

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра радиоэлектронных средств

СИСТЕМОТЕХНИКА

Методические указания и контрольные задания
для студентов специальности
I-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности»
заочной формы обучения

Минск 2008

УДК 621.391 (076)
ББК 32.811 я7
С 40

С о с т а в и т е л ь
П. П. Лычук

Системотехника : метод. указания и контрольные задания для студ. спец. I-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности» заоч. формы обуч. / сост. П. П. Лычук. – Минск : БГУИР, 2008. – 28 с.

Приводится программа дисциплины «Системотехника», даются методические указания к изучению учебного материала, перечень основных контрольных вопросов к каждому разделу дисциплины, тематика лабораторных работ, задания для контрольных работ и вопросы к экзамену.

УДК 621.391 (076)
ББК 32.811 я7

© Лычук П. П., составление, 2008
© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2008

Введение

Учебная дисциплина «Системотехника» в образовании инженера по приборостроению занимает особое место. При ее изучении студент впервые сталкивается с комплексным использованием знаний, полученных при изучении таких дисциплин, как «Высшая математика», «Физика», «Основы радиоэлектроники» и других технических дисциплин, предусмотренных планом специальности «Техническое обеспечение безопасности».

Обобщая, систематизируя и развивая знания студентов, учебная дисциплина «Системотехника» формирует у студентов системный подход к проектированию радиоэлектронных средств, методы которых анализируются в дисциплинах, завершающих радиотехническое образование инженера.

Поэтому очень важно сформировать у студентов навыки грамотного проектирования и эксплуатации высокоэффективных систем различной сложности и назначения, которые будут четко представлять взаимосвязь всех процессов, происходящих в этих системах.

Учебная дисциплина изучается один семестр. Учебным планом предусмотрены аудиторные занятия в виде лекций, лабораторные работы, а также выполнение домашней контрольной работы. Форма отчетности по учебной дисциплине «Системотехника» – экзамен.

Данные методические указания предназначены для студентов специальности «Техническое обеспечение безопасности» заочной формы обучения, однако будут полезны и студентам дневной формы обучения.

1. Цели и задачи изучения дисциплины, ее место в учебном процессе

1.1. Цель изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Системотехника» является формирование у студентов знаний, навыков и умений, позволяющих им осуществлять схемотехническое проектирование и конструирование радиоэлектронных систем и комплексов различного назначения, отдельных блоков и узлов на основе современных методов анализа и синтеза.

Изучение дисциплины «Системотехника» обеспечивает понимание основ физических процессов и явлений, происходящих в радиоэлектронных системах, формирует у студентов знание принципов их работы, элементной базы, перспектив развития, методов инженерного расчета как отдельных узлов, так и систем в целом, а также умение использовать полученные знания при разработке и эксплуатации современных радиоэлектронных систем.

1.2. Задачи изучения дисциплины

Основная задача дисциплины – обеспечить усвоение студентами теоретических знаний принципов работы радиоэлектронных систем, привить навыки их схемотехнической реализации.

В результате усвоения дисциплины студент должен:

– знать теоретические основы и уровень развития современных радиоэлектронных систем различного назначения, тенденции и перспективы их развития;

– уметь пользоваться специальной литературой, производить анализ и расчеты, необходимые для проектирования, исследования и испытания систем различного назначения, находить взаимопонимание при работе в коллективах со специалистами смежных специальностей: схемотехниками, системотехниками, конструкторами, технологами, разработчиками радиоэлектронных схем, специалистами в области вычислительной техники, инженерами-программистами и др.;

– иметь представление об областях применения систем различного назначения, структурах их устройств, условиях эксплуатации и экономических факторах, современной элементной базе систем и методах их проектирования.

1.3. Рекомендации по изучению дисциплины

Изучение дисциплины «Системотехника» базируется на физико-математической подготовке студентов, которую они получают при изучении дисциплин «Высшая математика» и «Физика», на знании методов анализа электрических цепей, с которыми студенты знакомятся при изучении дисциплин «Основы радиоэлектроники» и «Радиоэлектронные устройства», на знании принципов работы, построения, проектирования и применения аналоговых и цифровых устройств, изучаемых в дисциплине «Схемотехника аналоговых и цифровых устройств».

При проведении учебных занятий необходимо обеспечивать глубокое усвоение студентами основ теории устройств и работы радиосистем, творческий подход к изучаемому материалу. Учитывая место дисциплины в учебном плане, при чтении лекций следует ориентировать студентов на понимание физических основ явлений, происходящих в радиоэлектронных системах, на логику их работы.

1.4. Распределение учебной дисциплины по разделам

Введение. Общие сведения о радиотехнических системах.

Раздел 1. Общие принципы построения многоканальных систем передачи.

Раздел 2. Принципы формирования канальных сигналов в системах передачи с частотным разделением каналов.

Раздел 3. Принципы построения и особенности работы систем передачи с временным разделением каналов.

Раздел 4. Общие принципы формирования и передачи сигналов в цифровых системах передачи.

Раздел 5. Общие принципы и особенности построения систем радиосвязи.

Раздел 6. Принципы построения сетей и систем радиосвязи.

Раздел 7. Основные принципы построения радиолокационных и радионавигационных систем.

Раздел 8. Системы радиуправления.

Раздел 9. Системы оптической локации.

Заключение.

2. Содержание дисциплины, методические указания и контрольные вопросы

Введение

Общие сведения о радиотехнических системах. Основные определения. Отличительный признак радиосистемы. Понятие радиосигнала. Классификация радиосистем. Функциональное назначение систем. Показатели качества систем. Общая модель радиотехнической системы. Переносчики информации и помехи в радиотехнических системах.

Методические указания

Радиотехнической системой называют совокупность устройств, предназначенных для передачи, извлечения, обработки и накопления определенной информации, с использованием радиоволн. Радиотехнические системы отличаются наличием радиоканала, состоящего из источника радиоволн, являющихся носителем информации, среды, в которой распространяются радиоволны, и приемника, извлекающего информацию посредством соответствующей обработки радиоволн, достигающих его антенны. Радиоволны, несущие информацию, называют *радиосигналом*. Следовательно, характерным признаком радиосистемы является использование радиосигнала в качестве носителя информации. По назначению информации радиосистемы можно подразделить на системы передачи, извлечения и разрушения информации, системы радиуправления.

К системам передачи информации относят системы радиосвязи (одноканальная, многоканальная, радиорелейная, спутниковая), телеметрии, передачи команд, радиовещания, телевидения, включая спутниковое.

К системам извлечения информации относят радиолокационные и радионавигационные системы, системы радиоастрономии, радионаблюдения поверхности Земли и других планет, радиоразведки.

К системам разрушения информации относят системы радиопротиводействия, предназначенные для создания помех радиосистемам противника.

К системам радиуправления относят системы, предназначенные для управления работой различных объектов (включая и космические) с помощью радиосигналов.

Для создания и эксплуатации радиосистем различных назначений используется диапазон радиоволн от дециметровых ($\lambda = 10 \dots 100$ км) до децимиллиметровых ($\lambda = 0,1 \dots 1$ мм), а также оптический диапазон для создания и экс-

плуатации лазерных систем, по принципу действия и назначению подобных радиотехнических систем. Использование определенного диапазона для систем различного назначения регламентировано международной комиссией распределения радиочастот.

Качество работы системы оценивают по ее основным тактико-техническим характеристикам: зоне действия, точности, разрешающей способности, пропускной способности или быстродействию, помехозащищенности, надежности.

Кроме радиоволн, несущих полезную информацию, на реальные системы и канал распространения радиоволн действуют помехи различной природы. К ним относятся:

- *атмосферные* – обусловленные грозовыми разрядами и изменчивостью физических свойств атмосферы;
- *индустриальные* – связанные с эксплуатацией электроустановок различного назначения;
- *межсистемные* – создаваемые посторонними радиосредствами и неизбежные вследствие тесноты в эфире;
- *преднамеренные* – умышленно излучаемые объектами для противодействия работе систем и др.

Поэтому задачей разработчиков радиосистем является достижение необходимой помехоустойчивости к тем или иным видам помех.

Основными литературными источниками при изучении этого раздела являются [2, 3, 4, 5, 7, 14].

Контрольные вопросы

1. Какую совокупность устройств называют радиотехнической системой?
2. Назовите отличительные признаки радиосистемы.
3. Что такое радиосигнал?
4. Назовите признаки классификации радиосистем.
5. Какие системы называются системами передачи информации?
6. Какие системы относятся к системам извлечения информации?
7. Для чего предназначены системы разрушения информации?
8. Какова цель создания систем радиуправления?
9. Назовите диапазоны электромагнитных волн, используемых радиосистемами и лазерными системами.
10. По каким параметрам оценивают качество работы систем?
11. Назовите виды помех, действующих на систему и среду распространения радиоволн.
12. Что такое помехоустойчивость системы?

Раздел 1. Общие принципы построения многоканальных систем передачи

Обобщенная структурная схема многоканальной системы передачи. Преобразование первичных сигналов в каналные сигналы. Получение многоканального или группового сигнала. Аддитивные и комбинационные системы передачи. Линейные и нелинейные разделяющие устройства. Основные задачи техники многоканальных систем передачи. Состав современных многоканальных систем передачи. Методы разделения каналных сигналов. Метод уравновешенного моста. Схемы Пикара. Принципы линейного разделения сигналов. Обобщенная структурная схема линейной аддитивной многоканальной системы передачи.

Методические указания

Многоканальной системой передачи называют совокупность технических средств, обеспечивающих одновременную и независимую передачу однотипных или разнотипных сообщений от N -источников к N -получателям на одной линии связи (физической среде распространения сигналов). Обобщенная структурная схема N -канальной системы передачи (СП) приведена на рис. 1.

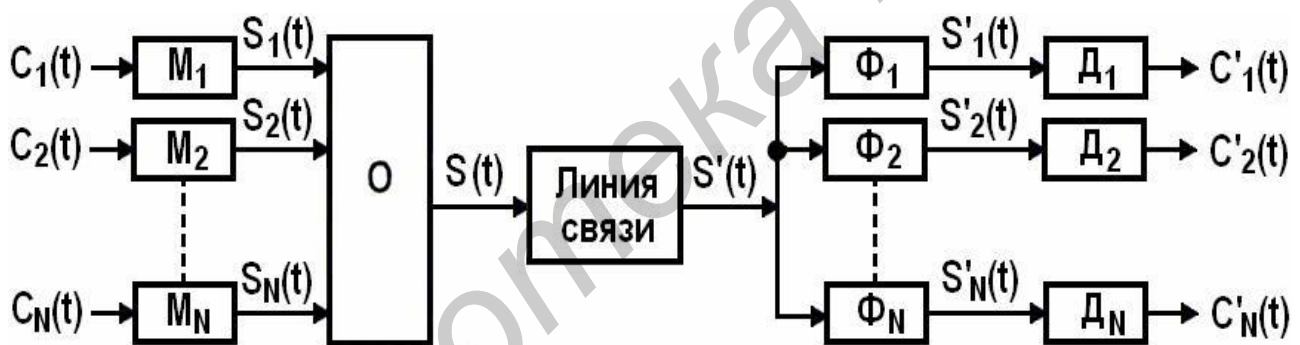


Рис. 1. Обобщенная структурная схема многоканальной системы передачи

Первичные сигналы $C_i(t)$, время существования и спектры частот которых могут частично или полностью перекрываться, поступают в передающую часть системы передачи, где с помощью устройств M_i преобразуются в каналные сигналы $S_i(t)$.

Многоканальный, или *групповой сигнал* $S(t)$ получается объединением каналных сигналов. В частности его можно получить суммированием каналных сигналов:

$$S(t) = \sum_{i=1}^N S_i(t).$$

СП, в которых групповой сигнал получается суммированием каналных сигналов, называют *аддитивными*. СП, в которых при формировании группо-

вого сигнала используются другие операции, называют *комбинационными*. Современные многоканальные системы передачи в основном являются аддитивными.

Разделение группового сигнала на отдельные каналные сигналы осуществляется *разделяющими устройствами* Φ_i . Разделяющие устройства Φ_i могут быть линейными и нелинейными. СП считается *линейной*, если разделяющие устройства являются линейными четырехполюсниками с постоянными или переменными параметрами. Если разделяющие устройства – нелинейные четырехполюсники, то такие СП называют *нелинейными*. В основном применяются СП с линейным разделением каналов (сигналов).

Основные требования, предъявляемые при проектировании СП, сводятся к созданию систем, обеспечивающих заданное число каналов, требуемое качество передачи, надежность, эффективность и дальность связи.

Методы формирования каналных сигналов и их разделения классифицируются на простейшие, когда первичные сигналы передаются без преобразований, и методы, основанные на дополнительном преобразовании первичных сигналов в каналные с наделением их определенными признаками.

Наиболее простым методом разделения каналных сигналов является метод *уравновешенного моста*. Дополнительные цепи, образованные методом уравновешенного моста, называются *искусственными* или *фантомными*.

Наибольшее применение нашли искусственные цепи на основе дифференциальных трансформаторов, известные как схемы Пикара. Искусственные схемы применяют как вспомогательные совместно с более совершенными методами разделения каналных сигналов. Одним из них является принцип линейного разделения сигналов. Как следует из рис. 1, в устройствах M_i осуществляется формирование отличающихся друг от друга каналных сигналов $S_i(t)$. Преобразование первичного сигнала $C_i(t)$ в каналный сигнал $S_i(t)$ можно в общем виде описать выражением

$$S_i(t) = M_i[C_i(t)],$$

где M_i – оператор, осуществляющий преобразование i -го первичного сигнала в i -й каналный сигнал.

Как правило, преобразование M_i осуществляется путем модуляции сигналом $C_i(t)$ некоторого сигнала $y_i(t)$, называемого *переносчиком*.

Следовательно, для получения линейно независимых каналных сигналов необходимо использовать линейно независимые переносчики $y_i(t)$, так как каналные сигналы представляют собой модулированные переносчики.

Функционирование системы передачи возможно при синхронном воздействии переносчиков на устройства преобразования M . Для этого на передающей стороне в групповой сигнал вводится *синхросигнал*, а на приемной стороне он выделяется из группового сигнала.

В качестве литературы рекомендуются источники [1, 5, 6, 8, 9].

Контрольные вопросы

1. Дайте определение многоканальной системы передачи.
2. Что представляют собой канальные сигналы?
3. Что представляет собой групповой сигнал?
4. Какие СП называются аддитивными?
5. Какие СП называются комбинационными?
6. Какие СП называются линейными?
7. Какие СП называются нелинейными?
8. Назовите оборудование многоканальных СП.
9. Назовите методы разделения канальных сигналов.
10. В чем суть принципа линейного разделения сигналов?

Раздел 2. Принципы формирования канальных сигналов в системах передачи с частотным разделением каналов

Структурная схема системы передачи с частотным разделением каналов (СП с ЧРК). Сущность построения СП с ЧРК. Формирование канальных сигналов. Методы формирования канальных сигналов. Анализ амплитудно-модулированных (АМ) сигналов. Методы передачи АМ-сигналов.

Методические указания

Многоканальные СП с ЧРК относятся к классу систем с линейным разделением сигналов с совпадающими или перекрывающимися спектрами. В качестве *переносчиков* канальных сигналов в СП с ЧРК используются *гармонические колебания различных частот*, а методами формирования канальных сигналов является *модуляция* одного или нескольких параметров этих колебаний. Переносчики канальных сигналов называются *несущими колебаниями*, или *несущими частотами*.

Сущность построения СП с ЧРК заключается в том, что спектр каждого первичного сигнала с помощью несущей частоты переносится в отведенную для него полосу частот линии связи, формируя таким образом канальные сигналы с неперекрывающимися спектрами.

В СП с ЧРК в качестве основного метода формирования канальных сигналов используются методы амплитудной модуляции гармонического колебания – *несущей частоты*, позволяющие наиболее эффективно использовать спектр частот линии связи.

Несущее колебание можно представить в виде

$$\Psi(t) = U_w \cos(\omega t + j_w) = U_w \cos(2\pi f t + j_w),$$

где U_w – амплитуда несущего колебания, f – частота несущего колебания, ω – круговая частота, j_w – начальная фаза несущего колебания.

Первичный сигнал представляет собой сложное колебание, спектр частот которого ограничен полосой $F_1 \dots F_2$ (или $W_1 \dots W_2$) т.е.

$$c(t) = \sum_{\Omega_i=\Omega_1}^{\Omega_2} U_{\Omega_i} \cos(\Omega_i t + j_{\Omega_i}),$$

где U_{Ω_i} – амплитуда i -й частотной составляющей первичного сигнала, Ω_i – i -я частотная составляющая первичного сигнала, j_{Ω_i} – начальная фаза i -й частотной составляющей первичного сигнала. Для упрощения положим, что модулирующий сигнал $C(t)$ представляет собой одночастотное гармоническое колебание вида

$$c(t) = U_{\Omega} \cos(\Omega t + j_{\Omega}).$$

При таком допущении проще выполнить анализ АМ-сигналов. При модуляции амплитуды несущего колебания гармоническим сигналом АМ-колебание имеет вид

$$s(t) = [U_w + U_{\Omega} \cos(\Omega t + j_{\Omega})] \cos(\omega t + j_w) = U_w [1 + \frac{U_{\Omega}}{U_w} \cos(\Omega t + j_{\Omega})] \cos(\omega t + j_w).$$

Величину $\frac{U_{\Omega}}{U_w} = m$ называют коэффициентом глубины модуляции и с учетом этого выражение для АМ-сигнала примет вид

$$s(t) = U_w [1 + m \cos(\Omega t + j_{\Omega})] \cos(\omega t + j_w).$$

Данное выражение с помощью тригонометрических преобразований приводится к виду

$$s(t) = U_w \cos(\omega t + j_w) + \frac{m}{2} U_w \cos[(\omega - \Omega)t + (j_w - j_{\Omega})] + \frac{m}{2} U_w \cos[(\omega + \Omega)t + (j_w + j_{\Omega})].$$

Анализ последнего выражения показывает, что спектр АМ сигнала содержит несущее колебание с амплитудой U_w и колебания двух боковых частот, симметричных относительно несущей и с одинаковыми амплитудами

$$U_d = \frac{m}{2} U_w.$$

Спектр первичного сигнала и АМ-сигнала при модуляции гармоническим колебанием показан на рис. 2, а.

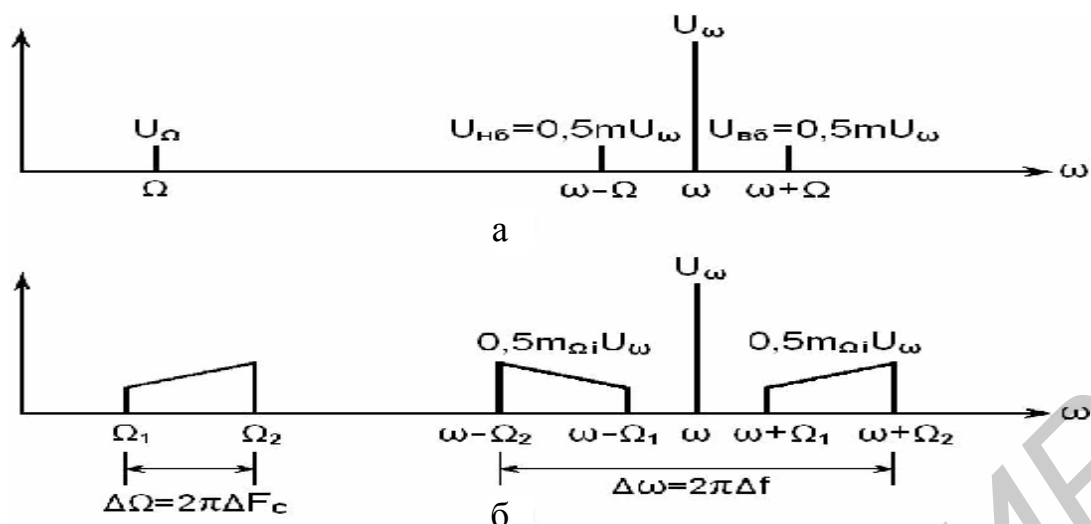


Рис. 2. Спектр первичного сигнала и АМ канального сигнала при модуляции гармоническим колебанием (а) и сложным колебанием (б)

Полная ширина спектра канального сигнала при АМ равна удвоенной наивысшей частоте спектра первичного сигнала $\Delta f = 2F_2$ (из рис. 2, б следует $\Delta \omega = (\omega + \Omega_2) - (\omega - \Omega_2) = 2\Omega_2$ или $2p\Delta f = 4pF_2$, откуда $\Delta f = 2F_2$).

Из формул видно, что исходный – первичный – сигнал содержится только в боковых полосах частот, и поэтому для восстановления первичного сигнала из АМ-сигнала на приеме необязательно передавать по каналу весь спектр АМ-сигнала. Поэтому в СП с ЧРК различают следующие методы передачи АМ-сигналов:

передача двух боковых полос и несущей частоты – при этом полоса частот одного канального сигнала равна $\Delta f = 2F_2$, где F_2 – максимальная частота первичного сигнала;

передача двух боковых полос без несущей – при этом полоса частот, отводимая для одного канального сигнала, равна $\Delta f = 2F_2$;

передача одной боковой полосы частот и несущей – при этом полоса частот, отводимая для одного канального сигнала, равна $\Delta f = F_2$;

передача одной боковой полосы частот без несущей – при этом полоса частот, отводимая для одного канального сигнала, равна $\Delta f = \Delta F_c$, где ΔF_c – полоса частот первичного сигнала;

передача одной боковой полосы частот, несущей и части второй боковой полосы частот – при этом полоса частот, отводимая для одного канального сигнала, равна $\Delta f = F_2 + F_{II}$, где F_{II} – максимальная частота первичного сигнала, передаваемого на второй (частично подавленной) боковой полосе частот. Обычно для этого метода $\Delta f \cong 1,2F_2$.

Перечисленные методы обеспечивают возможность формирования канальных сигналов в СП с ЧРК, линейного разделения канальных сигналов и восстановления первичных сигналов на приеме.

Литературными источниками по данному разделу являются [1, 5, 6, 7, 9, 14].

Контрольные вопросы

1. Приведите структурную схему СП с ЧРК.
2. В чем заключается сущность построения СП с ЧРК?
3. Назовите методы формирования канальных сигналов в СП с ЧРК.
4. В чем суть метода АМ в СП с ЧРК?
5. Что такое коэффициент глубины модуляции?
6. Из каких колебаний состоит спектр АМ-сигнала?
7. Назовите достоинства и недостатки амплитудной модуляции.
8. Чем объясняется целесообразность применения различных методов формирования и передачи канальных АМ-сигналов?
9. Назовите методы передачи АМ-сигналов.

Раздел 3. Принципы построения и особенности работы систем передачи с временным разделением каналов

Структурная схема системы передачи с временным разделением каналов (СП с ВРК). Теорема дискретизации В. А. Котельникова. Формирование канальных сигналов в СП с ВРК. Формирование канальных сигналов с помощью амплитудно-импульсной модуляции. Формирование канальных сигналов с помощью широтно-импульсной модуляции. Формирование канальных сигналов на основе фазоимпульсной модуляции.

Методические указания

В СП с ВРК дискретные части первичного сигнала $C_i(t)$, принадлежащие i -му каналу, передаются в неперекрывающихся интервалах времени t_{K_i} , свободных от сигналов других каналов, по общей линии связи.

Так как первичные сигналы в большинстве своем аналоговые (непрерывные), то возникает необходимость их *дискретизации*. Операция дискретизации выполняется в соответствии с *теорией дискретизации* (теоремой В. А. Котельникова), которая формулируется следующим образом: *всякий непрерывный во времени сигнал $C(t)$ со спектром, ограниченным частотой F_{\max} , может быть представлен последовательностью его мгновенных значений (отсчетов), взятых через интервалы времени $T_D \leq \frac{1}{2F_{\max}}$.*

Отсюда следует, что возможна передача не всего первичного сигнала, а только его отсчетов. При этом отсчеты N -канальных сигналов передаются по общей линии связи не одновременно, а поочередно, так, чтобы каждому канальному сигналу на интервале времени T_D представлялся свой временной интервал

$t_{K_i} = \frac{T_D}{N}$, называемый *канальным интервалом*.

В СП с ВРК операция дискретизации осуществляется с помощью канальных *электронных ключей* (ЭК), на один вход которого поступает первичный сигнал $C(t)$, а на управляющий – периодическая последовательность прямоугольных импульсов (ПППИ) $f(t)$ с периодом T_d , представляющая собой *переносчик*. Длительность импульсов ПППИ $t_u \ll T_d$. Далее канальные сигналы объединяются и передаются по общему групповому тракту. Для разделения канальных сигналов на приеме имеются *канальные селекторы*, работающие синхронно с канальными электронными ключами на передаче. Обобщенная структурная схема СП с ВРК приведена на рис. 3.

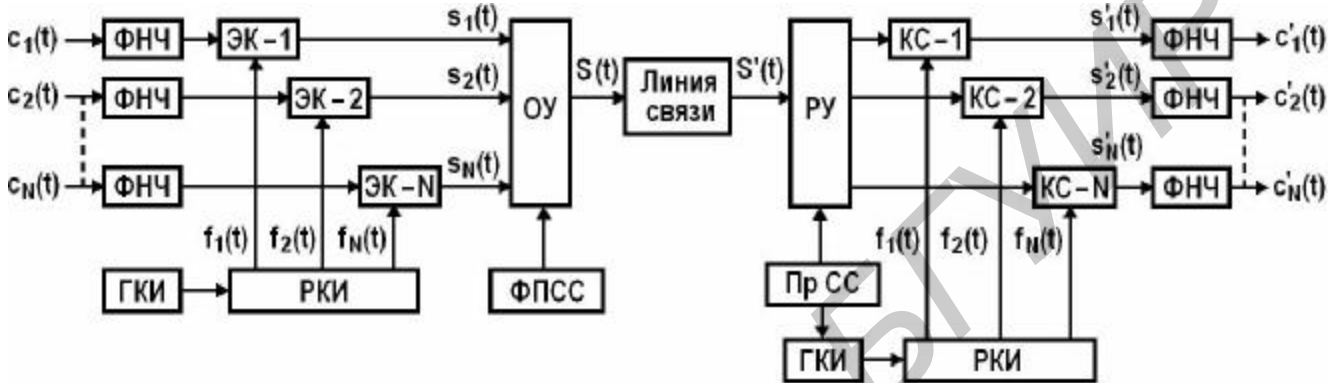


Рис. 3. Структурная схема системы передачи с временным разделением каналов

В СП с ВРК переносчиками являются ПППИ. Основными параметрами ПППИ являются: A – амплитуда импульсов, t_u – длительность(ширина) импульсов, T_d – период следования импульсов или $F_d = \frac{1}{T_d}$ – частота следования или тактовая частота ПППИ (круговая частота следования $\Omega_d = 2\pi F_d$).

Формирование канальных сигналов в СП с ВРК осуществляется на основе модуляции одного из основных параметров ПППИ. В основном применяются три вида модуляции: *амплитудно-импульсная модуляция (АИМ)*, *широтно-импульсная (ШИМ)* и *временная импульсная модуляция (ВИМ)*, разновидностями которой являются *фазоимпульсная модуляция (ФИМ)* и *частотно-импульсная модуляция (ЧИМ)*.

При АИМ амплитуда ПППИ изменяется по закону первичного или модулирующего сигнала $C(t)$, а длительность импульсов, частота их следования и положение относительно тактовых точек остаются постоянными. Различают два вида АИМ: АИМ первого рода (АИМ-1), при которой мгновенное значение амплитуды импульсов зависит от мгновенного значения модулирующего сигнала, вершины импульсов повторяют исходный сигнал на длительности импульсов, и АИМ второго рода (АИМ-2), при которой амплитуда импульсов остается постоянной на всей его длительности.

При скважности ПППИ $q > 10$ различия между АИМ-1 и АИМ-2 практически исчезают.

При ШИМ длительность импульсов изменяется под воздействием модулирующего первичного сигнала, а остальные параметры ПППИ остаются неизменными. Различают одностороннюю и двухстороннюю ШИМ. В основном применяется односторонняя ШИМ (ОШИМ). При ОШИМ изменение длительности импульса ПППИ происходит только за счет перемещения одного из фронтов, а положение другого фронта остается неизменным относительно тактовых точек ПППИ. При двухсторонней ШИМ перемещаются и передний, и задний фронты импульсов относительно их центра, соответствующего тактовым точкам ПППИ.

В зависимости от взаимосвязи между моментом отсчета мгновенных значений модулирующего сигнала $C(t)$ и шириной импульса ПППИ различают ШИМ первого рода (ШИМ-1) и второго рода (ШИМ-2).

При ШИМ-1 длительность импульсов определяется функцией $C(t)$ в моменты возникновения переднего или заднего фронта импульсов $S(t)$. При ШИМ-2 длительность импульсов $S(t)$ пропорциональна мгновенным значениям сигнала $C(t)$ в тактовых точках.

При $t_u \ll T_d$ различия между ШИМ-1 и ШИМ-2 незначительны.

При фазоимпульсной модуляции (ФИМ) сдвиг импульсов ПППИ относительно тактовых точек изменяется по закону первичного (модулирующего) сигнала $C(t)$. Существует несколько разновидностей ФИМ, в частности ФИМ первого рода (ФИМ-1), при которой временной сдвиг импульсов ПППИ пропорционален значению модулирующего сигнала в момент появления импульса ПППИ, и ФИМ второго рода (ФИМ-2), при которой временной сдвиг импульсов ПППИ пропорционален значениям модулирующего напряжения в тактовых точках. Обычно применяется ФИМ-2. При отрицательных значениях модулирующего сигнала импульсы ПППИ смещаются влево, при положительных – вправо.

ФИМ в основном применяется в радиотелеметрических системах высокой точности, реже – в системах радиосвязи.

Основная литература по данному разделу: [1, 5, 6, 7, 9].

Контрольные вопросы

1. В чем заключается смысл разделения каналов в СП с ВРК?
2. Дайте определение теоремы дискретизации.
3. Приведите структурную схему СП с ВРК.
4. Какую функцию выполняют каналные электронные ключи и каналные селекторы?
5. Что называют электронными коммутаторами?
6. Назовите основные параметры ПППИ.
7. Что называется скважностью ПППИ?
8. Перечислите виды импульсной модуляции, применяемой в СП с ВРК.
9. Объясните формирование каналных сигналов с помощью АИМ.
10. Объясните формирование каналных сигналов с помощью ШИМ.
11. Объясните формирование каналных сигналов с помощью ФИМ.

Раздел 4. Общие принципы формирования и передачи сигналов в цифровых системах передачи

Сущность цифровых методов передачи сигналов. Квантование сигналов по уровню. Шумы квантования. Кодирование квантованных сигналов. Типы кодов, применяемых в цифровых системах передачи (ЦСП). Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи (АЦП и ЦАП). Обобщенная структурная схема ЦСП.

Методические указания

СП с ЧРК и ВРК относятся к аналоговым системам передачи, так как при их построении используются аналоговые методы модуляции. Это затрудняет выделение сигнала на фоне помех и искажений. Исключить влияние помех и искажений позволяют цифровые методы передачи сообщений. Сущность цифровых методов передачи состоит в том, что параметры переносчиков могут принимать конечное число значений, изменяющееся через известные *квантованные* значения.

В современных ЦСП непрерывные первичные сигналы подвергаются дискретизации методами АИМ и затем квантуются по уровню. Квантованные отсчеты кодируются, и образуется цифровой сигнал, представляющий последовательность токовых («единиц») и бестоковых («нулей») посылок.

При квантовании по уровню непрерывный диапазон амплитуд отсчетов АИМ-сигнала заменяется конечным множеством разрешенных уровней квантования. Иными словами, процесс квантования представляет округление амплитуды отсчета до ближайшего разрешенного уровня шкалы квантования. Устройство, осуществляющее квантование, называется *квантующим*. Разность между сигналом АИМ-2 и его квантованным приближением – квантованным АИМ-сигналом называется *ошибкой* или *шумом квантования*, величина которого не превышает половины шага квантования. Чем меньше шаг квантования, тем меньше величина ошибки или шума квантования.

Квантованный сигнал является *многоуровневым*. Процесс преобразования многоуровневого сигнала в код с низким основанием называется *кодированием*. В ЦСП обычно используются коды с низким основанием, чаще всего *двоичные*. Результатом кодирования является комбинация символов (посылок, цифр), представляющая в соответствующей системе счисления номер разрешенного уровня квантованного сигнала.

Множество используемых кодовых комбинаций, связанных единым законом построения, называется *кодом*.

Простейшим кодом является *натуральный двоичный код*. Существует множество типов кодов: *обратный код*, *код Грея*, *симметричный код* и др., целесообразность использования которых определяется конкретными задачами

кодирования и требованиями к достоверности передаваемой цифровой информации.

Кодовые группы после передачи по линии связи декодируются на приеме, и по отсчетным значениям восстанавливается исходный сигнал.

В современных ЦСП процессы квантования и кодирования, как правило, совмещены и выполняются АЦП, а обратный процесс – ЦАП. Кодеры и декодеры, предназначенные для АЦП и ЦАП, в совокупности называются *кодеками*.

Структурную схему ЦСП на основе ИКМ-ВРК следует изучить по соответствующей литературе.

Основными источниками по данному разделу являются [1, 5, 6, 7, 8, 9].

Контрольные вопросы

1. В чем преимущество ЦСП перед аналоговыми СП?
2. В чем состоит сущность цифровых методов передачи информации?
3. Что такое квантование сигналов, шаг квантования, ошибка квантования?
4. В чем заключается кодирование квантованных сигналов по уровню?
5. Что называется кодом?
6. Что представляют собой кодовые таблицы или кодовые растры?
7. Перечислите типы кодов, применяемых в ЦСП.
8. Чем объясняется целесообразность применения того или иного кода в ЦСП?
9. Какие устройства называют кодеками?
10. Поясните работу ЦСП по структурной схеме ЦСП.

Раздел 5. Общие принципы и особенности построения систем радиосвязи

Основные понятия и определения. Классификация диапазонов радиочастот и радиоволн. Структура радиосистем передачи. Общие принципы организации радиосвязи. Классификация радиосистем передачи.

Методические указания

При изучении данного раздела студент должен усвоить основные понятия и определения систем радиосвязи, в частности понятия «радиосвязь», «радиоволна», «радиочастота», «длина волны», «радиочастотный спектр», «полоса частот», «диапазон частот», «диапазон радиоволн», классификацию диапазонов радиочастот и радиоволн.

Для формирования радиосигнала и передачи его на расстояния посредством радиоволн используются различные радиосистемы связи.

Радиосистема связи представляет собой комплекс радиотехнического оборудования и других технических средств, предназначенных для организа-

ции радиосвязи в заданном диапазоне частот с использованием определенного механизма распространения радиоволн.

Совокупность технических средств и среды распространения радиоволн, обеспечивающих передачу сигналов от источника к приемнику информации, называется *радиоканалом*. Радиоканал, обеспечивающий радиосвязь в одном азимутальном направлении, называется *радиолинией*.

Радиолиния обеспечивает одностороннюю радиосвязь. При *односторонней радиосвязи* передачу сообщений осуществляет одна из радиостанций, а другая прием. Для организации *двусторонней радиосвязи*, при которой радиостанции осуществляют прием и передачу, в каждом пункте необходимо иметь передатчик и приемник. Если при этом передача и прием на каждой радиостанции осуществляются поочередно, то такая радиосвязь называется *симплексной*. Симплексная радиосвязь используется, как правило, при небольших информационных потоках. Она может быть одночастотной (прием и передача на одной частоте) и двухчастотной (прием и передача на разных частотах).

Двусторонняя радиосвязь, при которой связь между радиостанциями реализуется одновременно, называется *дуплексной*. При дуплексной радиосвязи передача в одном и другом направлениях ведется на разных несущих частотах.

На радиосетях большой протяженности для увеличения дальности связи включаются *ретрансляционные станции (ретрансляторы)*.

Существует множество различных классификаций радиосистем передачи (РСП) в зависимости от признаков, положенных в их основу. С учетом наиболее важных признаков РСП классифицируют: по принадлежности к различным службам, назначению, диапазону используемых радиочастот, виду передаваемых сигналов, способу разделения каналов, виду линейного сигнала, виду модуляции несущей, пропускной способности и др.

Основная литература по данному разделу: [1, 3, 6].

Контрольные вопросы

1. Какие электромагнитные колебания относят к радиоволнам?
2. Приведите классификацию диапазонов радиочастот или радиоволн.
3. Что представляет собой радиосистема связи?
4. Дайте определение радиоканала и радиолинии.
5. Какая радиосвязь называется симплексной?
6. Какая радиосвязь называется дуплексной?
7. Что такое ретранслятор и в каких случаях он применяется?
8. Приведите классификацию радиосистем передачи.

Раздел 6. Принципы построения сетей и систем радиосвязи

Основные понятия и определения. Основы построения систем сотовой связи. Функции сотовой связи. Методы множественного доступа (FDMA,

TDMA, CDMA). Основы транкинговых систем радиосвязи. Архитектура транкинговых сетей. Многозоновая транкинговая сеть.

Методические указания

Мобильная радиосвязь означает радиосвязь между подвижными объектами, один из которых или оба движутся либо занимают относительно друг друга случайное положение, при этом один из объектов может являться *базовой станцией*.

Системы мобильной радиосвязи разделяют на профессиональные (частные) системы подвижной связи, системы персонального вызова, системы беспроводных телефонов и системы сотовой связи общего пользования.

В настоящее время наибольшее распространение получила сотовая связь, позволяющая использовать одни и те же частоты в нескольких ячейках (сотах), отстоящих друг от друга на расстояние, зависящее от размеров соты. Ячейки имеют форму шестиугольника и напоминают по форме пчелиные соты. Отсюда и название систем и сетей подвижной радиосвязи – *сотовые*. Площадь, подлежащая телефонизации, покрывается сетью *базовых* приемопередатчиков – базовых станций (БС). При этом чувствительность и мощность базовой станции гораздо выше мобильной – подвижной станции (ПС), что позволяет сделать телефоны достаточно компактными и использовать источники питания ограниченной емкости. При перемещении ПС через границу зоны обслуживания БС (сота) должно обеспечиваться автоматическое (незаметное для абонента) переключение обслуживания с одной базовой станции на другую. Переключение осуществляет центр коммутации (ЦК) подвижной сети, имеющий выход на коммутируемую телефонную сеть общего пользования.

При перемещении абонента между ячейками одной системы происходит *передача обслуживания*, а при перемещении на территорию другой системы – *роуминг*, т.е. процедура, обеспечивающая поддержание связи при перемещении абонента из зоны обслуживания одного оператора в зону обслуживания другого оператора.

Функции сотовой связи состоят из основных и дополнительных. Основные функции разделяются на два больших класса – *функции передачи* и *телефункции*. Дополнительные функции могут предоставляться только одновременно с основными.

Понятие *множественного доступа* связано с организацией совместного использования ограниченного участка спектра многими пользователями. Широкое применение нашли три варианта множественного доступа.

1. *Множественный доступ с частотным разделением* (англ. FDMA – Frequency Division Multiple Access), или множественный доступ с разделением каналов по частоте – наиболее простой из методов множественного доступа по возможностям реализации. В этом методе каждому пользователю на время сеанса выделяется своя полоса частот Df (частотный канал).

2. *Множественный доступ с временным разделением каналов связи* (англ. TDMA – Time Division Multiple Access) достаточно прост, но значительно сложнее в реализации, чем FDMA. Суть метода TDMA заключается в том, что каждый частотный канал разделяется во времени между несколькими пользователями, т.е. частотный канал по очереди предоставляется нескольким пользователям на определенный промежуток времени. Практическая реализация метода TDMA требует преобразования сигналов в цифровую форму и характерного «сжатия» информации во времени.

3. *Множественный доступ с кодовым разделением* (англ. CDMA – Code Division Multiple Access) представляет группе пользователей общую полосу частот шириной не менее 1 МГц. Основная особенность метода CDMA – эта работа в широкой полосе частот, значительно превышающей полосу сигнала речи, в сочетании с таким кодированием информации каждого из физических каналов, которое позволяет выделять ее из общей широкой полосы, используемой одновременно всеми физическими каналами. Метод CDMA обладает высокой помехоустойчивостью, надежно работает в условиях многолучевого распространения, но требует использования достаточно сложных технических решений.

Для решения задач, связанных с оперативным управлением, применяют *транкинговые системы радиосвязи* (ТСР). Транкинг – это метод свободного доступа большого числа абонентов к ограниченному числу каналов.

В сравнении с сотовыми системами к преимуществам ТСР следует отнести: гибкую систему вызовов – индивидуальный, групповой, вещательный, приоритетный, аварийный и др.; гибкую систему нумерации – от коротких двух- или трехзначных до полных городских номеров; малое время установления соединения – менее секунды против нескольких секунд в сотовых системах; возможность работы в группе; наличие режима непосредственной связи между двумя абонентскими радиостанциями без участия базовой; экономичность – по стоимости оборудования и по эксплуатационным расходам ТСР в несколько раз экономичнее сотовых систем.

С целью увеличения зоны обслуживания создаются многозоновые транкинговые сети. При этом территория обслуживания разбивается на зоны, как правило, шестиугольной формы (соты).

Основная литература по данному разделу: [1, 3, 6, 8].

Контрольные вопросы

1. Дайте определение мобильной радиосвязи.
2. Назовите классификацию систем мобильной радиосвязи.
3. В чем заключается принцип сотовой связи?
4. В чем отличие роуминга от передачи обслуживания?
5. Приведите функциональную схему сотовой подвижной радиосвязи общего пользования.
6. Приведите структурную схему базовой станции.

7. Приведите структурную схему подвижной станции.
8. Приведите структурную схему центра коммутации.
9. Назовите функции сотовой связи.
10. В чем суть метода множественного доступа FDMA?
11. В чем суть метода множественного доступа TDMA?
12. В чем суть метода множественного доступа CDMA?
13. В чем преимущество транкинговых систем радиосвязи перед сотовыми системами?
14. Что представляет собой многозоновая транкинговая сеть?

Раздел 7. Основные принципы построения радиолокационных и радионавигационных систем

Основные понятия и определения. Радиотехнические методы измерения координат и их производных. Угломерный метод. Дальномерный метод. Разностно-дальномерный метод. Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики. Построение и основные характеристики радиолокационных станций (РЛС) кругового обзора.

Методические указания

Радиолокацией называют область науки и техники, объединяющую методы и средства обнаружения, измерения координат и параметров движения, а также определения свойств и характеристик различных объектов (радиолокационных целей), основанных на использовании радиоволн, излучаемых, ретранслируемых либо отражаемых этими объектами.

Процесс обнаружения объектов, измерения их координат и параметров движения называют *радиолокационным наблюдением*, а используемые для этого системы – *радиолокационными станциями*, или *радиолокаторами*.

Радионавигация – область науки и техники, охватывающая радиотехнические методы и средства вождения кораблей, летательных и космических аппаратов, а также других движущихся объектов.

В зависимости от природы возникновения электромагнитных волн, достигающих антенны РЛС и доставляющих информацию об объекте радиолокационного наблюдения, различают *активную, полуактивную, с активным ответом* и *пассивную радиолокацию*.

При радиолокационном определении координат в основу положено свойство радиоволн распространяться в однородной среде прямолинейно и с постоянной скоростью, что позволяет рассчитать дальность D от РЛС до объекта путем измерения времени прохождения сигнала t_D от РЛС до объекта и обратно:

$$t_D = \frac{2D}{c},$$

где $c \approx 3 \cdot 10^8$ м/с = $3 \cdot 10^5$ км/с – скорость распространения радиоволн.

Свойство прямолинейности распространения радиоволн является основой радиотехнических методов измерения угловых координат по направлению прихода сигнала от объекта. При этом используются направленные свойства антенны.

В соответствии с видом непосредственно измеряемых координат различают три основных метода определения местонахождения объекта: *угломерный*, *дальномерный* и *разностно-дальномерный*. Применяют также *комбинированный угломерно-дальномерный метод*.

РЛС и РНС классифицируют по целому ряду признаков [2]. Основные параметры РЛС и РНС составляют их тактико-техническую характеристику.

Основные источники по данному разделу: [2, 3, 4, 7].

Контрольные вопросы

1. Что называют радиолокацией и радионавигацией?
2. Что такое активная радиолокация?
3. Что такое полуактивная радиолокация?
4. Что такое активная радиолокация с активным ответом?
5. Что такое пассивная радиолокация?
6. Что такое радиопеленгация?
7. Что называют радионавигационным параметром?
8. Что такое поверхность положения и линия положения?
9. Назовите методы определения местоположения объекта.
10. В чем суть угломерного метода?
11. На чем основан дальномерный метод?
12. В чем суть разностно-дальномерного метода?
13. Что позволяет комбинированный угломерно-дальномерный метод?
14. Назовите признаки классификации РЛС.
15. Назовите признаки классификации РНС.

Раздел 8. Системы радиуправления

Определение систем радиуправления. Управляемые объекты и особенности систем радиуправления. Классификация систем радиуправления.

Методические указания

Радиуправление – отрасль техники, включающая радиотехнические методы и средства автоматического управления объектами. Совокупность технических средств для такого управления называют *системой радиуправления*. Системы радиуправления предназначены для управления движением объектов (летательных аппаратов) на основе использования радиолокационных и радионавигационных систем, а также радиосредств извлечения, передачи и переработки информации.

К управляемым объектам относятся ракеты, ИСЗ, космические аппараты, самолеты-снаряды (крылатые ракеты). Радиоуправление летательным аппаратом включает управление его движением, которое состоит из перемещения в пространстве центра масс объекта и его поворотов вокруг этого центра. Управление перемещением центра массы летательного аппарата (ЛА) называют *управлением* полетом, а управление поворотами ЛА вокруг центра массы – *ориентацией*.

Системы радиоуправления можно классифицировать по различным признакам. Основным является информационный признак, определяющий место получения, переработки и передачи информации в системе. Получение информации о координатах цели и объекта, а также формирование команды управления может осуществляться на борту ЛА и в пункте управления.

Основная литература по данному разделу: [2, 3, 4, 5, 7].

Контрольные вопросы

1. Что такое радиоуправление?
2. Что называют системой радиоуправления?
3. В чем отличие управления полетом от ориентации?
4. Приведите структурную схему системы радиоуправления.
5. Назовите признаки классификации систем радиоуправления.
6. В чем различие систем командного радиоуправления, систем радиотеленавигации и систем самонавигации?

Раздел 9. Системы оптической локации

Определение оптической локационной системы (ОЛС). Особенности ОЛС. Области применения ОЛС. Структурная схема ОЛС. Особенности распространения оптических сигналов.

Методические указания

Оптической локационной системой называют совокупность технических средств, позволяющих обнаруживать объекты и оценивать их координаты с помощью электромагнитных волн оптического диапазона (от $3 \cdot 10^{12}$ до $3 \cdot 10^{16}$ Гц или в длинах волн от 100 до 0,01 мкм). Так как в качестве излучателей в ОЛС используются, как правило, лазеры, то термины «оптическая локация» и «лазерная локация» рассматривают как синонимы.

Излучаемое лазером электромагнитное поле обладает высокой пространственно-временной когерентностью, что позволяет формировать узкие диаграммы направленности, повысить точность измерения дальности до цели и ее радиальной скорости. При импульсном методе измерения это связано с возможностью излучения импульсов наносекундной длительности с пиковой мощностью в сотни и тысячи мегаватт.

Высокое пространственное разрешение, свойственное оптическим сигналам, позволяет успешнее, чем в радиодиапазоне, распознавать наблюдаемые объекты и формировать изображение просматриваемого пространства.

Основная литература по данному разделу: [2].

Контрольные вопросы

1. Что называется оптической локационной системой?
2. В чем особенности лазеров по сравнению с другими источниками света?
3. В чем заключается преимущество оптической локации перед локацией в радиодиапазоне?
4. Назовите особенности, присущие ОЛС.
5. Назовите области применения ОЛС.
6. Приведите структурную схему ОЛС.
7. Объясните назначение элементов структурной схемы ОЛС.

Заключение

Методы и средства, используемые при создании систем различной сложности и назначения, постоянно совершенствуются. В процессе проектирования и построения систем используются последние достижения многих областей науки и техники. Это предъявляет высокие требования к образованию современного инженера, в котором курс «Системотехника» играет особую роль, объединяя в единую систему знания, получаемые студентом в процессе обучения.

Полученные знания в области системотехники в совокупности с умением использования микропроцессорной техники, методов оптимизации систем, их математического и компьютерного моделирования и автоматизированного проектирования позволяет выпускнику вуза адаптироваться к неизбежному ускорению ключевых направлений науки и техники.

Примерный перечень лабораторных работ

1. Проектирование элементов систем на биполярных транзисторах.
2. Проектирование элементов систем на транзисторах с барьером Шотки.
3. Изучение системы автоматизированной обработки информации.
4. Методика проектирования реляционных баз данных.

Задания для контрольных работ

1. Привести схему и объяснить работу многоканальной системы передачи и методы разделения канальных сигналов.
2. Привести схему и объяснить работу системы с частотным разделением каналов и формирование канальных сигналов.

3. Анализ амплитудно-модулированных сигналов в СП с ЧРК и методы передачи АМ-сигналов.
4. Привести схему и объяснить работу системы передачи с временным разделением каналов и формирование канальных сигналов в СП с ВРК.
5. Формирование канальных сигналов с помощью АИМ, ШИМ и ФИМ в СП с ВРК.
6. Общие принципы формирования и передачи сигналов в цифровых системах передачи. Квантование сигналов по уровню и кодирование квантованных сигналов.
7. Привести схему и объяснить работу цифровой системы передачи и назначение элементов оборудования ЦСП.
8. Особенности построения систем радиосвязи, классификация диапазонов радиочастот, схемы систем радиосвязи.
9. Общие принципы организации радиосвязи. Классификация радиосистем передачи.
10. Общие принципы построения систем мобильной радиосвязи и их классификация.
11. Основы построения систем сотовой связи. Схемы систем сотовой связи и ее функциональных технических средств (базовой станции, подвижной станции, центра коммутации).
12. Функции сотовой связи и методы множественного доступа (FDMA, TDMA, CDMA).
13. Основы транкинговых систем радиосвязи. Архитектура транкинговых сетей. Многозоновая транкинговая сеть.
14. Основные принципы построения радиолокационных и радионавигационных систем.
15. Радиотехнические методы измерения координат и их производных в РЛС и РНС.
16. Классификация РЛС и РНС и их тактические и технические характеристики.
17. Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора.
18. Управляемые объекты и особенности систем радиоуправления.
19. Классификация систем радиоуправления. Принципы построения систем командного радиоуправления, систем радиотеленавещения и систем самонавещения.
20. Физические основы оптической локации. Схема ОЛС и ее элементы.

Литература

1. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : учебник для вузов / В. В. Крухмалов [и др.] ; под ред. В. Н. Гордиенко и В. В. Крухмалова. – М. : Горячая линия – Телеком, 2004. – 510 с.
2. Радиотехнические системы : учебник для вузов / Ю. П. Гришин, [и др.] ; под ред. Ю. М. Казаринова. – М. : Высш. шк., 1990. – 496 с.
3. Аповорич, А. Ф. Проектирование радиотехнических систем : учеб. пособие для вузов / А. Ф. Аповорич. – Минск : Выш. шк., 1988. – 221 с.
4. Гуткин, Л. С. Проектирование радиосистем и радиоустройств : учеб. пособие для вузов / С. С. Гуткин. – М. : Радио и связь, 1986. – 288 с.
5. Аповорич, А. Ф. Радиотехнические системы передачи информации : учеб. пособие для вузов / А. Ф. Аповорич, В. А. Чердынцев. – Минск : Выш. шк., 1985. – 214 с.
6. Зингиренко, А. М. Системы многоканальной связи / А. М. Зингиренко, Н. Н. Баева, М. С. Тверецкий. – М. : Связь, 1980. – 440 с.
7. Чердынцев, В. А. Радиотехнические системы / В. А. Чердынцев. – Минск : Выш. шк., 1998. – 369 с.
8. Основы построения систем и сетей передачи информации : учеб. пособие для вузов / В. В. Ломовицкий [и др.] ; под ред. В. М. Щекотихина. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005. – 382 с.
9. Цифровые и аналоговые системы передачи : учебник для вузов / В. И. Иванов [и др.] ; под ред. В. И. Иванова. – 2-е изд. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005. – 232 с.
10. Каплун, В. А. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем : учеб. пособие / В. А. Каплун. – М. : Высш. шк., 2002. – 294 с.
11. Колесов, Ю. Б. Моделирование систем : практикум по компьютерному моделированию / Ю. Б. Колесов. – БХВ-Петербург, 2007. – 352 с.
12. Казиев, В. М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем : учеб. пособие / В. М. Казиев. – Интернет-университет, 2006. – 244 с.
13. Варжапетян, А. Г. Системы управления: Исследования и компьютерное проектирование : учеб. пособие / А. Г. Варжапетян. – М. : Вузовская книга, 2005. – 328 с.
14. Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория : справочник / под ред. Я. Д. Ширмана. – 2-е изд.; перераб. и доп. – М. : Радиотехника, 2007. – 512 с.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Системотехника»

1. Определение радиосистемы. Классификация радиосистем по использованию радиосигнала в качестве носителя информации и виду применяемых сигналов.
2. Общая модель радиотехнической системы.
3. Переносчики информации и помехи в радиотехнических системах.
4. Общие принципы построения многоканальных систем передачи.
5. Обобщенная структурная схема многоканальной системы передачи.
6. Методы разделения канальных сигналов.
7. Обобщенная структурная схема многоканальной системы передачи с линейным разделением каналов.
8. Принципы формирования канальных сигналов в СП с ЧРК.
9. Структурная схема СП с ЧРК.
10. Анализ АМ-сигналов в СП с ЧРК.
11. Методы передачи АМ-сигналов в СП с ЧРК.
12. Принципы построения и особенности работы СП с ВРК.
13. Структурная схема СП с ВРК.
14. Формирование канальных сигналов в СП с ВРК.
15. Формирование канальных сигналов с помощью АИМ в СП с ВРК.
16. Формирование канальных сигналов с помощью ШИМ в СП с ВРК.
17. Формирование канальных сигналов с помощью ФИМ в СП с ВРК.
18. Общие принципы формирования и передачи сигналов в цифровых системах передачи.
19. Квантование сигналов по уровню в ЦСП.
20. Кодирование квантовых сигналов в ЦСП.
21. Структурная схема ЦСП на основе ИКМ-ВРК.
22. Основные понятия к определению систем радиосвязи.
23. Классификация диапазонов радиочастот и радиоволн систем радиосвязи.
24. Структурная схема многоканальной радиосистемы связи.
25. Общие принципы организации радиосвязи.
26. Классификация радиосистем передачи.
27. Основные понятия и определения мобильной радиосвязи.
28. Основы построения систем сотовой связи.
29. Функции сотовой связи.
30. Методы множественного доступа в системах сотовой связи.
31. Основы транкинговых систем радиосвязи.
32. Архитектура транкинговых сетей.
33. Многозоновая ТРС.
34. Основные понятия и определения радиолокационных и радионавигационных систем.
35. Радиотехнические методы измерения координат и их производных.
36. Угломерный метод определения местоположения объекта.

37. Дальномерный метод определения местоположения объекта.
38. Разностно-дальномерный метод определения местоположения объекта.
39. Комбинированный угломерно-дальномерный метод определения местоположения объекта.
40. Классификация радиолокационных и радионавигационных систем.
41. Тактические и технические характеристики РЛС и РНС.
42. Построение РЛС кругового обзора.
43. Основные характеристики РЛС кругового обзора.
44. Физические основы оптической локации.
45. Особенности проектирования ОЛС.
46. Области применения ОЛС.
47. Структурная схема ОЛС.
48. Особенности построения систем радиуправления.
49. Структурная схема системы радиуправления.
50. Классификация систем радиуправления.

Библиотека БГУИР

Содержание

Введение	3
1. Цели и задачи изучения дисциплины, ее место в учебном процессе	3
1.1. Цель изучения дисциплины	3
1.2. Задачи изучения дисциплины	3
1.3. Рекомендации по изучению дисциплины	4
1.4. Распределение учебной дисциплины по разделам	4
2. Содержание дисциплины, методические указания и контрольные вопросы.....	5
Раздел 1. Общие принципы построения многоканальных систем передачи	7
Методические указания	7
Контрольные вопросы	9
Раздел 2. Принципы формирования канальных сигналов в системах передачи с частотным разделением каналов	9
Методические указания	9
Контрольные вопросы	12
Раздел 3. Принципы построения и особенности работы систем передачи с временным разделением каналов	12
Методические указания	12
Контрольные вопросы	14
Раздел 4. Общие принципы формирования и передачи сигналов в цифровых системах передачи	15
Методические указания	15
Контрольные вопросы	16
Раздел 5. Общие принципы и особенности построения систем радиосвязи.....	16
Методические указания	16
Контрольные вопросы	17
Раздел 6. Принципы построения сетей и систем радиосвязи.....	17
Методические указания.....	18
Контрольные вопросы.....	19
Раздел 7. Основные принципы построения радиолокационных и радионавигационных систем.....	20
Методические указания	20
Контрольные вопросы.....	21
Раздел 8. Системы радиоуправления.....	21
Методические указания	21
Контрольные вопросы	22
Раздел 9. Системы оптической локации.....	22
Методические указания	22
Контрольные вопросы	23
Заключение	23
Примерный перечень лабораторных работ.....	23
Задания для контрольных работ	23
Литература	25
Вопросы к экзамену по дисциплине «Системотехника»	26

Учебное издание

СИСТЕМОТЕХНИКА

Методические указания и контрольные задания
для студентов специальности
I-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности»
заочной формы обучения

Составитель
Лычук Петр Павлович

Редактор М. В. Тезина
Корректор Е. Н. Батурчик

Подписано в печать 30.05.2008.
Гарнитура «Гаймс».
Уч.-изд. л. 1,5.

Формат 60x84 1/16.
Печать ризографическая.
Тираж 100 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 1,86.
Заказ 101.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ № 02330/0056964 от 01.04.2004. ЛИ № 02330/0131666 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6