различных циклов дисциплин в процессе обучения; сведений по особенностям памяти в студенческом возрасте, по организации самостоятельной работы, по критериям оценки успехов в учебе (т.е. сведений, определяющих стратегию и тактику вашего обучения); сведений о вузе (они будут полезны при контактах со специалистами родственных профилей в дальнейшем, так как при работе после окончания вуза до-

вольно часто придется встречаться с выпускниками ТУСУРа) и др. *Такие моменты будут подчеркнуты ниже контрольными вопросами по разделам.* Эти же вопросы положены в основу контрольной работы (тест-контроль), по результатам которой выставляется зачет по дисциплине «Введение в специальность».

Контрольные вопросы и ответы на них при изучении дисциплины рекомендуется записывать вручную. Это позволяет сократить затраты времени на освоение дисциплины.

При изучении 2 – 4 разделов необходимо:

1) *понять принципы передачи сообщений по радио*, основанные на использовании модуляции несущих высокочастотных колебаний (радиочастот) низкочастотными (информационными) сигналами;

2) *представлять, что радиосвязь осуществляется на радиочастотах, значительно превышающих частоты спектра первичных сигналов* (получаемых, например, от микрофона, преобразующего акустические звуковые колебания в электрические). При этом спектр частот первичного сигнала переносится в спектр радиосигнала путем модуляции высокочастотных (ВЧ) колебаний. ВЧ-колебание генерируется с «несущей» частотой f_0 в передающем устройстве. Затем это ВЧ-колебание модулируется первичным сигналом (в каждом передающем устройстве со своей несущей частотой). Это позволяет излучать в эфир множество независимых сигналов, предназначенных для множества потребителей.

Каждый потребитель выбирает нужный сигнал путем настройки своего приемника на частоту, обеспечивающую прием нужного радиосигнала. Далее в приемнике этот радиосигнал демодулируется (детектируется) и превращается в первичный сигнал.

Продemonстрируем эффект модуляции на простейшем примере.

Пример.

Пусть модулирующий (первичный или информационный) сигнал представляет собой низкочастотное «однотонное» колебание с частотой F (например, из спектра звуковых сигналов 20 Гц – 20 кГц: $F = 1$ кГц) и амплитудой U_m (рис. П2.1а, П2.2):

$$u_m(t) = U_m \sin[2\pi Ft]. \quad (\text{П2.1})$$

В передающем устройстве генерируется «несущее» колебание с амплитудой U_0 , частотой f_0 и фазой φ (рис. П2.1б):

$$u_0(t) = U_0 \sin\{2\pi f_0 t + \varphi\}. \quad (\text{П2.2})$$

Оба эти колебания поступают на модулятор передатчика, на выходе которого получается радиочастотный сигнал (радиосигнал) $u_{рч}(t)$.

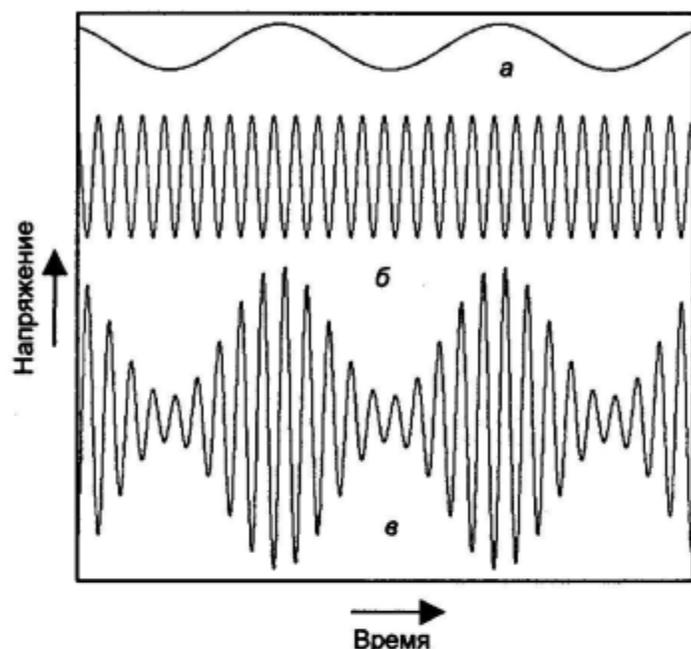


Рис. П2.1. Амплитудная модуляция высокочастотного колебания чистым тоном

Если в результате модуляции несущего колебания по закону модулирующего сигнала изменяется только амплитуда радиочастотного сигнала ($U_0[u_m(t)]$), то такую модуляцию называют амплитудной, а соответствующий радиосигнал (рис. П2.1в) называют амплитудно-модулированным сигналом (АМ-сигналом):

$$u_{рч}(t) = U_0 [u_m(t)] \sin \{2\pi f_0 t + \varphi\},$$

где $U_0[u(t)] = U_0 [1 + m \sin(2\pi Ft)]$ – огибающая АМ-сигнала; m – коэффициент модуляции, зависящий от амплитуды модулирующего сигнала.

Радиочастотный сигнал $u_{рч}(t)$ может быть представлен в виде, позволяющем определить спектральный состав АМ-сигнала:

$$u_{рч}(t) = U_0 [1 + m \sin(2\pi Ft)] \sin \{2\pi f_0 t + \varphi\} = U_0 \sin \{2\pi f_0 t + \varphi\} + \frac{mU_0}{2} \sin \{2\pi [f_0 - F]t + \varphi\} + \frac{mU_0}{2} \sin \{2\pi [f_0 + F]t + \varphi\}. \quad (\text{П2.3})$$

АМ-сигнал при модуляции одним тоном (П2.3) имеет спектр, состоящий из трех частот (рис. 2.1 и 2.2): несущей частоты (f_0); нижней боковой частоты ($f_0 - F$); верхней боковой частоты ($f_0 + F$). Амплитуды боковых частот зависят от амплитуды модулирующего сигнала.

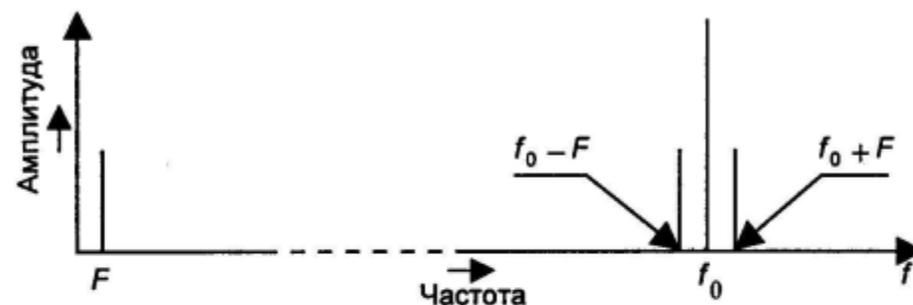


Рис. П2.2. Чистый тон (F) и спектр простейшего АМ-сигнала

Процессу модуляции могут быть подвергнуты три основных параметра несущего колебания (П2.2): амплитуда ($U_{рчм}$), фаза (φ) и частота (f_0).

Если на выходе модулятора у радиосигнала только частота зависит от первичного сигнала, то радиосигнал называют частотно-модулированным сигналом (ЧМ-сигналом):

$$U_{рч}(t) = U_{рчм} \cdot \sin \{2 \cdot \pi \cdot f_0 [U_c(t)]t + \varphi\}.$$

Если на выходе модулятора у радиосигнала только фаза зависит от первичного сигнала, то радиосигнал называют фазомодулированным сигналом (ФМ-сигналом):

$$U_{рч}(t) = U_{рчм} \sin \{2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t + \varphi [U_c(t)]\}.$$

Спектры ЧМ- и ФМ-сигналов имеют более сложные структуры, чем спектр АМ-сигнала.

Реальный первичный сигнал имеет не одну частоту, а спектр частот, приводящий к появлению верхней и нижней боковых полос радиосигнала (рис. П2.3).

В приемном устройстве радиосигнал демодулируется, т.е. спектр первичного сигнала (а соответственно и сам первичный сигнал) восстанавливается.



Рис. П2.3. Спектр модулирующего сигнала и спектр радиосигнала

При амплитудной модуляции в системе радиосвязи может быть использована одна из боковых полос (верхняя или нижняя), так как информация о спектре модулирующего сигнала содержится в каждой из боковых полос спектра радиосигнала. Если в системе связи используется одна боковая полоса, то такую систему называют системой с однопольной модуляцией.

В цифровых системах связи модулирующий сигнал в передающем устройстве аналого-цифровыми преобразователями (АЦП) преобразуется в последовательность дискретных отсчетов, которые кодируются определенным количеством импульсов (битов) с амплитудами, принимающими только два значения – ноль и единица. То есть каждый дискретный отсчет аналогового сигнала представляется кодовым словом из n информационных битов (например, в цифровой телефонии $n = 8$).

Информационными битами можно управлять амплитудой, частотой или фазой радиосигнала. Радиосигналы, соответствующие такому кодированному модулирующему сигналу, называют амплитудно-манипулированными, частотно-манипулированными и фазо-манипулированными радиосигналами. В приемном устройстве манипулированный радиосигнал демодулируется детектором, а цифроаналоговым преобразователем (ЦАП) преобразуется (декодируется) в первичный сигнал.

П2.2.2. Рекомендации по использованию литературы

Для изучения дисциплины в рамках требований рабочей программы достаточно использования настоящего пособия, поскольку специальные вопросы будут изучаться детально на последующих стадиях обучения.

При желании разобраться более подробно в специальных вопросах можно использовать рекомендуемый список литературы, ориентируясь в нем по названиям источников.

Если в процессе обучения потребуется ознакомление с рабочими учебными планами для разных форм обучения по специальности «Средства связи с подвижными объектами» (или с учебными планами других специальностей ТУСУРа) можно воспользоваться информационным порталом ТУСУРа: <http://www.tusur.ru/> ТУСУР / Главная / Образование / Учебные планы.

П2.3. Контрольные вопросы

Раздел 1. Краткая история беспроводной связи

1. Кто впервые сконструировал оптический телеграф для передачи информации?
2. Кем открыто явление электромагнитной индукции?
3. Кто предсказал существование электромагнитных волн?
4. Кем математически доказано существование электромагнитных волн и разработана теория электромагнитного поля?
5. Кто впервые опытным путем доказал существование электромагнитных волн?
6. Кем и когда изобретено радио – способ передачи информации на расстояние с использованием электромагнитных волн?
7. Кем и когда изобретена трехэлектродная лампа для усиления электрических колебаний?
8. Кто и когда изобрел супергетеродинный радиоприемник, в котором использовалось преобразование (понижение) частоты принятых радиосигналов?
9. Кто предложил использовать в радиосвязи частотную модуляцию радиосигнала?
10. Кем и когда создан трехэлектродный полупроводниковый прибор (транзистор) для усиления электрических колебаний?

Раздел 2. Частоты сетей подвижной радиосвязи. Особенности распространения радиоволн различной длины

1. Как зависит мощность сигнала на выходе приемной антенны от расстояния (r) между передатчиком и приемником при распространении радиоволны в свободном пространстве?
2. Как связаны коэффициент усиления антенны и ширина диаграммы направленности антенны?
3. В чем заключается явление дифракции радиоволн?
4. От чего зависит «расстояние прямой видимости» при радиосвязи?
5. К чему приводит интерференция (наложение) радиоволн из-за их многолучевого распространения?

Раздел 3. Классификационные признаки систем мобильной связи

1. Перечислите классификационные признаки мобильной связи.
2. Объясните: почему именно эти признаки выбраны в качестве классификационных?

Раздел 4. Виды систем мобильной связи

1. Какому устройству соответствует термин «трансивер» (transceiver)?
2. Что означает термин «Си-Би радиосвязь»?
3. Что означает термин «пейджер»?
4. В чем заключается принцип транкинга?
5. Что такое «шаг сетки несущих частот»?
6. Какой формулой можно характеризовать сетку несущих частот мобильной системы связи?
7. Что означает термин «дуплексный разнос частот»?
8. Что означает термин «односайтовая» для транковой системы связи?
9. Какая система связи называется «сотовой»?
10. От каких факторов зависит площадь зоны обслуживания базовой станции?
11. Что означает термин «частотная группа» применительно к сотовой системе связи?
12. В каком случае в сотовой системе связи возможно многократное (повторное) использование частотных групп?
13. Для чего в сотовых системах связи используется многократное (повторное) использование частотных групп?

14. Что означает термин «кластер» применительно к сотовой системе связи?
15. Для чего в цифровых системах связи используется временное разнесение промежутков времени, в течение которых мобильной станцией осуществляется прием и передача сигналов на одном дуплексном канале?
16. Как называется процедура обеспечения непрерывности связи при перемещении мобильной станции из одной соты в другую?
17. Что означает термин «трафик»?
18. Что означает термин «роуминг» в сотовой телефонии?
19. Что означает термин «аутентификация» в сотовой телефонии?
20. Что означает термин «идентификация» в сотовой телефонии?
21. Какие возможности предоставляет электронная SIM-карта стандарта GSM?
22. Каково основное достоинство глобальной системы персональной спутниковой связи?
23. Как влияет высота круговой орбиты искусственного спутника Земли (ИСЗ) на период его обращения вокруг Земли?
24. Какие ИСЗ кажутся наблюдателю на Земле подвижными?
25. Какие ИСЗ кажутся наблюдателю на Земле неподвижными?
26. Что такое «угол возвышения ИСЗ»?
27. Как зависит от угла возвышения ИСЗ поглощение сигнала в атмосфере Земли?
28. На каких высотах над поверхностью Земли находятся радиационные пояса Ван Аллена?
29. По каким причинам в системах персональной спутниковой связи не используются ИСЗ с геостационарной орбитой (ГЕО-спутники)?
30. По каким причинам для персональной спутниковой связи в основном используются ИСЗ с низковысотными круговыми орбитами (ЛЕО-спутники)?
31. Какие частотные каналы связи в персональной спутниковой связи называют мобильными линиями связи?
32. Какие частотные каналы связи в персональной спутниковой связи называют фидерными линиями связи?
33. В чем преимущество систем персональной спутниковой связи с межспутниковыми линиями связи?

Раздел 5. Перспективы развития систем мобильной радиосвязи

1. Какой процент земной поверхности могут обслуживать наземные сети мобильной связи?
2. Какой процент земной поверхности могут обслуживать спутниковые сети мобильной связи?
3. Как называется грандиозный проект настоящего времени по развитию глобальной мобильной связи?
4. Какие системы сотовой мобильной связи относят к первому поколению?
5. Каковы годы эксплуатации (в том числе прогнозируемые) второго поколения мобильной связи?
6. Каковы годы эксплуатации (в том числе прогнозируемые) третьего поколения мобильной связи?
7. Каковы прогнозируемые годы эксплуатации четвертого поколения мобильной связи?

Раздел 6. ТУСУР

1. В каком году образован РТФ, в каком из томских вузов?
2. Кто был первым ректором ТИРиЭТ?
3. В 1971 г. ТИРиЭТ был переименован. Каким стало новое название вуза?
4. Когда вуз получил третье название (был повторно переименован)? Как при этом он стал называться?
5. Сколько названий имел ТУСУР?
6. Кто был первым ректором ТУСУРа? Кто был вторым ректором ТУСУРа?
7. Сколько кафедр на РТФ ТУСУРа?
8. По скольким специальностям РТФ ТУСУРа готовит специалистов?
9. Какие кафедры РТФ обеспечивают подготовку специалистов по специальности «Средства связи с подвижными объектами»?
10. Какая кафедра является профилирующей для специальности «Средства связи с подвижными объектами»?

Раздел 7. Высшее профессиональное образование

1. Высшее образование в вузах РФ должно соответствовать требованиям Государственных образовательных стандартов (ГОС) по ... (назвать по какому признаку подразделяются ГОС).

2. В рамках направления «Телекоммуникации» Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники готовит дипломированных специалистов по следующим специальностям (образовательным программам) ... (перечислить).
3. ГОС по направлению «Телекоммуникации» предусматривает подготовку выпускников к следующим видам профессиональной деятельности: ... (перечислить).
4. Выпускники ТУСУРа по специальности «Средства связи с подвижными объектами» могут занимать должности: ... (перечислить).
5. Основная образовательная программа подготовки инженера включает в себя: ... (перечислить обязательные документы).
6. Основная образовательная программа подготовки инженера по средствам связи с подвижными объектами состоит из ... (перечислить компоненты).
7. Определяет ли ГОС для каждой специальности направления обязательные требования:
 - а) по компонентам основной образовательной программы;
 - б) по циклам дисциплин;
 - в) по дисциплинам вузовского компонента;
 - г) по объему дисциплин вузовского компонента.
8. Основная образовательная программа подготовки инженера предусматривает изучение следующих циклов дисциплин: ... (перечислить названия циклов дисциплин).
9. Каков максимальный объем учебной нагрузки (часов в неделю), установленный ГОС?
10. Каков максимальный объем аудиторных занятий (часов в неделю) в среднем за период теоретического обучения, установленный ГОС?

Раздел 8. Текущая и итоговая аттестация студентов

1. Какие основные виды оценок успеваемости студентов приняты в вузах РФ?
2. Могут ли курсовые экзамены сдаваться:
 - а) по мере готовности студентов к сдаче экзамена;
 - б) в периоды экзаменационных сессий;
 - в) в сроки, устанавливаемые деканами факультетов.
3. Какие документы обязаны иметь при себе студенты при явке на экзамены и зачеты?

4. Допускается ли присутствие посторонних лиц на экзаменах и зачетах?
5. Сколько раз допускается передача неудовлетворительной оценки по одному и тому же экзамену?
6. Кто может разрешить повторную сдачу экзамена с целью повышения положительной оценки?
7. Какие правила и рекомендации устанавливает «Положение о рейтинговой системе ТУСУРа»?
8. Перечислите виды рейтинг-контроля.
9. При каком количестве баллов по дисциплине автоматически может быть поставлены итоговые оценки (без сдачи экзамена). Какому количеству баллов в этом случае какая оценка соответствует?
10. Студентам, сдающим экзамен с учетом текущего рейтинга R_t выставляется оценка, полученная на экзамене и устанавливается семестровый рейтинг R_c . Укажите, каким экзаменационным оценкам какие значения R_c соответствуют в этом случае.
11. Студент первого курса очной формы обучения успешно сдал весеннюю экзаменационную сессию и переведен на второй курс. Всего за первый курс он сдал n экзаменов и зачетов. Каким может быть максимальный итоговый рейтинг такого студента?

Раздел 9. Бюджет времени студента. Особенности памяти и гигиена умственного труда

1. Сколько часов в неделю отводится студенту для самостоятельной работы?
2. В какие промежутки времени суток максимальна работоспособность студента?
3. Развитием какого вида внимания создаются необходимые предпосылки для производительного умственного труда?
4. Какие из форм памяти не лимитируются возрастом?
5. Студентам с какими типами памяти особенно важна тишина при изучении нового материала?
6. Студентам с какими типами памяти особенно полезно конспектирование при изучении нового материала?
7. Перечислите основные способы уменьшения скорости забывания изучаемого материала.
8. Перечислите способы снижения ретроактивного торможения.
9. Как целесообразно чередовать умственный труд с отдыхом?
10. Как правильно организовать освещенность рабочего места?

Раздел 10. Организация учебного процесса в вузе

1. Сколько семестров предусмотрено учебным планом очной формы обучения для освоения специальности инженера по средствам связи с подвижными объектами? Чем заканчивается последний семестр?
2. Почему одной из самых эффективных форм учебного процесса считаются лекции?
3. Проанализируйте правильность приведенных ниже *ответов* на вопрос: В чем заключается смысл практических занятий при изучении дисциплины?

О т в е т ы . Практические занятия позволяют:

- а) научиться быстро находить в литературе подобные решения и использовать их;
 - б) получить навыки мобильного использования теоретических знаний изучаемой дисциплины (в совокупности со знаниями других дисциплин, в сочетании с разнообразными исходными условиями) для решения практических задач;
 - в) овладеть методами решения практических задач, развить рефлекс и получить навыки самостоятельного применения теории для решения практических задач;
 - г) закрепить теоретические знания;
 - д) научиться получать правильные числовые результаты;
 - е) выработать привычку контролировать и критически оценивать получаемые результаты.
4. Проанализируйте правильность приведенных ниже *ответов* на вопрос: Что необходимо сделать, составляя выводы по лабораторной работе?

О т в е т ы . Составляя выводы по лабораторной работе, необходимо:

 - а) сформулировать цель работы;
 - б) указать, какие закономерности подтверждены или выявлены, с какой точностью;
 - в) сделать анализ полученных результатов с позиций поставленной цели работы;
 - г) изложить предполагаемые причины погрешностей, если имели место отклонения от теоретических расчетов.
 5. Проанализируйте правильность приведенных ниже *ответов* на вопрос: Что необходимо сделать при подготовке к семинару?

Отв е т ы . Подготовка к семинару включает:

- а) ознакомление с планом семинарского занятия;
- б) работу над учебником и лекционным материалом;
- в) изучение основной и дополнительной литературы и составление конспекта;
- г) составление плана выступления.

6. Проанализируйте правильность приведенных ниже *ответов* на вопрос: Что необходимо сделать при составлении плана самостоятельной работы?

Отв е т ы . При составлении плана самостоятельной работы необходимо:

- а) планировать работу, начинать с выполнения самых трудных заданий, затем переходить к работам средней трудности, оставляя на конец задания, требующие наименьшего умственного напряжения;
- б) учесть особенности расписания для того, чтобы своевременно подготовиться к практическим, лабораторным и семинарским занятиям;
- в) определить время, отводимое на каждый вид работы (с учетом ее предполагаемого объема);
- г) планировать работу, начинать с выполнения заданий средней трудности, затем переходить к работам, требующим наибольшего умственного напряжения, оставляя на конец самые легкие задания;
- д) планировать работу, начинать с выполнения самых легких заданий, затем переходить к работам средней трудности, оставляя на конец задания, требующие наибольшего умственного напряжения;
- е) предусмотреть время на обязательные занятия по расписанию.

7. Проанализируйте правильность приведенных ниже *ответов* на вопрос: Каковы основные этапы работы с литературой?

Отв е т ы .

- а) Чтение нужного раздела текста, ознакомление с содержанием соседних разделов, составление плана прочитанного, составление конспекта.
- б) Предварительное ознакомление с содержанием книги (раздела или главы), углубленное чтение текста, составление плана прочитанного, составление конспекта (тезисов, рабочих записей и т. д.).
- в) Предварительное ознакомление с содержанием книги (раздела или главы), составление плана излагаемого в книге материала, углубленное чтение текста, составление конспекта (тезисов, рабочих записей и т. д.).

8. Как следует осваивать терминологию изучаемой дисциплины? Правильны ли приведенные ниже ответы?

Отв е т ы .

- а) Продуктивность изучения не зависит от того, как осваивается терминология.
- б) Освоить терминологию, а затем приступить к изучению дисциплины.

в) Изучить основное содержание дисциплины, а затем это содержание привести в соответствие с терминологией.

г) По мере необходимости в процессе изучения дисциплины.

9. Правильны ли приведенные ниже ответы на вопрос: Как необходимо готовиться к экзамену?

Отв е т ы . При подготовке к экзамену необходимо:

- а) увеличить рабочее время в течение суток, в том числе за счет сокращения времени для сна (особенно накануне экзамена);
- б) помнить, что содержание экзамена определяется программой дисциплины;
- в) помнить, что содержание экзамена определяется конспектом лекций;
- г) помнить, что при коллективной подготовке темп работы определяется студентом с наибольшей скоростью восприятия материала;
- д) помнить, что при коллективной подготовке студент с наибольшей скоростью восприятия материала может ускорять процесс работы группы;
- е) помнить, что чтение «про себя» ускоряет процесс подготовки;
- ж) при отсутствии вопросов по изучаемому материалу не тратить время на предэкзаменационные консультации.

10. Правильны ли приведенные ниже ответы на вопрос: Как необходимо готовиться к ответу на экзамене?

Отв е т ы . На экзамене, получив билет:

- а) не нужно спешить, внимательно прочитать и вдуматься в поставленные вопросы, сопоставить их с программой;
- б) не следует торопиться, внимательно прочитать и вдуматься в поставленные вопросы, сопоставить их с конспектом лекций;
- в) если считаешь себя готовым к ответу, желательно отвечать в течение первых 20 минут после чтения вопросов билета;
- г) не стараться немедленно отвечать на вопросы билета;
- д) предстоящий ответ на билет оформить в виде краткого конспекта;

е) помните, что при ответе на билет и вопросы экзаменатора необходимо продемонстрировать:

- знание предмета;
- способность к логическому мышлению;
- умение четко излагать свои мысли и культуру речи.

П2.4. Подготовка к контрольной работе

При подготовке к контрольной работе необходимо проштудировать материал по учебному пособию, привлекая в случае необходимости дополнительную информацию из списка рекомендованной литературы. Нежелательно пытаться выходить на контрольную работу без предварительной самопроверки усвоения материала по ответам на приведенные выше контрольные вопросы (П2.3).

Для тренировки памяти и техники ответов (в том числе ответов на тестовые вопросы) рекомендуется следующий порядок подготовки к контрольной работе.

1. Внимательно читайте каждый вопрос до конца. До ответа постарайтесь понять, что конкретно требуется от вас по этому вопросу. Помните, что до 30% неправильных ответов на тестовые вопросы обычно связано с неправильным или неполным пониманием вопроса!
2. Для ускорения подготовки рекомендуется записать «в рукопашную» вопрос и ответ (хотя бы конспективно). Это позволяет использовать одновременно и зрительную, и моторную память, что способствует долговременному запоминанию (аналогичный прием именно благодаря этому широко практикуется при изучении иностранных языков). Более того, такое конспектирование позволит быстро повторить материал и восстановить знания непосредственно перед контрольной работой. Как минимум, необходимо иметь микроконспекты ответов по всем вопросам всех разделов дисциплины.
3. Проверяйте выдаваемые ответы, прежде чем вы их «опубликуете».
4. Среди тестовых вопросов встречаются два варианта. Ознакомьтесь с ними можно по Приложению к настоящему пособию. Предварительное знакомство с этими вариантами позволит сократить непроизводительные затраты времени во время контрольной работы.
5. Помните, что повторение ответов на вопросы при подготовке к контролю как минимум на балл повышает оценку при дополнительных затратах времени на порядок меньших, чем первый ответ.

П2.5. Примеры ответов на тестовые вопросы

П2.5.1. Предварительные замечания

Контрольная работа выполняется на ПК по программе автоматизированного контроля. В процессе контроля каждому студенту персонально (на основе случайной выборки) предлагается один вопрос по каждой из 10 тем дисциплины. Можно пропустить ответ на вопрос (при первом предложении его ПК), если вы не уверены в ответе. При этом запомните или *запишите номер пропущенного вопроса*, так как к нему можно будет вернуться, если останется время (время на контрольную работу лимитировано 1 часом работы, часы расположены в правой части меню). Программа позволяет не только пропускать ответы на произвольное число вопросов, но и возвращаться к любому вопросу произвольное число раз в течение 1 часа работы (**меню: вопрос → по номеру**).

Если вопрос и предлагаемые варианты ответов не помещаются в рабочее поле экрана, воспользуйтесь масштабированием шрифта текста (правая часть меню, там же находится справка по правилам введения ответов).

П2.5.2. Примеры ответов на тесты

Программа контроля включает два варианта вопросов.

Пример первого варианта вопроса

(в прямоугольнике – рабочее поле кадра тест-программы)

<i>В чем заключается явление дифракции радиоволн?</i>	
<input type="checkbox"/>	<i>В способности радиоволн проходить сквозь кирпичные стены.</i>
<input type="checkbox"/>	<i>В способности радиоволн отражаться от препятствий.</i>
<input type="checkbox"/>	<i>В способности радиоволн распространяться в космическом пространстве.</i>
<input type="checkbox"/>	<i>В способности радиоволн отражаться от стен зданий.</i>
<input checked="" type="checkbox"/>	<i>В способности радиоволн огибать препятствия.</i>

Правильным является *пятый* ответ. Для введения ответа на этот вопрос нужно нажать на пятую «клавишу» (мышкой). После нажатия на

этой клавише появится «птичка» – «v». Можно переходить к следующему вопросу.

Заметим, что правильный ответ на вопрос может быть состоящим из нескольких приведенных на экране ответов. Например, если вопрос формулировался бы так: *Какие утверждения не соответствуют явлению дифракции радиоволн?* – правильными были бы четыре других варианта (первый – четвертый). В этом случае правильным ответом на вопрос было бы нажатие первой, второй, третьей и четвертой клавиш (на этих клавишах после ответа остались бы «птички»). Если хотя бы одна из этих четырех клавиш не «нажата» – ответ считается неверным.

Пример второго варианта вопроса

(в прямоугольнике – рабочее поле кадра тест-программы)

Какие из формул не характеризуют сетку несущих частот мобильной связи?

1 $f_{ni} = f_0 + i^2 \cdot \Delta f, i = 1, 2, 3, \dots$

2 $f_{ni} = f_0 + (i^2 + 1) \cdot \Delta f, i = 1, 2, 3, \dots$

3 $f_{ni} = f_0 + i \cdot \Delta f, i = 1, 2, 3, \dots$

4 $f_{ni} = f_0 + \frac{\Delta f}{i}, i = 1, 2, 3, \dots$

5 $f_{ni} = f_0 + (i^2 - 1) \cdot \Delta f, i = 1, 2, 3, \dots$

В ответ введите номера правильных вариантов.

Ввод ответа

Правильным ответом на вопрос является введение в поле ответов номеров **1,2,4,5**, так как только третья формула определяет сетку частот подвижной радиосвязи. Правильные номера вводятся через запятую, точку с запятой и т.д. (информация о правилах введения ответа в правой верхней части меню – «?»). Если любая из этих **четырёх** цифр не введена, ответ считается неверным.

Для заметок