

**Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)  
Кафедра радиотехнических систем**



**С.В. Мелихов, И.А. Колесов,  
Д.О. Ноздреватых, Б.Ф. Ноздреватых**

**ВВЕДЕНИЕ В ПРОФИЛЬ  
«СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ»**

**Учебное пособие  
для лекционных, практических занятий,  
самостоятельной работы  
студентов радиотехнических специальностей**

**2019**

**Мелихов С.В., Колесов И. А., Ноздреватых Д.О., Ноздреватых Б.Ф.: Введение в профиль «Системы мобильной связи»: Учебное пособие для лекционных, практических занятий, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 155 с.**

Излагается краткая история развития беспроводной связи в мире, история ТУСУРа, история радиотехнического факультета (РТФ).

Анализируются права и обязанности студентов. Приводятся рекомендации по использованию 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.

Дается характеристика используемых частот сетей профессиональной радиосвязи, особенности распространения радиоволн, классификационные признаки систем мобильной связи (СМС).

Рассмотрены основные виды СМС: общие понятия о средствах и системах связи с подвижными объектами, принципы их построения, современное состояние и перспективы развития.

В приложении приводятся контрольные вопросы по материалам пособия и темы для написания рефератов.

Пособие предназначено для студентов бакалаврского профиля «Системы мобильной связи» направления подготовки 11.03.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Пособие может быть использовано студентами других профилей и направлений подготовки.

© Мелихов С.В., Колесов И.А.,  
Ноздреватых Д.О., Ноздреватых Б.Ф.  
2019

© Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники, 2019

## Содержание

1	Введение .....	4
2	Краткая история беспроводной связи .....	5
3	ТУСУР. Краткая история становления и развития вуза .....	22
4	Бюджет времени студента. Особенности памяти и гигиена умственного труда.....	34
5	Организация учебного процесса в вузе.....	44
5.1	Основы организации аудиторной и самостоятельной работы .....	44
5.2	Лекция – основная форма учебного процесса .....	45
5.3	Лабораторные и практические занятия как форма творческого самоопределения .....	49
5.4	Самостоятельная работа студента .....	54
5.5	Методика подготовки к экзаменам и зачетам.....	60
5.6	Практики, подготовка и защита выпускной квалификационной работы (ВКР).....	63
6	Частоты сетей подвижной радиосвязи. Особенности распространения радиоволн различной длины .....	65
7	Классификационные признаки систем мобильной связи.....	70
8	Виды систем мобильной связи.....	73
8.1	Системы Си-Би радиосвязи .....	73
8.2	Системы персонального радиовызова.....	76
8.3	Транковые системы связи.....	79
8.4	Сотовые системы мобильной связи.....	83
8.5	Системы персональной спутниковой связи .....	92
9	Перспективы развития систем мобильной связи .....	100
9.1	5G – пятое поколение мобильной связи .....	104
9.2	Связь 6G.....	108
10	Заключение .....	110
	Список использованных источников.....	112
	Приложение А. Банк контрольных вопросов .....	115
	Приложение Б. Темы рефератов.....	152
	Приложение В. Стандарты связи.....	155

## **1 ВВЕДЕНИЕ**

Задачами дисциплины «Введение в профиль "Системы мобильной связи"» являются знакомство первокурсников с будущей специальностью и ликвидация «разрыва» общей подготовки на младших курсах обучения со специальной подготовкой на старших курсах.

Содержание настоящего пособия основывается на многолетнем опыте авторов в преподавании дисциплины «Введение в будущую специальность» для студентов РТФ, а также на сведениях, содержащихся в источниках [1-29].

## 2 КРАТКАЯ ИСТОРИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Связь необходима человечеству для общения. Пока в 19 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 18 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 перекладки: одну длинную (с устройством вращения в середине) и две коротких (с устройствами вращения на концах длинной перекладки). Несмотря на то, что оптические телеграфы могли надежно работать только в ясные дни, их эксплуатация продолжалась до конца 19 века.

Современная беспроводная связь использует электромагнитные волны. Открытию электромагнитных волн предшествовало обнаружение в 1831 г. электромагнитной индукции английским физиком Майклом Фарадеем (1791–1867). В 1921 г. 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 19 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 схитрил: в 1832 г. 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 г. 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 беспроводному 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 г. передал сигналы на несколько сот метров, американец Трубридж в

1880 году телеграфировал на расстояние 1600 м, англичанин Прис в начале 90-х годов 19 века добился передачи телеграфных сигналов на 5,5 км.

В 1885 г. американский изобретатель Томас Алва Эдисон (1847–1931) сконструировал (а в 1891 г. 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 приемо-передатчиками 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 г. 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 г. 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 гг.

Наиболее удачный передающий вибратор Герца состоит из двух одинаковых проводников, расположенных продольно, с шариками на концах (рисунок 2.1). Расстояние между ближними шариками 3–7 мм. При подаче со вторичной обмотки индуктора Румкорфа на



проводники импульсного высоковольтного напряжения (несколько десятков киловольт) между близкими 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.

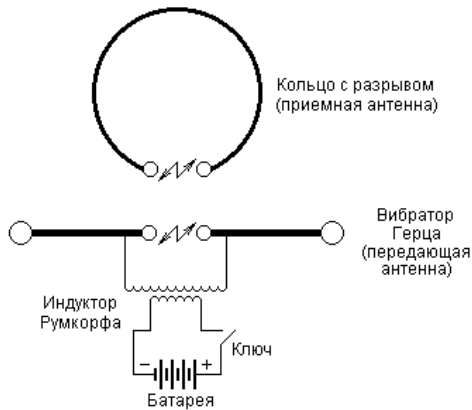


Рисунок 2.1 – Схема опытной установки Герца для подтверждения существования радиоволн

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 19 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 стряхнуть 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 г. 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, металлический 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 (рисунок 2.2). 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 г. Этот день мы отмечаем как День радио.

В марте 1896 г. 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.

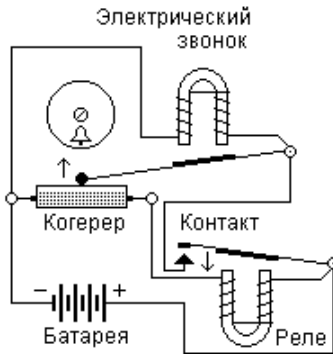


Рисунок 2.2 – Первый приемник «лучей Герца», созданный А.С. Поповым

В июне 1896 г. итальянец Гульельмо Маркони подает в Великобритании заявку на «усовершенствование в передаче электрических импульсов и сигналов в аппаратуре для этого», патент на которую с описанием предложенного устройства был выдан ему 4 июля 1897 г.

До 4 июня 1897 г. 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 г. за счет улучшения передающей и приемной антенн и увеличения мощности передатчика Попов достиг дальности связи 5 км, а в 1899 г. – 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 г.

12 июля 1902 г. 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 г., 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 г. Гульельмо Маркони умер в 1937 г. в Риме, окруженный почетом и вниманием, увенчанный лаврами академий и университетов.

В начале 20 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 г. изобрел трехэлектродную усилительную лампу – триод.

Первые газонаполненные радиолампы в России были изготовлены Николаем Дмитриевичем Папалекси (1880–1947) в 1914 г., а в 1916 г. военный инженер Михаил Андреевич Бонч-Бруевич (1888–1940) создал первые приемно-усилительные вакуумные лампы. В 1918 г. Бонч-Бруевич возглавил Нижегородскую радиолaborаторию (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 г. 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 г. передатчик мощностью 5 кВт связал радиоволнами Москву и Берлин, находящиеся на расстоянии 1600 км.

В 1922 г. молодой сотрудник НРЛ радиофизик Олег Владимирович Лосев (1903–1942) создал полупроводниковый (!) детекторный гетеродин и на его основе построил приемник, который назвал «кристадин». Однако в те годы не были разработаны способы получения полупроводниковых материалов, и его изобретение не получило распространения.

Летом 1922 г. в Москве на волне 3200 м (с конца 1924 г. 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 г. мощность станции им. Коминтерна была повышена в 2,5 раза.

С 1924 г. 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 м до 1400 м. В 1924 г. начала работу Сокольническая радиостанция – с 1925 г. радиостанция им. А.С. Попова. Ее мощность в 1926 г. возрастает с 640 Вт до 20 кВт. В 1927 г. вводится в строй радиостанция «Новый Коминтерн» мощностью 40 кВт. В 1933 г. 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 дальнейшее 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 г. американцем Эдвином Хоуардом Армстронгом (1890–1954) оригинальной схемы супергетеродинного приемника, требовало разработки более совершенных ламп, чем триод. В 1924 г. была разработана экранированная лампа с двумя сетками (тетрод). В 1931 г. – лампа с тремя сетками (пентод), а в 1934 г. – 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 г. работали с использованием амплитудной модуляции (АМ). С 1936 г. 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, 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), 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 между 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 г. 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. подразделе 7.3). Первые аналоговые транкинговые (транковые) системы мобильной радиосвязи появились в конце семидесятых годов 20-го века. Такие системы способны обслуживать десятки тысяч абонентов.

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

В 1983 г. 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 г. появились первые домашние беспроводные телефоны.

В 1985 г. 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 г., стандарт NTT (Nipponese Telephone and Telegraph system — японская система телефона и телеграфа) диапазона 800 – 900 МГц был внедрен в Японии.

В 1986 г. 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 назвали 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.

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

В 1982 г. 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 подразделе 7.4). 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 г.

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 г. 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 г. в США начала работу цифровая система D-AMPS (Digital Advanced Mobile Phone Service), а в 1995 г. – цифровая система 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 гг. 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 г. 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 г. – год начала эры глобальной мобильной связи, когда вступила в строй цифровая система Iridium с 66 спутниками, находящимися на низковысотных круговых орбитах (см. подраздел 7.5).

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

С 1995 г. в рамках программы ИМТ-2000 (International Mobile Telecommunications – международные мобильные телекоммуникации) идет разработка третьего поколения сотовых, радио- и персональных систем подвижной связи с повышенной скоростью передачи информации. Эти системы будут иметь архитектуру единой сети и предоставлять 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 информационной инфраструктуры. Абонентские устройства будут универсальны, обеспечивая доступ к цифровым наземным и спутниковым системам.

### 3 ТУСУР.

## КРАТКАЯ ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ВУЗА

**Истоки.** Подготовка специалистов по средствам связи с подвижными объектами в Томске явилась следствием создания и развития Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) и массового внедрения средств мобильной связи.

Создание вуза радиотехнического профиля в Томске, первого и единственного на Востоке страны, было подготовлено развитием радиотехнического образования в Томском политехническом институте (ТПИ, ныне Томский политехнический университет – ТПУ) и радиофизического – в Томском государственном университете (ТГУ). Еще в 1923 г. 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 г. ионосферная лаборатория (работающая и в настоящее время) в существенной степени способствовала радиофикации Западно-Сибирского региона и Востока страны. Уже 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), возглавляемая Заслуженным деятелем науки и техники, профессором П.А. Азбукиным; солидная

научная школа электроэнергетиков работала в ТПИ – одной из основных кузниц инженерных кадров на Востоке страны.

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 г. 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, свидетельствовавшие 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 выпускник ТГУ Р.М. Шевчук. К подготовке радиоинженеров были привлечены выпускники ТГУ Е.Н. Силов, И.А. Суслов, А.И. Лихачев и др., 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.** В 1950 г. 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 отличительной особенностью РТФ 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 квалифицированных специалистов, отлично зарекомендовавших себя не только в Сибири, но и во всей стране, решение ряда важнейших научно-технических и производственных задач. Позади остались: участие в разработке и внедрении первых высокоточных фазовых разностно-дальномерных навигационных систем для проводки кораблей в проходах минных полей (руководители – И.А. Суслов, И.А. Веселков); разработка основ надежной скрытой связи за счет отражения радиоволн УКВ диапазона от метеорных следов (руководитель – Е.И. Фиалко); создание и внедрение комплекса дешевых телецентров 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) встал 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 Григорий Семенович Зубарев. Проректорами ТИРиЭТ были назначены: по научной работе Всеволод Сергеевич Мелихов, по учебной работе Гений Иванович Левашкин.** В составе ТИРиЭТ 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. Шульженко К.М.), 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 т.ч. только 18 кандидатов наук и ни одного профессора [4].

*В течение первого года в ТУСУР были организованы новые кафедры: сверхвысоких частот (зав. каф. Е.С. Коваленко),*

электрорадиоизмерений (зав. каф. Е.Н. Силов), деталей и узлов точных механизмов (зав. каф. Ю.А. Жулев), физики (зав. каф. Э.А. Аринштейн), прикладной механики (зав. каф. В.М. Мостовой), высшей математики (зав. каф. С.П. Кузнецов), химии (зав. каф. В.Г. Столярчук), теоретических основ электротехники (зав. каф. А.П. Левдикова), начертательной геометрии и черчения (зав. каф. Г.Г. Гайнутдинов), экономики и организации производства (зав. каф. О.П. Володина), иностранных языков (зав. каф. Д.А. Фугенфирова), диалектического и исторического материализма и политэкономии (зав. каф. Г.М. Иванов), физического воспитания и спорта (зав. каф. А.И. Иванов), специальной подготовки (зав. каф. С.И. Максимов). В конце 1962 г. на кафедрах работал 131 человек.

Становление нового вуза шло в сложных условиях. ТИРиЭТу было передано всего около 3000 м<sup>2</sup> площадей (это позволяло обеспечить учебный процесс только 3-х сменной работой) и одно небольшое студенческое общежитие по пр. Кирова, 22 (в комнатах, рассчитанных на 3-4-х человек, жило 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, возглавляемое Г.С. Зубаревым. 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 студентов (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, общественные организации, 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 радиозавода до площади Южной и до 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 свидетельствует, в частности, два факта. Уже в начале 1963/64 учебного года учебные площади ТИРиЭТ достигли 10000 м<sup>2</sup>, что позволило перейти в основном на односменное обеспечение учебного процесса, а в 1967-1968 гг. были запущены в эксплуатацию 2 девятиэтажных общежития на пл. Южная, полностью решившие 100% обеспечение общежитием студентов ТИРиЭТ. 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 Ф.И. 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:

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%, 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 Шарыгин Г.С. и Пустынский И.Н.),

построен и сдан в эксплуатацию РТК с блоком военной кафедры (18700 м<sup>2</sup>) начато строительство корпуса 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. Не очень удобный для руководства области неумный в своих планах Г.С. Зубарев больше был не нужен (вкладывая в организацию работы вуза все свои ресурсы по времени и по способностям, он не защитил докторской диссертации). Ставший передовым вуз, по мнению руководства области, должен был возглавлять доктор наук.

**Вторым ректором ТИАСУР (1972–1981 гг.) был назначен** участник войны, выпускник ТПИ, **профессор-доктор Иван Петрович Чучалин**, имевший опыт работы секретаря парткома ТПИ. В 1972 г. для расширения подготовки специалистов нового профиля **в состав ТИАСУР из ТПИ был переведен** Научно-исследовательский институт автоматики и электромеханики (**НИИ АЭМ**). Руководителем НИИ АЭМ в 1974 г. был назначен Главный конструктор Автоматизированной системы управления Томской области (АСУ ТО) Ф.И. 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 ТИАСУР, покинули стены вуза его первые организаторы и строители Г.С. Зубарев и В.С. Мелихов (оба перешли снова в ТПИ).

Решению главной задачи второго этапа жизни вуза – интенсификации работ по частичной переориентации работы на подготовку квалифицированных специалистов по автоматизированным системам управления - способствовало назначение в **1981 г. ректором ТИАСУР Феликса Ивановича Перегудова**. Он смог в очень короткий срок поднять на достойный вуза уровень не только учебный процесс в этом направлении, но и комплексировать его с фундаментальными и важными прикладными разработками АСУ, с развитием традиционных сфер работы ТИРиЭТ, с подготовкой кадров высшей квалификации. Об этом свидетельствуют и присуждение в 1983г. 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 г. первого научного открытия «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 г. премия Ленинского комсомола была присуждена молодому сотруднику кафедры радиотехнических систем (РТС) В.Л. Гулько за работы в области поляризационной радиолокации;

в 1988 г. 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 г. 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 г. 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 – инженерный центр по внедрению наукоемких разработок вуза).

**В 1984 г.** Ф.И. Перегудов был назначен первым заместителем министра высшего и среднего образования РСФСР (а в 1985 г. – первым заместителем председателя Государственного комитета СССР по народному образованию, министром СССР). **Ректором ТИАСУР стал Иван Николаевич Пустынский.** Завершение второго этапа развития ТИАСУР 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) 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 ТИАСУР 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.

*Огромное значение в адаптации вуза к новым экономическим условиям сыграла инициатива А.В. Кобзева и В.А. Бондаря по созданию при ТИАСУР 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 привлечение 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 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 г. нового структурного подразделения вуза – Межвузовского бизнес-инкубатора.*

*Начался третий период жизни вуза – работа в новых экономических условиях. В 1993 г. 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 г.**, 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.

## **4 БЮДЖЕТ ВРЕМЕНИ СТУДЕНТА. ОСОБЕННОСТИ ПАМЯТИ И ГИГИЕНА УМСТВЕННОГО ТРУДА**

Работа в университете по расписанию аудиторных занятий (в среднем около 27 часов в неделю) занимает примерно половину учебного времени, которым располагает студент. 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.*

*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 час. 30 мин. до 12 час. 00 мин. и с 16 час. 30 мин. до 20 час. 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).

*Умственный труд требует умения сосредоточить внимание.* Различают *два вида внимания: произвольное 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, что 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 быть 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.

*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 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 познания, 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 всю музыку. 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% общему количеству 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.

*Без периодического повторения или применения изученного материала в практической работе информация постепенно забывается* (кривая **1** на рисунке 4.1, где  $H_o$  – 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, выполнять домашние задания, тщательно готовить и проводить лабораторные исследования.

На рисунке 4.2 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**).

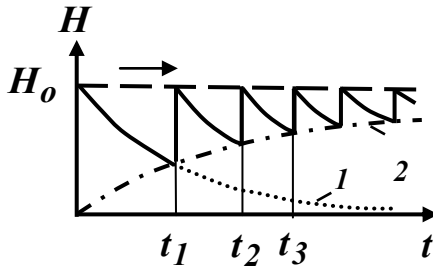


Рисунок 4.1 – Кривые забывания (1) и накопления (2) информации в зависимости от времени

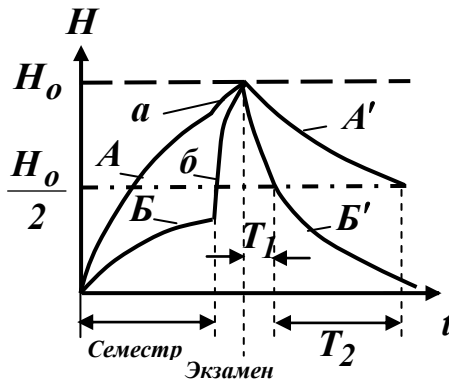


Рисунок 4.2 – Накопление и забывание информации при систематической ( $A$ ,  $a$  и  $A'$ ) и несистематической ( $B$ ,  $\bar{b}$  и  $B'$ ) работе студента над материалом

В этом случае, чтобы добиться отличных результатов на экзамене, во время сессии нерадивому студенту потребуется приложить много усилий (кривая  $\bar{b}$ ). 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.

*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 материал 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 минут 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-четырёх 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.

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 ешьте весь день в вузе, а, придя поздно домой, наедаться «до отвала» и «заваливаться спать» – верный способ нажить 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.

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 ослабевает мышечный тонус, развивается вялость кишечной деятельности, нарушается кровообращение. Сидячая работа ослабляет мышцы, развивает сутулость. Грудная клетка сдавливается, сердце отвлекается 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.

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 надо 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, практически непоправимый – употребление наркотиков.

## 5 ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ

### 5.1 Основы организации аудиторной и самостоятельной работы

В ТУСУРе, как и во всех высших учебных заведениях России, *учебный год разбит на два семестра*. Длительность осеннего семестра (обычно с начала учебного года, с сентября по январь) – 21 неделя. Длительность весеннего семестра (обычно со середины февраля по июнь включительно) – 20 недель (далее 2 недели зимние каникулы). Между весенним и осенним семестрами студенты проходят практику и отдыхают (4...8 недель ежегодные летние каникулы). Для студентов, обучающихся по профилю «Системы мобильной связи», 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 четвертом курсе весенний семестр укорочен до 10 недель, а еще 8 недель учебного времени отводятся на преддипломную практику и подготовку выпускной квалификационной работы (ВКР).

*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 схемотехники» 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.

## **5.2 Лекция - основная форма учебного процесса**

В средневековых университетах лекция (от латинского *lectia* – чтение) была единственной формой передачи знаний слушателям, так как книги были редкостью. Лектор с кафедры (от греческого *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*. На

лекции отводится до 30% 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, знающим 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.

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» 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 содержание, 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 конспекте 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 рубрикацию 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.



### 5.3 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 рефлекторного применения, они останутся в памяти на всю жизнь. Если человек в детстве научился ездить на велосипеде и после этого не садился на велосипед, то и в весьма почтенном возрасте эти навыки у него сохраняются. Знания любой дисциплины в инженерной деятельности требуется 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 рефлексы 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 рефлекторном 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 неработоспособности 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.

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. 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 результатов экспериментальных.* 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 влияния. 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*).

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.

Большой вред приносит бездумное списывание отчетов по лабораторной работе, к которому прибегают недобросовестные студенты. 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 и 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, развить навыки устной речи (выработать умение выступать перед аудиторией).

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

#### **5.4 Самостоятельная работа студента**

**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. 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 распорядок 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.

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 определяется расписанием обязательных 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.

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. 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 учете нуждается 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.

Не надо особенно огорчаться, если на первых порах в план придется вносить даже существенные поправки. Свою роль план все равно сыграет, даст общее направление и 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.

*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.

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, приобретает в результате систематических тренировок.*

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.

*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 namного 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, т.к. не учит критически мыслить и воспринимать материал.

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

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.

## 5.5 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 течении семестра сдача зачетов для студентов не представляет особых затруднений.

**Экзамены** (от латинского *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.

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 эффективно использовать сессионное время. *Необходим на этот период 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 дополнительно 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 и 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 и 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 частности в *процессе подготовки 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 быстро 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 их с программой* (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.

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 прединфарктном 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. Практика показывает, что *наибольшее психологическое напряжение у студентов возникает непосредственно перед экзаменом и 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.

## **5.6 Практики, подготовка и защита выпускной квалификационной работы (ВКР)**

Рабочим учебным планом бакалаврской подготовки по направлению 11.03.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС) предусмотрено обязательное прохождение ***вычислительной, производственной и преддипломной практик, выполнение и защита ВКР***.

Перед началом каждой практики студентам выдаются Методические указания, в которых описываются: место практики, цели, задачи практики,

порядок ее прохождения и представляемые по окончанию практики документы. **Аттестация по итогам каждой из практик завершается защитой отчета с выставлением дифференцированного зачета.** Следует помнить, что **оценку в зачетную книжку по защите результатов практики проставляет преподаватель – руководитель практики от вуза.**

**Преддипломная практика** по сути **всегда связана с темой будущей ВКР** и является начальным этапом выполнения этой работы. **Руководитель преддипломной практики** от предприятия **обычно становится и руководителем выпускной квалификационной работы.**

**Подготовка ВКР** является завершающим этапом обучения студента. На этом этапе студент должен самостоятельно решить практические задачи в коллективе под руководством и при консультативной помощи специалистов.

**Итоговая государственная аттестация бакалавра происходит по результатам защиты ВКР перед Государственной экзаменационной комиссией (ГЭК).** Эта аттестация предназначена для определения практической и теоретической подготовленности бакалавра к выполнению профессиональных задач.



## 6 ЧАСТОТЫ СЕТЕЙ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ. ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНЫ

Для организации сетей наземной подвижной радиосвязи выделены определенные частотные диапазоны, ориентировочные границы которых представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – 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  $r$ . Т.е. даже при отсутствии между передатчиком и приемником поглощающего сигнала 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 (см. таблицу 6.1) могут огибать 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 околосредняя 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 рисунке 6.1.

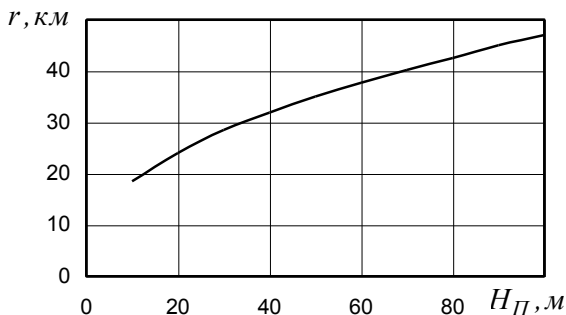


Рисунок 6.1 – Зависимость расстояния прямой видимости от высоты передающей антенны при  $H_{\text{ПР}}=2$  м

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.

## 7 КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

*Системы мобильной радиосвязи (СМР) имеют следующие классификационные признаки.*

- а) *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) приемопередающие (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.

- б) *Зона обслуживания:*

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

- в) *Направленность связи:*

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

- г) *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).

д) *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).

е) *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).

ж) *Диапазон используемых частот.*

з) *Вид модуляции радиосигнала.*

и) *Категории абонентов, обслуживаемых системой связи:*

- профессиональные (служебные, корпоративные); частные.
- к) Число обслуживаемых абонентов.
- л) 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).



## 8 ВИДЫ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

### 8.1 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. Звуковоспроизводящее 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 В 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 комплектуются 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.

## 8.2 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* – окончное устройство). В последнее время появились «двухсторонние» пейджеры, способные подтверждать приём сообщения, а также посылать ответные сообщения. Передаваемые 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 таблице 8.1 (FSK – Frequency Shift Keying – частотная манипуляция).

Таблица 8.1– 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

### 8.3 Транковые системы связи

*Транковые* или *транкинговые* (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). «Мобильный 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 (рисунок 8.1).

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).

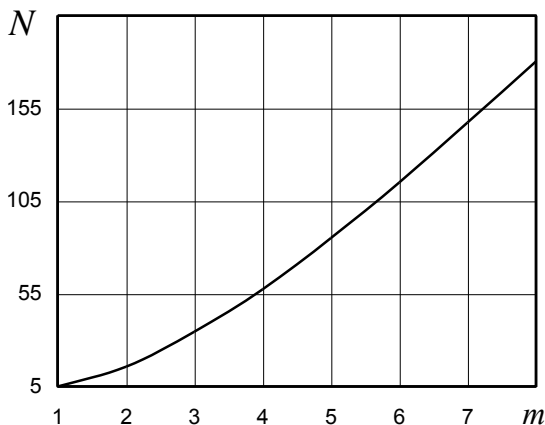


Рисунок 8.1 – Зависимость возможного числа абонентов  $N$  транкинговых систем от числа частотных каналов  $m$  при вероятности отказа в предоставлении связи 5%

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

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

Таблица 8.2 – Основные характеристики ТСС

Стандарт	SmarTrunk 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 однозональных системах	16	24	28	32	28
Предельное количество пользователей	4096	1036800	16383	нет ограничений	16383

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 таблице 8.2 (FM – Frequency Modulation — частотная модуляция;  $\pi/4$  DQPSK – Differential Quadrature Phase Shift Keying – дифференциальная (относительная) квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом  $\pi/4$ ).

#### **8.4 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 уже цифровые стандарты.

Третье и четвертое поколения (3G, 4G) – это универсальные цифровые стандарты с повышенной скоростью передачи информации (стандарты недалекого будущего, об особенностях этих стандартов см. в разделе 9).

Стандарты первого и второго поколений, широко используемые в разных странах мира, отражены в таблице 8.3.

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

Таблица 8.3 – Некоторые сотовые системы мобильной связи

Сокращенное наименование и тип стандарта	Полное наименование стандарта	Диапазон частот, МГц	Год ввода в эксплуатацию, местность
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
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

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 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  $N_{\text{дкmax}} = 180$ ). Для нижнего и верхнего диапазонов несущие частоты соответственно равны:

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

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 ( $N_{\text{дкmax}} = 124$ ), т.е. для нижнего и верхнего диапазонов соответственно:

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

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 (рисунок 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, от вида и плотности застроек, растительности и пр. Местность, обслуживаемую одной БС, называют *зоной обслуживания* или *сайтом*. Поэтому сотовые системы являются многозонавыми 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.

Совокупность ячеек, в которых частотные группы не совпадают, называют *кластером*. Кластер может иметь разную размерность (3, 4, 7, 12, 19 и т.д.). На рисунке 8.2 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 ( $N_{дк} = 17$ ), поскольку  $N_{кл} N_{дк} = 7 \cdot 17 = 119$ , что меньше, чем  $N_{дкmax} = 124$ .

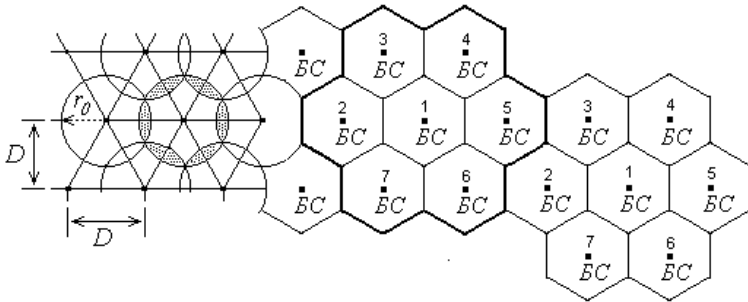


Рисунок 8.2 – Зоны обслуживания (ячейки, соты, сайты) базовых станций сотовой системы связи

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, рисунок 8.3).

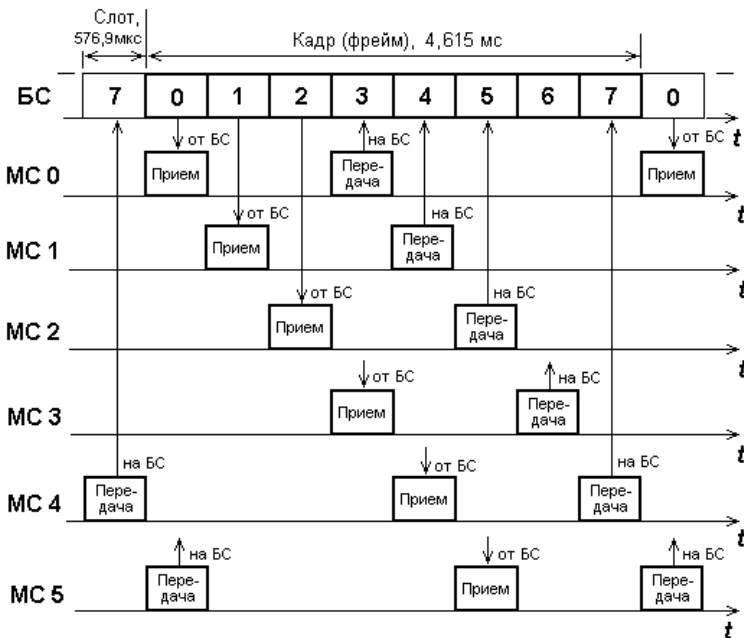


Рисунок 8.3 – Восьмислотовый кадр системы GSM и циклограмма обмена радиосигналами между БС и шестью МС (из восьми возможных) по одному дуплексному каналу

8 слотов ( $N_{cl} = 8$ ), 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 ( $N_{ок} = 17$ ), то в одной соте число абонентов, которые одновременно могут вести связь, будет равно:

$$N_{аб соты} = N_{ок} N_{cl} = 17 \cdot 8 = 136.$$

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.).

Нетрудно оценить максимальное количество абонентов, которые одновременно могут вести связь в кластере размерностью семь:

$$N_{аб кластера} = 7 N_{аб соты} = 7 \cdot 136 = 952.$$

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, т.к. 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 сдвинуты во времени на три временных слота. На рисунке 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 «передавать» 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*. Английское 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 ее 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 происходит 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 аппарата 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 недосягаемости 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 минут) 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, т.к. 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.

## **8.5 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 орбиты (круговая или эллиптическая);

склонение орбиты (угол между экваториальной плоскостью и плоскостью орбиты спутника, рисунок 8.4).

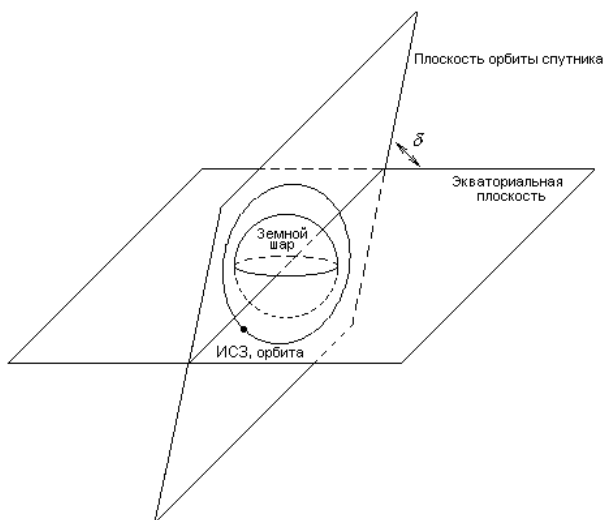


Рисунок 8.4 – Угол склонения орбиты ИСЗ  $\delta$

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 ( $g = 9,81 м / с^2$ ), с

радиусом Земли ( $R = 6370 \text{ км}$ ) и с угловой скоростью спутника ( $\varpi = 2\pi f_{об}$ ,  $f_{об}$  – частота обращения) следующим образом:

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

Геостационарная орбита (ГЕО) – 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 ( $c = 300000 \text{ км/с}$ ). Например, для двух абонентов, находящихся на экваторе непосредственно под спутником, задержка связи составляет:

$$t_3 = (2 \times 36000) / 300000 \approx 0,24 \text{ с}.$$

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, т.к. 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 (рисунок 8.5). Если угол возвышения мал, то связь невозможна из-за сильного поглощения радиоволны в атмосфере Земли (рисунок 8.6). 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 градусов бесполезны для связи.

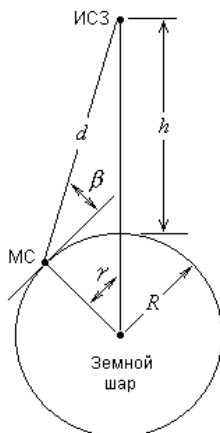


Рисунок 8.5 – Угол возвышения  $\beta$  (угол места)  
и угол охвата  $\gamma$  (геоцентрический угол)

Высокоэллиптические орбиты (НЕО) также не находят применения для организации персональной связи по тем же причинам,

что и GEO-орбиты (из-за необходимости больших мощностей передатчиков и остронаправленных антенн). Эти орбиты (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.

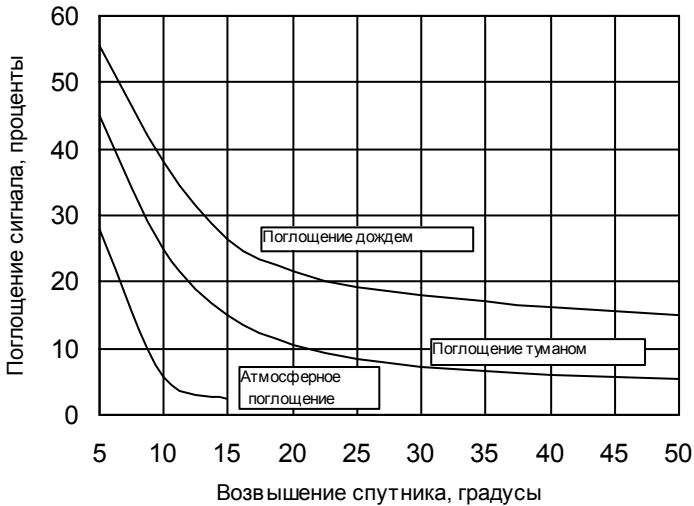


Рисунок 8.6 – Примерные зависимости ослабления сигнала в атмосфере

Средневысотные круговые орбиты (МЕО) имеют высоту 6000–12000 км. Если высота МЕО примерно 10000 км, то период обращения ИСЗ около 6 часов. Наклонение средневысотной орбиты выбирают 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 связь ИСЗ 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. рисунок 8.2). 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 г. Из-за большой стоимости разработки и внедрения системы в 1993 г. был образован международный консорциум, в состав которого вошло более 20 крупных компаний. В 1998 г. система Iridium начала успешно функционировать. Однако эксплуатация не оправдала оптимистических прогнозов, и в 2000 г. 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 г.

В таблице 8.4 приведены некоторые технические параметры LEO группировок СПСС Iridium и Globalstar.

Таблица 8.4 – 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	$\pm 70$ град. широты
Минимальный угол возвышения, град	8	20
Число лучей АФАР	48	16
Частоты мобильных линий связи (ИСЗ $\leftrightarrow$ МС), (приблизительно)	$\uparrow \downarrow 1,6$ ГГц (диапазон L)	$\uparrow 1,6$ (диапазон L) $\downarrow 2,5$ (диапазон S)
Частоты фидерных линий связи (ИСЗ $\leftrightarrow$ БЗС), (приблизительно)	$\uparrow 29,2$ ГГц (диапазон Ка) $\downarrow 19,5$ ГГц (диапазон Ка)	$\uparrow 5,1$ (диапазон С) $\downarrow 6,9$ (диапазон С)
Частоты межспутниковых линий связи (ИСЗ $\leftrightarrow$ 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.

## **9 ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ**

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 г., 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 г. 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 г.) 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 ИМТ-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 любой 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 ИМТ-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 таблице 9.1 приведены основные сравнительные характеристики различных поколений мобильной связи.

Таблица 9.1 – 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

### 9.1 5G – пятое поколение мобильной связи

5G (от англ. fifth generation — пятое поколение), IMT2020/5G — пятое поколение мобильной связи, действующее на основе стандартов телекоммуникаций, следующих за существующими стандартами 4G/IMT-Advanced. Телекоммуникационный стандарт связи нового поколения.

Технологии 5G должны о

мобильной связи, а также использование режимов device-to-device[en] (букв. «устройство к устройству», прямое соединение между абонентами), сверхнадёжные масштабные системы коммуникации между устройствами, а также меньшее время задержки, скорость интернета 1—2 Гбит/с, меньший расход энергии батарей, чем у 4G-оборудования, что благоприятно скажется на развитии Интернета вещей (англ. IoT).



### **Требования к стандарту**

- Качество связи
- Высокая средняя скорость передачи данных — до 1 Гб/с
- Среднее количество одновременных подключений — 1 млн на км<sup>2</sup>
- Задержка — до 1 мс
- Высокая энергетическая эффективность
- Безопасность для здоровья человека

### **Технологии 5G**

Одной из ключевых технологий для реализации сетей сотовой связи 5G является использование в составе базовых станций многоэлементных цифровых антенных решеток с количеством антенных элементов 128, 256 и более. Соответствующие системы получили наименование Massive MIMO.

Для повышения спектральной эффективности, наряду с пространственным мультиплексированием, в 5G могут использоваться разновидности технологии N-OFDM-сигналов.

### **История**

В июне 2015 года МСЭ разработал план развития технологии и определил её название — «IMT-2020». Высокоскоростной интернет по технологии 5G.

### **Тестирование**

- В июне 2014 года ZTE был первым поставщиком, предложившим концепцию Pre5G, и в марте 2015 года компания запустила базовую станцию Pre5G, объединяющую BBU и RRU на MWC в Барселоне.
- В России первые тесты технологии Pre-5G проведены в июне 2016 оператором связи «МегаФон» совместно с Huawei. В сентябре МТС при тестировании на канале связи с частотой 4,65—4,85 ГГц была достигнута скорость передачи данных 4,5 Гбит/с[14] при полосе 200 МГц.

- 22 сентября 2016 года «МегаФон» совместно с Nokia на бизнес-саммите в Нижнем Новгороде запустили мобильный Pre-5G-интернет. В ходе испытаний была достигнута скорость передачи данных 4,94 Гбит/с. Через построенную сеть передавался панорамный ролик в разрешении 8K Ultra HD (7680×4320 точек).
- 1 июня 2017 года «МегаФон» совместно с Huawei показали возможность передачи данных в сетях Pre-5G со скоростью 35 Гбит/с на частоте 70 ГГц.
- «Telecom Italia Mobile» планирует в 2018 году запустить мобильную сеть пятого поколения в Сан-Марино, обновив собственную 4,5G-инфраструктуру. Отдельные элементы сети 5G испытываются в Турине и Милане, но в Сан-Марино у оператора больше возможностей пользования эфиром из-за меньшей зарегулированности.
- В августе 2017 года «МТС» совместно с Nokia подготовили технологическую платформу (МГТС 10G-PON[en]) для подключения базовых станций 5G в Москве.
- «Национальный исследовательский институт технологий и связи» (НИИТС) проводит испытания и тестирования сетей 5G на российском оборудовании, занимаясь анализом радиочастотного спектра для стандарта 5G.
- 28 ноября 2017 года узбекистанский мобильный оператор «Uzmobile» совместно с ZTE на базе лаборатории Центра развития телекоммуникаций и персонала завершил лабораторный тест 5G в Ташкенте.
- Первые пилотные зоны сети связи 5G появятся в России в конце 2019 года[19]. Тестовую зону 5G-интернета планируется протестировать в 2019 году в Москве; площадкой выбрана территория Морозовской детской городской клинической больницы.

## **Внедрение**

- 1 октября 2018 года компания Verizon запустила сеть 5G в США[21][22]. В США администрация президента Д. Трампа планирует национализировать 5G-сети для большего контроля, а также для защиты от иностранного влияния.
- 5 апреля 2019 года Южная Корея стала первой страной, которая запустила коммерческие услуги пятого поколения 5G[24]. Стандарт сначала появился в крупнейших городах, в частности, в Сеуле, и за 2019 год будет расширен до 85 % городов.
- С 17 апреля 2019 г. связь 5G работает в 54 местах Женевы, Лозанны, Берна, Цюриха и др. городов Швейцарии. До конца 2019 г. компания Swisscom намерена охватить услугами 5G 90 % населения страны.
- 23 апреля 2019 года было объявлено, что компания China Unicom запустила тестовую сеть связи 5G в семи городах Китая.
- Для реализации системы важно располагать на улице передатчики на высоте выше двухэтажных автобусов. На практике это означает размещение аппаратуры на осветительных столбах, что привело даже к массовым судебным спорам (о цене и праве) в Великобритании.

Основные стандартизирующие организации сетей 5-го поколения: 3GPP, ETSI, IETF, ITU, 5GPPP, NGMN и IEEE.

## **Аппаратное обеспечение**

Производители сетевого оборудования и конечных потребительских устройств (базовых станций и абонентских терминалов), поддерживающих работу сетей 5-го поколения.

В конце 2018 года Intel представила модем XMM 8160 с поддержкой мобильных сетей пятого поколения наряду с 5G-

модемами от Qualcomm X50, Huawei Balong 5000 и MediaTek Helio M70. Samsung Exynos Modem 5100, представленный в августе 2018 года, является первым в мире модемом 5G, полностью соответствующим спецификациям стандарта 3GPP Release 15 (Rel.15) для мобильных сетей 5G New Radio (5G-NR) [30].

## **9.2 Связь 6G**

6G (от англ. sixth generation — шестое поколение) — шестое поколение мобильной связи, внедрение которого предполагается во второй половине 2020-х — 2030-е годы, на основе стандартов телекоммуникаций, следующих за стандартами 5G.

### **Текущие исследования и предполагаемые характеристики технологии**

По состоянию на середину 2018 года точные требования к технологии 6G ещё не определены[3]. Для того, чтобы сформулировать их, Международным союзом электросвязи была организована фокус-группа FG NET-2030.

В настоящее время исследованием технологий, которые претендуют на то, чтобы войти в состав 6G, занимается несколько исследовательских групп, чьи предложения и видение технологии конкурируют между собой. Их усилия на старте разработок ориентированы на использование технологий, которые не могли быть реализованы в сетях 5G, но предположительно станут доступны для внедрения индустрией в период внедрения следующего за 5G поколения технологий передачи данных.[4]

Среди исследователей 6G присутствуют межуниверситетский проект ComSenTer (США), исследовательская группа в университете Оулу (Финляндия), объявившая о запуске первого в мире[5] экспериментального сегмента инфраструктуры 6G 6Genesis, Юго-восточный университет (Southeast University) в китайской провинции Цзянсу[6].

Предполагается, что сети связи 6G будут использовать терагерцовый и субтерагерцовый диапазоны частот,[7] и обеспечивать существенно меньший уровень задержки при передаче данных, чем сети 5G.[8]

Одной из технологий, которая может быть реализована в 6-м поколении средств сотовой связи, является использование радиопотонных цифровых антенных решёток на базовых станциях в сочетании с технологией Massive MIMO.[3][7][9] При этом рассматриваются варианты базовых станций с антенными системами, формирующими порядка 250 лучей диаграммы направленности в рабочем секторе.[3]

В числе требований к сетям 6G зарубежные специалисты указывают скорость передачи данных от 100 Гбит/с до 1 Тбит/с,[1] при этом для управления сетями будут использоваться системы искусственного интеллекта [10].

В 2018 году Китай заявил о начале разработки стандарта мобильной связи 6G. [31]

## 10 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. 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. 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 к ее надежности), постоянно возрастают. Предпочтение на рынке труда имеют высококвалифицированные грамотные специалисты.

Обеспечение требуемого повышения уровня подготовки выпускников связано и с совершенствованием работы вуза, и с отношением студентов к учебе. ТУСУР, РТФ, кафедра РТС стремятся постоянно совершенствовать кадровый состав, обеспечивающий подготовку специалистов на современном уровне (с том числе и за счет высококлассных специалистов производства). Они совершенствуют материальную базу, стиль, методы обучения в соответствии с требованиями ФГОС 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, значительнее успехи в его работе и в обеспечении материального благополучия.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 592 с.
2. Иванов В.И., Гордиенко В.Н., Попов Г.Н. и др. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 231 с.
3. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учебное пособие. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 392 с.
4. Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 292 с.
5. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов /В.В. Крухмалев, В.Н. Гордиенко, А.Д. Моченов и др.; Под ред. В.Н. Гордиенко и В.В. Крухмалева. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 510с.
6. Тепляков И.М. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учеб. пособие. – М.: Радио и связь, 2004. – 328 с.
7. И. Шахнович. Современные технологии беспроводной связи. – М.: Тропосфера, 2004. – 168с.
8. Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети. – М.: Изд. Дом Вильямс, 2003. – 640 с.
9. Дингес С.И. Мобильная связь: Технология DECT. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 272 с.
10. Системы мобильной связи: Учебное пособие для вузов / В.П. Ипатов, В.К. Орлов, И.М. Самойлов, В.Н. Смирнов; под ред. В.П. Ипатова – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 272 с.
11. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов. / В.И. Иванов, В.Н. Гордиенко, Г.Н. Попов и др.; под ред. В.И. Иванова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 232 с.
12. Шиллер Й. Мобильные коммуникации. – М. – СПб. – Киев: Вильямс, 2002. – 384 с.
13. Маковеева М.М., Шинаков Ю.С. Системы связи с подвижными объектами: Учебн. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2002. – 440 с.
14. Гёлль П. Мобильные телефоны и ПК. – М.: ДМК Пресс, 2002. – 192 с.



15. Головин О.В. и др. Радиосвязь. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 288 с.
16. Карташевский В.Г., Семенов С.Н., Фирстова Т.В. Сети подвижной связи. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 299 с.
17. Мухин А.М., Чайников Л.С. Энциклопедия мобильной связи. – СПб.: Наука и техника, 2001. – 240 с.
18. Садченков Д.А. Техника и возможности СИ-БИ радиосвязи. – М.: Солон-Р, 2001. – 269 с.
19. Андрианов В.И., Соколов А.В. Сотовые, пейджинговые и спутниковые средства связи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 400 с.
20. Соколов А.В., Андрианов В.И. Альтернативы сотовой связи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 448 с.
21. Ратынский Н.В. Основы сотовой связи. – М.: Радио и связь, 2000. – 248 с.
22. Уайндер С. Справочник по технологиям и средствам связи. – М.: Мир, 2000. – 429 с.
23. Феер К. Беспроводная связь. Методы модуляции и расширения спектра: Пер. с англ. / Под ред. В.И. Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000. – 520 с.
24. Соловьев А.А. Пейджинговая связь. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 285 с.
25. Овчинников А.М., Воробьев С.В., Сергеев С.И. Открытые стандарты цифровой транкинговой радиосвязи. Серия изданий «Связь и бизнес». – М.: МЦНТИ ООО «Мобильные коммуникации», 2000. – 166 с.
26. Невдяев Л.М. Мобильная связь 3-го поколения. / Под ред. Ю.И. Горностаева. – М.: Серия изданий “Связь и бизнес”, 2000. – 208 с.
27. Лапшин Е.Н. Си-Би — радиосвязь для всех. – М.: Солон, 1997. – 208 с.
28. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. – М.: Международный центр научной и технической информации, 1996. – 239 с.
29. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. 1962–2002 годы. Исторический очерк / Под ред. В.Т. Петровой. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2002. – 175 с.

30. Электронный ресурс: <https://ru.wikipedia.org/wiki/5G> (Дата обращения: 30.05.2019 г.)
31. Электронный ресурс: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Связь\\_6G](https://ru.wikipedia.org/wiki/Связь_6G) (Дата обращения: 30.05.2019 г.)

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### БАНК КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

#### Раздел 2

#### КРАТКАЯ ИСТОРИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

#### 1. Кто впервые сконструировал оптический телеграф для передачи информации?

Варианты ответов:

А) Гульельмо Маркони	<b>З) Клод Шапп</b>
Б) Майкл Фарадей	И) Эдвин Хоуард Армстронг
В) Ханс Кристиан Эрстед	К) Николай Дмитриевич Папалекси
Г) Андре Мари Ампер	Л) Александр Степанович Попов
Д) Джеймс Кларк Максвелл	М) Ли де Форест
Е) Генрих Рудольф Герц	Н) Михаил Андреевич Бонч-Бруевич
Ж) Томас Алва Эдисон	О) Джон Бардин, Уолтер Браттейн

\* Здесь и далее жирным текстом выделены правильные ответы.

#### 2. Кто открыл явление электромагнитной индукции?

Варианты ответов:

А) Клод Шапп	З) Гульельмо Маркони
<b>Б) Майкл Фарадей</b>	И) Эдвин Хоуард Армстронг
В) Ханс Кристиан Эрстед	К) Николай Дмитриевич Папалекси
Г) Андре Мари Ампер	Л) Александр Степанович Попов
Д) Джеймс Кларк Максвелл	М) Ли де Форест
Е) Генрих Рудольф Герц	Н) Михаил Андреевич Бонч-Бруевич
Ж) Томас Алва Эдисон	О) Джон Бардин, Уолтер Браттейн

#### 3. Кто предсказал существование электромагнитных волн?

Варианты ответов:

А) Клод Шапп	З) Гульельмо Маркони
Б) Ли де Форест	И) Эдвин Хоуард Армстронг
В) Ханс Кристиан Эрстед	К) Николай Дмитриевич Папалекси
Г) Андре Мари Ампер	Л) Александр Степанович Попов
Д) Джеймс Кларк Максвелл	<b>М) Майкл Фарадей</b>

Е) Генрих Рудольф Герц	Н) Михаил Андреевич Бонч-Бруевич
Ж) Томас Алва Эдисон	О) Джон Бардин, Уолтер Браттейн

**4. Кто математически доказал существование электромагнитных волн и разработал теорию электромагнитного поля?**

Варианты ответов:

А) Клод Шапп	З) Гульельмо Маркони
Б) Майкл Фарадей	И) Эдвин Хоуард Армстронг
В) Ханс Кристиан Эрстед	К) Николай Дмитриевич Папалекси
Г) Андре Мари Ампер	Л) Александр Степанович Попов
<b>Д) Джеймс Кларк Максвелл</b>	М) Ли де Форест
Е) Генрих Рудольф Герц	Н) Михаил Андреевич Бонч-Бруевич
Ж) Томас Алва Эдисон	О) Джон Бардин, Уолтер Браттейн

**5. Кто впервые опытным путем доказал существование электромагнитных волн?**

Варианты ответов:

А) Клод Шапп	З) Гульельмо Маркони
Б) Майкл Фарадей	И) Эдвин Хоуард Армстронг
В) Ханс Кристиан Эрстед	К) Николай Дмитриевич Папалекси
Г) Андре Мари Ампер	Л) Александр Степанович Попов
Д) Джеймс Кларк Максвелл	М) Ли де Форест
Е) Томас Алва Эдисон	Н) Михаил Андреевич Бонч-Бруевич
<b>Ж) Генрих Рудольф Герц</b>	О) Джон Бардин, Уолтер Браттейн

**6. Кто в 1895 г. изобрел радио, то есть способ передачи информации на расстояние с использованием электромагнитных волн?**

Варианты ответов:

А) Клод Шапп	З) Гульельмо Маркони
Б) Майкл Фарадей	И) Эдвин Хоуард Армстронг
В) Ханс Кристиан Эрстед	К) Николай Дмитриевич Папалекси
Г) Андре Мари Ампер	<b>Л) Александр Степанович Попов</b>
Д) Джеймс Кларк Максвелл	М) Ли де Форест
Е) Генрих Рудольф Герц	Н) Михаил Андреевич Бонч-Бруевич
Ж) Томас Алва Эдисон	О) Джон Бардин, Уолтер Браттейн

**7. Кто в 1906 г. изобрел трехэлектродную лампу для усиления электрических колебаний?**

Варианты ответов:

А) Клод Шапп	З) Гульельмо Маркони
Б) Майкл Фарадей	И) Эдвин Хоуард Армстронг
В) Ханс Кристиан Эрстед	К) Николай Дмитриевич Папалекси
Г) Андре Мари Ампер	Л) Александр Степанович Попов
Д) Джеймс Кларк Максвелл	<b>М) Ли де Форест</b>
Е) Генрих Рудольф Герц	Н) Михаил Андреевич Бонч-Бруевич
Ж) Томас Алва Эдисон	О) Джон Бардин, Уолтер Браттейн

**8. Кто в 1918 г. изобрел супергетеродинный радиоприемник, в котором использовалось преобразование (понижение) частоты принятых радиосигналов.?**

Варианты ответов:

А) Клод Шапп	З) Гульельмо Маркони
Б) Майкл Фарадей	<b>И) Эдвин Хоуард Армстронг</b>
В) Ханс Кристиан Эрстед	К) Николай Дмитриевич Папалекси
Г) Андре Мари Ампер	Л) Александр Степанович Попов
Д) Джеймс Кларк Максвелл	М) Ли де Форест
Е) Генрих Рудольф Герц	Н) Михаил Андреевич Бонч-Бруевич
Ж) Томас Алва Эдисон	О) Джон Бардин, Уолтер Браттейн

**9. Кто предложил использовать в радиосвязи частотную модуляцию радиосигнала?**

Варианты ответов:

А) Клод Шапп	З) Гульельмо Маркони
Б) Майкл Фарадей	<b>И) Эдвин Хоуард Армстронг</b>
В) Ханс Кристиан Эрстед	К) Николай Дмитриевич Папалекси
Г) Андре Мари Ампер	Л) Александр Степанович Попов
Д) Джеймс Кларк Максвелл	М) Ли де Форест
Е) Генрих Рудольф Герц	Н) Михаил Андреевич Бонч-Бруевич
Ж) Томас Алва Эдисон	О) Джон Бардин, Уолтер Браттейн

**10. Кто в 1948 г. создал трехэлектродный полупроводниковый прибор (транзистор) для усиления электрических колебаний?**

Варианты ответов:

А) Клод Шапп	З) Гульельмо Маркони
Б) Майкл Фарадей	И) Эдвин Хоуард Армстронг
В) Ханс Кристиан Эрстед	К) Николай Дмитриевич Папалекси
Г) Андре Мари Ампер	Л) Александр Степанович Попов
Д) Джеймс Кларк Максвелл	М) Ли де Форест
Е) Генрих Рудольф Герц	Н) Михаил Андреевич Бонч-Бруевич
Ж) Томас Алва Эдисон	<b>О) Джон Бардин, Уолтер Браттейн</b>

### Раздел 3

#### ТУСУР. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ВУЗА

##### 1. В каком году образован РТФ, в каком из Томских вузов?

Варианты ответов:

а) В 1962 г. В ТПИ	д) В 1950 г. в ТИРиЭТ
б) В 1945 г. В ТПИ	е) В 1962 г. в ТИРиЭТ
в) В 1945 г. в ТГУ	<b>ж) В 1950 г. в ТПИ</b>
г) В 1945 г. в ТИРиЭТ	з) В 1962 г. в ТГУ

##### 2. Кто был первым ректором ТИРиЭТ?

Варианты ответов:

а) Ф.И. Пререгудов	д) Е.И. Фиалко
б) Г.И. Левашкин	е) К.М. Шульженко
в) В.С. Мелихов	ж) И.А. Сулов
<b>г) Г.С. Зубарев</b>	з) Е.Н. Силов

##### 3. В 1971 г. ТИРиЭТ был переименован.

Каким стало новое название вуза?

Варианты ответов:

а) ТАСУР	г) ТИРЭТ
<b>б) ТИАСУР</b>	д) ТГАСУ
в) ТУСУР	е) ТГУ

##### 4. Когда вуз получил третье название (был повторно переименован)?

Как при этом он стал называться?

Варианты ответов:

а) <b>1993. ТАСУР</b>	г) 1962. ТИРЭТ
-----------------------	----------------

б) 1971.ТИАСУР	д) 2000. ТГАСУ
в) 1997. ТУСУР	е) 1982. ТГУ

**5. Сколько названий имел ТУСУР?  
Каково его последнее название?**

Варианты ответов:

а) Одно. ТУСУР	г) <b>Четыре. ТУСУР</b>
б) Два. ТУСУР	д) Пять. ТУСУР
в) Три. ТАСУР	е) Шесть. ТУСУР

**6. Кто был первым ректором ТУСУР?  
Кто был вторым ректором ТУСУР ?**

Варианты ответов:

а) Г.С. Зубарев, Ф.И. Перегудов	г) Ф.И Перегудов, А.В. Кобзев
б) Ф.И Перегудов, И.П. Чучалин	д) <b>И.Н. Пустынский, А.В. Кобзев</b>
в) И.П. Чучалин, И.Н. Пустынский	е) И.П. Чучалин, А.В. Кобзев

**7. Сколько кафедр на РТФ ТУСУР?**

Варианты ответов:

а) Десять	д) <b>Пять</b>
б) Три	е) Шесть
в) Семь	ж) Восемь
г) Четыре	з) Девять

**8. Число специальностей  
подготовки инженеров на РТФ ТУСУР?**

Варианты ответов:

а) <b>Одна</b>	д) Пять
б) Две	ж) Шесть
в) Три	з) Семь
г) Четыре	и) Восемь

**9. Число профилей  
подготовки бакалавров на РТФ ТУСУР?**

Варианты ответов:

а) Один	д) Пять
б) Два	ж) Шесть
в) Три	з) Семь

г) Четыре	и) Восемь
-----------	-----------

**10. Число программ  
подготовки магистров на РФ ТУСУР?**

Варианты ответов:

а) Две	д) Десять
б) Четыре	ж) Двенадцать
в) Шесть	з) Четырнадцать
г) Восемь	и) Шестнадцать

**11. Какие кафедры РФ  
обеспечивают подготовку бакалавров по профилю  
«Системы мобильной связи»?**

Варианты ответов:

а) все кафедры РФ	в) кафедры ТОР, РТС, ТУ
б) кафедры ТОР, РТС, РЗИ	г) кафедра РТС
в) кафедры ТУ, СВЧиКР, РТС	д) кафедры РТС, ТОР, СВЧиКР, ТУ

**12. Какая кафедра РФ является профилирующей для  
направления «Инфокоммуникационные технологии и системы  
связи»?**

Варианты ответов:

а) РТС	в) РЗИ
<b>б) ТОР</b>	г) ТУ, РТС
в) ТУ	д) СВЧиКР

**12. Какая кафедра РФ является профилирующей для  
направления «Радиотехника»?**

Варианты ответов:

а) РТС	<b>в) РЗИ</b>
б) ТОР	г) ТУ, РТС
в) ТУ	д) СВЧиКР

**Раздел 4**

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



**1. Сколько часов в неделю отводится студенту для самостоятельной работы?**

Варианты ответов:

- а) Не менее 54 часов
- б) Не менее 60 часов
- в) **Не менее 27 часов**

**2. В какие промежутки времени максимальна работоспособность студента?**

Варианты ответов:

- а) **С 9 час. 30 мин. до 12 час. 00 мин.**
- б) С 6 час. 00 мин. до 10 час. 00 мин.
- в) **С 16 час. 30 мин. до 20 час. 00 мин.**
- г) С 20 час. 00 мин. до 24 час. 00 мин.
- д) С 10 час. 30 мин. до 14 час. 00 мин.
- е) С 22 час. 00 мин. до 02 час. 00 мин.

**3. Развитием какого вида внимания создаются необходимые предпосылки для производительного умственного труда?**

Варианты ответов:

- а) непроизвольного внимания
- б) **произвольного внимания**

**4. Какие из форм памяти не лимитируются возрастом?**

Варианты ответов:

- а) **Логическая память**
- б) «Механическая» конкретная память
- в) Конкретная память
- г) **Абстрактно-логическая память**

**5. Студентам с какими типами памяти особенно важна тишина при изучении нового материала?**

Варианты ответов:

- а) **Со зрительной памятью**

- б) Со слуховой памятью
- в) С моторной памятью

**6. Студентам с какими типами памяти особенно полезно конспектирование при изучении нового материала?**

Варианты ответов:

- а) Со зрительной памятью
- б) Со слуховой памятью
- в) С моторной памятью

**7. Перечислите основные способы уменьшения скорости забывания изучаемого материала.**

Варианты ответов:

- а) Развитие зрительной памяти
- б) **Периодическое повторение**
- в) Развитие моторной памяти
- г) **Практическое применение изученного материала**
- д) Перерывы в работе
- е) Чередование занятий так, чтобы материал последующих занятий был наименее сходен с предыдущим
- ж) Чередование занятий так, чтобы материал последующих занятий был наиболее сходен с предыдущим

**8. Для снижения ретроактивного торможения используют ...**

Варианты ответов:

- а) Развитие зрительной памяти
- б) Периодическое повторение материала
- в) Развитие моторной памяти
- г) Практическое применение изученного материала
- д) **Перерывы в работе**
- е) **Чередование занятий так, чтобы материал последующих занятий был наименее сходен с предыдущим**
- ж) Чередование занятий так, чтобы материал последующих занятий был наиболее сходен с предыдущим

## 9. Как целесообразно чередовать умственный труд с отдыхом?

Варианты ответов:

- а) **Делать кратковременные перерывы в умственной работе (по 5...10 минут после каждого часа работы) и полноценно использовать это время отдыха**
- б) Делать перерывы в умственной работе (по 20...30 минут после каждого часа работы) и полноценно использовать это время отдыха
- в) **После 3 ... 4 часов занятий делать более длительный отдых (в течение 30 ... 40 минут)**
- г) После 3 ... 4 часов занятий делать более длительный отдых (в течение 2...3 часов)
- г) Если дневная нагрузка была очень интенсивной и еще предстоит работа, целесообразно сделать «сонную паузу» на 2 ... 3 часа а затем сократить время ночного сна на 1...2 часа
- д) **Если дневная нагрузка была очень интенсивной и еще предстоит работа, целесообразно сделать «сонную паузу» на 25 ... 30 минут**
- е) Если дневная нагрузка была очень интенсивной и еще предстоит работа, целесообразно сделать «сонную паузу» на 2 ... 3 часа, лечь спать на 1,5...2 часа позднее, а на следующий день сделать подъем после ночного сна на 1,5...2 часа позднее

## 10. Как правильно организовать освещенность рабочего места?

Варианты ответов:

- а) Источник света должен находиться с правой стороны
- б) **Источник света должен находиться с левой стороны**
- в) **Свет должен падать сверху**
- г) Свет должен падать справа
- д) Свет должен падать слева
- е) Для лежачего рабочего места источник света должен находиться с левой стороны
- ж) Для лежачего рабочего места источник света должен находиться с правой стороны

## Раздел 5

### ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ

**1. Сколько семестров предусмотрено учебным планом очной формы обучения для освоения программы подготовки бакалавра по профилю «Системы мобильной связи»?  
Чем заканчивается последний семестр?**

Варианты ответов:

- а) Четыре. Сдачей государственного экзамена
- б) Восемь. Защитой ВКР**
- в) Десять. Сдачей государственного экзамена
- г) Десять. Защитой ВКР

**2. Почему одной из самых эффективных форм учебного процесса считаются лекции?**

Варианты ответов:

- а) Лектор - квалифицированный педагог, в совершенстве владеющий материалом, учитывающий при его изложении особенности и трудности освоения, связанные с уровнем подготовки слушателей**
- б) В лекциях всегда дается полное содержание дисциплины, которое трудно найти в учебниках
- в) Лекции позволяют в несколько раз сократить время на усвоение нового материала, т.к. при слушании и конспектировании лекции работают все три механизма памяти (слуховая память, моторная память и зрительная память)**
- д) На экзамены выносятся только те вопросы, которые излагались в лекциях (вопросы, вынесенные на самостоятельную проработку, не включаются в экзаменационные билеты)
- е) На лекциях существует обратная связь «лектор - студент», позволяющая оперативно выяснять появляющиеся вопросы по изучаемому (излагаемому) материалу**
- ж) Лектор дает четко структурированное изложение материала, с выделением целей и задач разделов, методики и анализа, с выводами, связанными с целью разделов**
- з) Конспектирование лекции «включает» один из самых эффективных в молодости механизмов памяти – моторную память, 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)

### **3. Практические занятия позволяют ...**

Варианты ответов:

- а) Закрепить теоретические знания**
- 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 рефлексы и получить навыки самостоятельного применения теории для решения практических задач**
- г) Научиться быстро находить в учебной литературе подобные решения и использовать их**
- д) Научиться получать правильные числовые результаты**
- е) Выработать привычку контролировать и критически оценивать получаемые результаты**

### **4. Составляя выводы по лабораторной работе, необходимо ...**

Варианты ответов:

- а) Сформулировать цель работы**
- б) Сделать анализ полученных результатов с позиций поставленной цели работы**
- в) Указать, какие закономерности подтверждены или выявлены, с какой точностью**
- г) Изложить предполагаемые причины погрешностей, если имели место отклонения от теоретических расчетов**

### **5. Подготовка к семинару включает ...**

Варианты ответов:

- а) Ознакомление с планом семинарского занятия**
- б) Работа над учебником и лекционным материалом**
- в) Изучение основной и дополнительной литературы и составление конспекта**
- г) Составление плана выступления**
- д) Составление реферата выступления**

## 6. При составлении плана самостоятельной работы необходимо ...

Варианты ответов:

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

## 7. Работа с литературой состоит из следующих основных этапов...

Варианты ответов:

- а) Чтения нужного раздела текста, ознакомления с содержанием соседних разделов, составления плана прочитанного, составления конспекта
- б) Предварительного ознакомления с содержанием книги (раздела или главы), углубленного чтения текста, составления плана прочитанного, составления конспекта (тезисов, рабочих записей и т. д.)**
- в) Предварительного ознакомления с содержанием книги (раздела или главы), составления плана излагаемого в книге материала, углубленного чтения текста, составления конспекта (тезисов, рабочих записей и т. д.)

## 8. Как следует осваивать терминологию изучаемой дисциплины?

Варианты ответов:

- а) По мере необходимости в процессе изучения дисциплины
- б) Освоить терминологию, а затем приступать к изучению дисциплины**
- в) Изучить основное содержание дисциплины, а затем это содержание привести в соответствие с терминологией

г) Продуктивность изучения не зависит от того, как осваивается терминология

### 9. При подготовке к экзаменам необходимо:

Варианты ответов:

- 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 конспектом лекций
- в) Помнить, что содержание экзамена определяется программой дисциплины**
- 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. На экзамене, получив билет...

Варианты ответов:

- а) Не торопитесь, внимательно прочитайте и вдумайтесь в поставленные вопросы, сопоставьте их с программой**
- б) Не торопитесь, внимательно прочитайте и вдумайтесь в поставленные вопросы, сопоставьте их с конспектом лекций
- в) Если считаете себя готовым, желательнее отвечать в течение первых 20 минут после чтения вопросов билета
- г) Не старайтесь немедленно отвечать на вопросы билета**
- д) Предстоящий ответ на билет оформите в виде краткого конспекта**
- е) Помните, что Вам необходимо показать: знание предмета, способность к логическому мышлению, умение четко излагать свои мысли, культуру речи**

## Раздел 6

**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?**

Варианты ответов:

А) пропорциональна $2r^2$	Г) пропорциональна $1/r^3$
Б) пропорциональна $1/r$	Д) пропорциональна $1/r^2$
В) пропорциональна $3r^3$	Е) пропорциональна

**2. Как связаны коэффициент усиления антенны и ширина диаграммы направленности антенны?**

Варианты ответов:

А) чем больше ширина диаграммы направленности антенны, тем больше коэффициент усиления антенны	В) ширина диаграммы направленности антенны не влияет на коэффициент усиления антенны
Б) если диаграмма направленности антенны имеет вид сферы (т.е. антенна излучает одинаково по всем направлениям), то коэффициент усиления антенны максимален	Г) чем меньше ширина диаграммы направленности антенны, тем больше коэффициент усиления антенны

**3. В чем заключается явление дифракции радиоволн?**

Варианты ответов:

А) в способности радиоволн «проходить» сквозь кирпичные стены	В) в способности радиоволн распространяться в космическом пространстве
Б) в способности радиоволн частично или полностью отражаться от препятствий	Г) в способности радиоволн огибать плавные препятствия



**4. От чего зависит «расстояние прямой видимости» при радиосвязи?**

Варианты ответов:

<b>А) от высоты подъема передающей антенны</b>	<b>В) от температуры воздуха в комнате, где находится приемник</b>
<b>Б) от высоты подъема приемной антенны</b>	<b>Г) от влажности воздуха в комнате, где находится приемник</b>

**5. К чему приводит интерференция (наложение) радиоволн из-за их многолучевого распространения?**

Варианты ответов:

<b>А) к быстрому разряду аккумулятора мобильного аппарата</b>	<b>В) к произвольному изменению во времени уровня принимаемого сигнала</b>
<b>Б) к быстрому заряду аккумулятора мобильного аппарата</b>	<b>Г) к выходу из строя мобильного аппарата</b>

**Раздел 7**

**КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ**

**1. Что относится к классификационным признакам мобильной связи?**

Варианты ответов:

<p><b>А) способ управления системой связи (централизованный или автономный)</b></p>	<p><b>Е) способ использования частотного ресурса, выделенного системе связи (жесткое закрепление каналов за определенными абонентами; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу и повторное использование частот за счет пространственного разнесения передатчиков)</b></p>
<p><b>Б) вид зоны обслуживания (радиальная; линейная; территориальная)</b></p>	<p><b>Ж) диапазон используемых частот</b></p>
<p><b>В) направленность связи (односторонняя связь; двусторонняя связь)</b></p>	<p><b>З) вид модуляции радиосигнала</b></p>
<p><b>Г) вид работы (симплекс; полудуплекс; частотный дуплекс, временной дуплекс)</b></p>	<p><b>И) число обслуживаемых абонентов</b></p>
<p><b>Д) метод множественного доступа (FDMA; TDMA; CDMA)</b></p>	<p><b>К) мощность передатчика мобильной станции</b></p>

## 2. Что относится к классификационным признакам мобильной связи?

Варианты ответов:

<p><b>А) способ управления системой связи (централизованный или автономный)</b></p>	<p><b>Е) способ использования частотного ресурса, выделенного системе связи (жесткое закрепление каналов за определенными абонентами; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу и повторное использование частот за счет пространственного разнесения передатчиков)</b></p>
<p><b>Б) вид зоны обслуживания (радиальная; линейная; территориальная)</b></p>	<p><b>Ж) диапазон используемых частот</b></p>
<p><b>В) направленность связи (односторонняя связь; двусторонняя связь)</b></p>	<p><b>З) вид модуляции радиосигнала</b></p>
<p><b>Г) вид работы (симплекс; полудуплекс; частотный дуплекс, временной дуплекс)</b></p>	<p><b>И) число обслуживаемых абонентов</b></p>
<p><b>Д) мощность передатчика базовой станции</b></p>	<p><b>К) вид передаваемой информации</b></p>

### 3. Что относится к классификационным признакам мобильной связи?

Варианты ответов:

<b>А) способ управления системой связи (централизованный или автономный)</b>	Е) мощность передатчика базовой станции
<b>Б) вид зоны обслуживания (радиальная; линейная; территориальная)</b>	<b>Ж) диапазон используемых частот</b>
<b>В) направленность связи (односторонняя связь; двусторонняя связь)</b>	<b>З) вид модуляции радиосигнала</b>
<b>Г) вид работы (симплекс; полудуплекс; частотный дуплекс, временной дуплекс)</b>	<b>И) число обслуживаемых абонентов</b>
<b>Д) метод множественного доступа (FDMA; TDMA; CDMA)</b>	<b>К) вид передаваемой информации</b>

#### 4. Что относится к классификационным признакам мобильной связи?

Варианты ответов:

<p><b>А) способ управления системой связи (централизованный или автономный)</b></p>	<p><b>Е) способ использования частотного ресурса, выделенного системе связи (жесткое закрепление каналов за определенными абонентами; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу и повторное использование частот за счет пространственного разнесения передатчиков)</b></p>
<p><b>Б) вид зоны обслуживания (радиальная; линейная; территориальная)</b></p>	<p><b>Ж) диапазон используемых частот</b></p>
<p><b>В) направленность связи (односторонняя связь; двусторонняя связь)</b></p>	<p><b>З) вид модуляции радиосигнала</b></p>
<p><b>Г) вид работы (симплекс; полудуплекс; частотный дуплекс, временной дуплекс)</b></p>	<p><b>И) мощность передатчика мобильной станции</b></p>
<p><b>Д) метод множественного доступа (FDMA; TDMA; CDMA)</b></p>	<p><b>К) вид передаваемой информации</b></p>

### 5. Что относится к классификационным признакам мобильной связи?

Варианты ответов:

<p>А) мощность передатчика мобильной станции</p>	<p>Е) способ использования частотного ресурса, выделенного системе связи (жесткое закрепление каналов за определенными абонентами; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу и повторное использование частот за счет пространственного разнесения передатчиков)</p>
<p>Б) вид зоны обслуживания (радиальная; линейная; территориальная)</p>	<p>Ж) диапазон используемых частот</p>
<p>В) направленность связи (односторонняя связь; двусторонняя связь)</p>	<p>З) вид модуляции радиосигнала</p>
<p>Г) вид работы (симплекс; полудуплекс; частотный дуплекс, временной дуплекс)</p>	<p>И) мощность передатчика базовой станции</p>
<p>Д) метод множественного доступа (FDMA; TDMA; CDMA)</p>	<p>К) вид передаваемой информации</p>

**6. Что относится к классификационным признакам мобильной связи?**

Варианты ответов:

<p><b>А) направленность связи (односторонняя связь; двусторонняя связь)</b></p>	<p><b>Е) способ использования частотного ресурса, выделенного системе связи (жесткое закрепление каналов за определенными абонентами; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу и повторное использование частот за счет пространственного разнесения передатчиков)</b></p>
<p><b>Б) вид зоны обслуживания (радиальная; линейная; территориальная)</b></p>	<p><b>Ж) диапазон используемых частот</b></p>
<p><b>В) мощность передатчика базовой станции</b></p>	<p><b>З) вид модуляции радиосигнала</b></p>
<p><b>Г) вид работы (симплекс; полудуплекс; частотный дуплекс, временной дуплекс)</b></p>	<p><b>И) число обслуживаемых абонентов</b></p>
<p><b>Д) метод множественного доступа (FDMA; TDMA; CDMA)</b></p>	<p><b>К) вид передаваемой информации</b></p>

## 7. Что относится к классификационным признакам мобильной связи?

Варианты ответов:

<p><b>А) вид работы (симплекс; полудуплекс; частотный дуплекс, временной дуплекс)</b></p>	<p><b>Е) способ использования частотного ресурса, выделенного системе связи (жесткое закрепление каналов за определенными абонентами; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу и повторное использование частот за счет пространственного разнесения передатчиков)</b></p>
<p><b>Б) вид зоны обслуживания (радиальная; линейная; территориальная)</b></p>	<p><b>Ж) диапазон используемых частот</b></p>
<p><b>В) направленность связи (односторонняя связь; двусторонняя связь)</b></p>	<p><b>З) вид модуляции радиосигнала</b></p>
<p><b>Г) мощность передатчика мобильной станции</b></p>	<p><b>И) число обслуживаемых абонентов</b></p>
<p><b>Д) метод множественного доступа (FDMA; TDMA; CDMA)</b></p>	<p><b>К) вид передаваемой информации</b></p>



### 8. Что относится к классификационным признакам мобильной связи?

Варианты ответов:

<b>А) способ использования частотного ресурса, выделенного системе связи (жесткое закрепление каналов за определенными абонентами; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу и повторное использование частот за счет пространственного разнесения передатчиков)</b>	<b>В) направленность связи (односторонняя связь; двусторонняя связь)</b>
	<b>Г) вид работы (симплекс; полудуплекс; частотный дуплекс, временной дуплекс)</b>
	<b>Д) метод множественного доступа (FDMA; TDMA; CDMA)</b>
	<b>Е) вид модуляции радиосигнала</b>
	<b>Ж) диапазон используемых частот</b>
<b>Б) вид зоны обслуживания (радиальная; линейная; территориальная)</b>	<b>З) мощность передатчика базовой станции</b>
	<b>И) мощность передатчика мобильной станции</b>
	<b>К) вид передаваемой информации</b>

**9. Что относится к классификационным признакам мобильной связи?**

Варианты ответов:

<p><b>А) вид работы (симплекс; полудуплекс; частотный дуплекс, временной дуплекс)</b></p>	<p><b>Е) способ использования частотного ресурса, выделенного системе связи (жесткое закрепление каналов за определенными абонентами; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу и повторное использование частот за счет пространственного разнесения передатчиков)</b></p>
<p><b>Б) вид зоны обслуживания (радиальная; линейная; территориальная)</b></p>	<p><b>Ж) диапазон используемых частот</b></p>
<p><b>В) направленность связи (односторонняя связь; двусторонняя связь)</b></p>	<p><b>З) вид модуляции радиосигнала</b></p>
<p><b>Г) мощность передатчика мобильной станции</b></p>	<p><b>И) число обслуживаемых абонентов</b></p>
<p><b>Д) метод множественного доступа (FDMA; TDMA; CDMA)</b></p>	<p><b>К) мощность передатчика базовой станции</b></p>

**10. Что относится к классификационным признакам мобильной связи?**

Варианты ответов:

<p><b>А) способ управления системой связи (централизованный или автономный)</b></p>	<p><b>Ж) способ использования частотного ресурса, выделенного системе связи (жесткое закрепление каналов за определенными абонентами; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу; возможность доступа абонентов к общему частотному ресурсу и повторное использование частот за счет пространственного разнесения передатчиков)</b></p>
<p><b>Б) вид зоны обслуживания (радиальная; линейная; территориальная)</b></p>	<p><b>З) диапазон используемых частот</b></p>
<p><b>В) направленность связи (односторонняя связь; двусторонняя связь)</b></p>	<p><b>И) вид модуляции радиосигнала</b></p>
<p><b>Г) вид работы (симплекс; полудуплекс; частотный дуплекс, временной дуплекс)</b></p>	<p><b>К) число обслуживаемых абонентов</b></p>
<p><b>Д) метод множественного доступа (FDMA; TDMA; CDMA)</b></p>	<p><b>Л) вид передаваемой информации</b></p>
<p><b>Е) мощность передатчика базовой станции</b></p>	<p><b>М) мощность передатчика станции</b></p>

## Раздел 8

## ВИДЫ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

## 1. Какому устройству соответствует термин «трансивер» (transceiver)?

Варианты ответов:

А) транзистор полевой	В) транковый телефон
Б) транзистор биполярный	Г) <b>приемопередатчик</b>

## 2. Что означает термин «Си-Би радиосвязь»?

Варианты ответов:

А) радиосвязь с использованием сотового телефона	В) радиосвязь с использованием пейджера
<b>Б) радиосвязь в гражданском диапазоне с использованием трансивера</b>	Г) радиосвязь с использованием искусственного спутника Земли

## 3. Что означает термин «пейджер»?

Варианты ответов:

А) приемник сигналов радиовещательных станций	Г) <b>приемник речевых сообщений</b>
<b>Б) приемник цифровых сообщений</b>	Д) приемник буквенно-цифровых сообщений
<b>В) приемник тональных сообщений</b>	Е) приемник сигналов телевещательных станций

#### 4. В чем заключается принцип транкинга?

Варианты ответов:

А) автоматическое предоставление мобильной станции двух свободных на данный момент дуплексных каналов связи	В) «ручная» настройка мобильной станции на два свободных на данный момент дуплексных канала связи
<b>Б) автоматическое предоставление мобильной станции одного из свободных на данный момент дуплексного канала связи</b>	Г) «ручная» настройка мобильной станции на один из свободных на данный момент дуплексных каналов связи

#### 5. Что такое «шаг сетки несущих частот»?

Варианты ответов:

А) величина, на которую различаются дуплексные частоты системы связи	В) величина, на которую различаются несущие частоты изображения и звука телевизионного передатчика
Б) величина, на которую различаются частоты силовой сети России (50 Гц) и USA (60 Гц)	<b>Г) величина, на которую различаются несущие частоты системы связи</b>

#### 6. Какой формулой можно характеризовать сетку несущих частот мобильной системы связи?

Варианты ответов:

А) $f_{ni} = f_0 + i \cdot \Delta f;$ $i = 0, 1, 2, 3, \dots$	В) $f_{ni} = f_0 + \frac{\Delta f}{i};$ $i = 0, 1, 2, 3, \dots$
Б) $f_{ni} = f_0 + i^2 \cdot \Delta f;$ $i = 0, 1, 2, 3, \dots$	Г) $f_{ni} = f_0 + (i^2 + 1) \cdot \Delta f;$ $i = 0, 1, 2, 3, \dots$

### 7. Что означает термин «дуплексный разнос частот»?

Варианты ответов:

А) различие между частотами, на которых одновременно ведется передача двух разных сигналов	В) различие между частотами, на которых одновременно ведется прием двух разных сигналов
Б) различие между частотами, на которых поочередно ведется прием одного сигнала и передача другого сигнала	<b>Г) различие между частотами, на которых одновременно ведется прием одного сигнала и передача другого сигнала</b>

### 8. Что означает термин «односайтовая» для транковой системы связи?

Варианты ответов:

<b>А) система имеет одну базовую станцию, связанную с ТФОП</b>	<b>В) система имеет одну базовую станцию, не связанную с ТФОП</b>
Б) система имеет несколько базовых станций, связанных с ТФОП	Г) система имеет несколько базовых станций, одна из которых связана с ТФОП

### 9. Какая система связи называется «сотовой»?

Варианты ответов:

А) система связи, имеющая одну базовую станцию, связанную с ТФОП	В) система, имеющая несколько базовых станций, расположенных в разных местах Земного шара
Б) система связи, имеющая одну базовую станцию, не связанную с ТФОП	<b>Г) система, имеющая несколько базовых станций, зоны обслуживания которых частично перекрываются</b>

### 10. От каких факторов зависит площадь зоны обслуживания базовой станции?

Варианты ответов:

<b>А) от мощности передатчика базовой станции</b>
<b>Б) от рельефа местности</b>
В) от количества мобильных станций, находящихся в зоне обслуживания базовой станции
<b>Г) от погодных условий</b>
<b>Д) от высоты подъема антенны базовой станции</b>

**11. Что означает термин «частотная группа» применительно к сотовой системе связи?**

Варианты ответов:

А) симплексные частотные каналы, на которых работает определенная базовая станция	В) дуплексные частотные каналы, на которых работают все базовые станции сотовой системы связи
Б) дуплексные частотные каналы, на которых работает определенная базовая станция	Г) симплексные частотные каналы, на которых работают все базовые станции сотовой системы связи

**12. В каком случае в сотовой системе связи возможно многократное (повторное) использование частотных групп?**

Варианты ответов:

А) если базовые станции территориально разнесены (на несколько сот) и соканальные помехи незначительны	В) если базовые станции находятся в разных городах
Б) если базовые станции находятся в граничащих (соседних) сотах	Г) если базовые станции находятся в разных странах

**13. Для чего в сотовых системах связи используется многократное (повторное) использование частотных групп?**

Варианты ответов:

А) для создания как можно большей зоны обслуживания каждой базовой станции сотовой системы связи	В) для создания как можно меньшей зоны обслуживания каждой базовой станции сотовой системы связи
Б) для создания сколь угодно большой зоны обслуживания многими базовыми станциями с использованием ограниченного частотного диапазона, выделенного системе связи	Г) для охвата обслуживанием как можно большего числа мобильных абонентов

**14. Что означает термин «кластер» применительно к сотовой системе связи?**

Варианты ответов:

А) кластер – это совокупность ячеек (сот), в которых возможен роуминг для мобильных абонентов	В) кластер – это совокупность ячеек (сот), в которых частотные группы не совпадают
Б) кластер – это совокупность ячеек (сот), в которых невозможен роуминг для мобильных абонентов	Г) кластер – это совокупность ячеек (сот), в которых частотные группы совпадают

**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?**

Варианты ответов:

А) для увеличения количества одновременно обслуживаемых абонентов на одном дуплексном канале связи
Б) для исключения одновременной работы передатчика и приемника мобильной станции
В) для того, чтобы сигнал достиг потребителя через одну минуту после момента передачи
Г) для выделения времени на обработку принятых от базовой станции сигналов
Д) для выделения времени на выполнение поступивших от БС команд управления

**16. Как называется процедура обеспечения непрерывности связи при перемещении мобильной станции из одной соты в другую?**

Варианты ответов:

А) хэндовер	В) ведение абонента
Б) аутентификация	Г) эстафетная передача абонента

**17. Что означает термин «трафик»?**

Варианты ответов:

А) совокупность базовых станций сотовой системы связи	В) совокупность передаваемых сообщений
Б) совокупность мобильных станций сотовой системы связи	Г) поток информационного обмена

**18. Что означает термин «роуминг» в сотовой телефонии?**

Варианты ответов:



А) предоставление мобильной станции каналов связи при ее нахождении вне собственной сети	В) совокупность базовых станций сотовой системы связи
Б) совокупность мобильных станций сотовой системы связи	Г) совокупность шлюзовых станций

**19. Что означает термин «аутентификация» в сотовой телефонии?**

Варианты ответов:

А) процедура выявления законности пользования абонентским аппаратом	В) процедура включения мобильного аппарата
<b>Б) процедура автоматической проверки наличия прав мобильной станции на пользование услугами сотовой связи</b>	<b>Г) процедура подтверждения подлинности абонента системы подвижной связи</b>

**20. Что означает термин «идентификация» в сотовой телефонии?**

Варианты ответов:

А) процедура включения мобильного аппарата	В) процедура подтверждения подлинности абонента системы подвижной связи
<b>Б) процедура выявления законности пользования абонентским аппаратом</b>	Г) процедура автоматической проверки наличия прав мобильной станции на пользование услугами сотовой связи

**21. Какие возможности предоставляет электронная SIM-карта стандарта GSM?**

Варианты ответов:

А) эксплуатировать любой мобильный телефон стандарта GSM с любой SIM-картой	В) оператору связи блокировать SIM-карту (в случае ее утери или похищения) и исключать работу любого мобильного телефона с данной SIM-картой
Б) производить сеансы связи с использованием мобильных телефонов других стандартов	Г) исключить возможность использования данной SIM-карты посторонними лицам при незнании PIN-кода

**22. Каково основное достоинство глобальной системы персональной спутниковой связи?**

Варианты ответов:

А) возможность доставки информации абонентам в любую точку земного шара	В) возможность доставки информации абонентам в любую погоду
Б) возможность доставки информации абонентам, находящимся в движущихся автомобилях	Г) возможность доставки информации абонентам в любое время суток

**23. Как влияет высота круговой орбиты искусственного спутника Земли (ИСЗ) на период его обращения вокруг Земли?**

Варианты ответов:

А) высота орбиты ИСЗ не влияет на период его обращения вокруг Земли	В) чем меньше высота орбиты ИСЗ, тем больше период его обращения вокруг Земли
Б) если высота орбиты ИСЗ больше, чем $3,14 \cdot R$ (где $R$ – радиус Земли), то период его обращения вокруг Земли не зависит от высоты орбиты	Г) чем меньше высота орбиты ИСЗ, тем меньше период его обращения вокруг Земли

**24. Какие ИСЗ кажутся наблюдателю на Земле неподвижными?**

Варианты ответов:

А) GEO-спутники	В) LEO-спутники
Б) НEO-спутники	Г) МEO-спутники

### 25. Что такое «склонение орбиты ИСЗ»?

Варианты ответов:

А) угол между направлениями на Солнце и Полярную звезду в месте расположения мобильной станции	В) угол между направлениями на Солнце и Луну в месте расположения мобильной станции
<b>Б) угол между экваториальной плоскостью Земли и плоскостью орбиты ИСЗ</b>	Г) угол между центральным лучом диаграммы направленности антенны ИСЗ и касательной плоскостью к поверхности Земли в месте расположения мобильной станции

### 26. Что такое «угол возвышения ИСЗ»?

Варианты ответов:

А) угол между экваториальной плоскостью Земли и плоскостью орбиты ИСЗ	<b>В) угол между центральным лучом диаграммы направленности антенны ИСЗ и касательной плоскостью к поверхности Земли в месте расположения мобильной станции</b>
Б) угол между направлениями на Солнце и Полярную звезду в месте расположения мобильной станции	Г) угол между направлениями на Солнце и Луну в месте расположения мобильной станции

### 27. Как зависит от угла возвышения ИСЗ поглощение сигнала в атмосфере Земли?

Варианты ответов:

<b>А) чем меньше возвышение ИСЗ, тем больше поглощение сигнала</b>	В) от возвышения ИСЗ поглощение сигнала не зависит
Б) чем больше возвышение ИСЗ, тем больше поглощение сигнала	Г) если возвышение ИСЗ больше 8 градусов, то поглощение сигнала растет; если возвышение меньше 8 градусов, то поглощение уменьшается

**28. На каких высотах над поверхностью Земли находятся радиационные пояса Ван Аллена?**

Варианты ответов:

А) внутренний пояс – на высотах 2000-3000 км, средний пояс – на высотах 7000-8000 км, внешний пояс – на высотах 15000-17000 км	В) внутренний пояс – на высотах 2000-6000 км, средний пояс – на высотах 10000-12000 км, внешний пояс – на высотах 15000-30000 км
Б) внутренний пояс – на высотах 2000-6000 км, внешний пояс – на высотах 15000-30000 км	Г) внутренний пояс – на высотах 2000-3000 км, внешний пояс – на высотах 15000-17000 км

**29. По каким причинам в системах персональной спутниковой связи не используются GEO-спутники?**

Варианты ответов:

А) из-за большой задержки сигнала на трассе Земля-ИСЗ-Земля
Б) из-за того, что период обращения GEO-спутника вокруг Земли равен 24 часам
В) из-за малого угла возвышения GEO-спутника
Г) из-за необходимости использования мощных передатчиков и остронаправленных антенн в мобильных телефонах

**30. По каким причинам для персональной спутниковой связи в основном используются LEO-спутники?**

Варианты ответов:

А) из-за того, что низковысотные круговые орбиты лежат внутри (ниже) первого радиационного пояса Ван Аллена	В) из-за того, что задержка радиосигнала на трассе Земля-ИСЗ-Земля незначительна (незаметна при телефонной связи)
Б) из-за того, что в этом случае необходима относительно малая мощность передатчика абонентского аппарата (0,4-0,5 Вт)	Г) из-за того, что срок службы LEO-спутников меньше, чем у MEO-спутников

**31. Какие частотные каналы связи  
в персональной спутниковой связи  
называют мобильными линиями связи?**

Варианты ответов:

А) частотные каналы связи между ИСЗ и БЗС	В) частотные каналы связи между спутниками одной группировки
Б) частотные каналы связи между спутниками разных группировок	Г) частотные каналы связи между ИСЗ и МС

**32. Какие частотные каналы связи  
в персональной спутниковой связи  
называют фидерными линиями связи?**

Варианты ответов:

А) частотные каналы связи между ИСЗ и БЗС	В) частотные каналы связи между спутниками одной группировки
Б) частотные каналы связи между спутниками разных группировок	Г) частотные каналы связи между ИСЗ и МС

**33. В чем преимущество  
систем персональной спутниковой связи  
с межспутниковыми линиями связи?**

Варианты ответов:

А) системы с межспутниковыми линиями связи имеют большее количество шлюзовых наземных станций	В) системы с межспутниковыми линиями связи не имеют шлюзовых наземных станций
Б) системы с межспутниковыми линиями связи имеют меньшее количество шлюзовых наземных станций	Г) межспутниковые линии позволяют организовать связь между мобильными абонентами из различных зон земного шара без наземных сетей

## Раздел 9

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ**

**1. Какой процент земной поверхности  
могут обслуживать наземные сети мобильной связи?**

Варианты ответов:

A) 5%	<b>B) 20%</b>
B) 50%	Г) 100%

**2. Какой процент земной поверхности  
могут обслуживать спутниковые сети мобильной связи?**

Варианты ответов:

A) 5%	B) 20%
<b>B) 50%</b>	<b>Г) 100%</b>

**3. Как называется грандиозный проект настоящего времени  
по развитию глобальной мобильной связи?**

Варианты ответов:

<b>A) проект IMT-2000 (International Mobile Telecommunications — Международные мобильные телекоммуникации)</b>	B) проект GSM (Global System for Mobile Communication — глобальная система мобильной связи)
B) проект TACS (Total Access Communication System — коммуникационная система тотального доступа)	Г) проект NMT (Nordic Mobile Telephone — Скандинавская мобильная телефонная система)

**4. Какие системы сотовой мобильной связи относят к первому поколению?**

Варианты ответов:

<b>А) аналоговые системы сотовой связи, работающие по технологии FDMA</b>	В) цифровые системы сотовой связи, работающие по технологии CDMA
Б) цифровые системы сотовой связи, работающие по технологии TDMA	Г) цифровые спутниковые системы сотовой связи, работающие по технологии FDMA / TDMA

**5. Каковы прогнозируемые годы эксплуатации второго поколения мобильной связи?**

Варианты ответов:

А) 2012-2025 гг.	В) 2002-2020 гг.
Б) 2000-2015 гг.	Г) <b>1995-2015 гг.</b>

**6. Каковы прогнозируемые годы эксплуатации третьего поколения мобильной связи?**

Варианты ответов:

А) 2012-2025 гг.	<b>В) 2002-2020 гг.</b>
Б) 2000-2015 гг.	Г) 1995-2015 гг.

**7. Каковы прогнозируемые годы эксплуатации четвертого поколения мобильной связи?**

Варианты ответов:

<b>А) 2012-2025 гг.</b>	В) 2002-2020 гг.
Б) 2000-2015 гг.	Г) 1995-2015 гг.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. История зарождения и развития радиотехники.
2. Кто и при каких обстоятельствах изобрел радио?
3. Радиоприемник. Основные составные части и их функции.
4. Применение искусственных спутников Земли для непосредственного телевизионного вещания.
5. Компьютер. Основные составные части и их функции. От чего зависит скорость передачи информации в компьютерных сетях?
6. Компьютерные вирусы и борьба с ними.
7. Мобильный доступ к сети INTERNET.
8. Защита информации в компьютерных сетях.
9. Принципы и методы определения скорости объектов в радиолокации.
10. Радиоразведка и радиопротиводействие.
11. Радионавигация с использованием ИСЗ.
12. Радиорелейная связь.
13. Особенности систем Си-Би радиосвязи.
14. Особенности систем пейджинговой радиосвязи.
15. Особенности транкинговых систем связи.
16. Радиотелефонные удлинители (бесшнуровые телефоны).
17. Принципы сотовой связи.
18. Действие электромагнитных излучений на биологические объекты.
19. Принципы работы и построения передающих и приемных антенн.
20. Что такое антенная решетка? Чем она отличается от обычной антенны?
21. Поляризация радиоволн и ее применение в системах телекоммуникации.
22. Принципы аналогового звукового радиовещания.
23. Принципы цифрового звукового радиовещания.
24. Телевизор. Основные составные части и их функции.
25. Принципы черно-белого телевидения и цветного телевидения.



26. Принципы цифрового телевидения.
27. Передающие и приемные телевизионные трубки.
28. Что такое и как осуществляется ТЕЛТЕКСТ?
29. Применение искусственных спутников Земли для коллективного телевизионного вещания.
30. Аналоговый аудиоманитофон. Основные составные части и их функции.
31. Цифровой аудиоманитофон. Основные составные части и их функции.
32. Аналоговый видеоманитофон. Основные составные части и их функции.
33. Цифровой видеоманитофон. Основные составные части и их функции.
34. Нейрокомпьютер. Чем он отличается от обычного компьютера?
35. Модемы. Назначение и решаемые задачи.
36. Компьютерная сеть INTERNET.
37. Методы, устройства и системы промышленного шпионажа.
38. Роль радиотехнических систем в современном обществе. Разнообразие современных радиотехнических систем.
39. Принципы радиолокации.
40. Применение радиолокации в военных целях.
41. Дальняя радиолокация межконтинентальных баллистических ракет.
42. Применение радиолокации в народном хозяйстве.
43. Применение радиоэлектроники в метеорологии.
44. Применение радиолокации в космосе.
45. Принципы пассивной радиолокации и радиотехнической разведки.
46. Наведение ракет на цель радиотехническими методами.
47. Принципы наведения ракет и других летательных аппаратов.
48. Радиовзрыватели. Принципы их работы и применение.
49. Радиотеплокация.
50. Радионавигация.
51. Особенности систем аналоговой сотовой телефонии.
52. Особенности систем цифровой сотовой телефонии.
53. Особенности спутниковых систем персонального вызова.

54. Особенности лазерного излучения и его отличие от обычного света.
55. Что такое лазерное оружие, принципы его действия и особенности применения.
56. Поляризация света. Применение поляризационных фильтров в стереоскопическом кино.
57. Глобальные радионавигационные системы НАВСТАР и ГЛОНАСС.
58. Радионавигация морских судов.
59. Радионавигация самолетов.
60. Мониторинг земной поверхности из космоса.
61. Радиоастрономия.
62. Радиотехнические способы исследования планет и их спутников.
63. Системы акустической локации и связи для подводных объектов.
64. Радиосистемы аэропортов.
65. Цифровые системы передачи информации.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В СТАНДАРТЫ СВЯЗИ

