

УДК 654:004.7 (075.8)

Составители: И.Г. Бабанин, Д.С. Коптев

Рецензент

Доктор физико-математических наук, профессор *А.А. Гуламов*

Многоканальные системы передачи: методические указания по самостоятельной работе студентов / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: И.Г. Бабанин, Д.С. Коптев.- Курск, 2018.- 15 с.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы содержат учебно-методическое обеспечение, запланированные виды самостоятельной работы по дисциплине, рекомендации по выполнению самостоятельной работы.

Полученные знания в результате выполнения работы дадут возможность сформировать целостную картину информационного взаимодействия в современных сетях, что является фундаментом для изучения остальных дисциплин профессионального цикла учебного плана, а также могут быть использованы в будущей профессиональной деятельности выпускника, связанной с сетевыми технологиями.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 14.02.18. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 0,81. Уч-изд. 0,73 л. Тираж 100 экз. Заказ 979. Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Введение

Самостоятельная работа - это индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя, но по его заданиям и под его контролем.

Самостоятельная работа студентов включает:

- изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы;
- отработку изучаемого материала по печатным и электронным источникам, конспектам лекций;
- подготовку к контрольной работе;
- подготовку к выполнению лабораторных работ;
- выполнение отчетов по лабораторным работам и подготовку к их защите;
- подготовку к выполнению практических заданий;
- выполнение курсовой работы (проекта);
- выполнение контрольных, самостоятельных работ;
- индивидуальные задания (решение задач, подготовка сообщений, докладов, исследовательские работы и т.п.);
- работу над творческими заданиями;
- подготовку кратких сообщений, докладов, рефератов, самостоятельное составление задач по изучаемой теме (по указанию преподавателя);
- работу над выполнением наглядных пособий (схем, таблиц и т.п.).

Назначение самостоятельной работы студентов.

- **Овладение знаниями**, что достигается чтением текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составлением плана текста, графическим структурированием текста, конспектированием текста, выписками из текста, работой со словарями и справочниками, ознакомлением с нормативными документами, выполнением учебно-исследовательской работы, поиском информации в сети Интернет и т.п.;

- **закрепление знаний**, что достигается работой с конспектом лекций, обработкой текста, повторной работой над учебным материалом (учебником, первоисточником, дополнительной

литературой), оставлением плана, составлением таблиц для систематизации учебного материала, ответами на контрольные вопросы, заполнением рабочей тетради, аналитической обработкой текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), подготовкой мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовкой реферата, составлением библиографии и т.п.;

- **формирование навыков и умений**, что достигается решением задач и упражнений по образцу, решением вариативных задач, выполнением чертежей, схем, выполнением расчетов (графических работ), решением ситуационных (профессиональных) задач, подготовкой к деловым играм, проектированием и моделированием разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальной работой и т.п.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Текущий контроль качества выполнения самостоятельной работы может осуществляться с помощью:

- контрольного опроса;
- собеседования;
- автоматизированного программированного контроля (машинного контроля, тестирования с применением ЭВМ).

Контроль выполнения курсовой работы (курсового проекта) и индивидуальных заданий осуществляется поэтапно в соответствии с разработанным преподавателем графиком.

1 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплины пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием в лабораториях и методическими разработками кафедр вычислительной техники и электроснабжения в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, периодической, справочной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет;

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки:

- заданий для самостоятельной работы;

- вопросов к экзаменам и зачетам;

- методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.

типографией университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

2 Запланированные виды самостоятельной работы по дисциплине

В соответствии с учебным планом, на самостоятельную работу студентов в рамках дисциплины «Многоканальные системы передачи» отводится 72 часа. Распределение часов самостоятельной работы по темам (видам деятельности) приведено в рабочей программе дисциплины.

В таблице 1 приведены соответствующие сведения, взятые из рабочей программы дисциплины.

Таблица 1 – Самостоятельная работа студентов

№ темы	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Раздел 1 Общие принципы построения сети электросвязи РФ. Первичная и вторичная сети связи. Магистральная, внутризоновая и местная сети связи. Транспортная сеть и сети доступа.	1-2 нед.	4
2	Раздел 2 Конструкции и характеристики направляющих систем электросвязи: симметричные, коаксиальные, сверхпроводящие кабели и их конструкции, волноводы, оптические кабели связи.	2-3 нед.	4
3	Раздел 3 Физические процессы в направляющих системах.	4-6 нед.	4
4	Раздел 4 Волноводы и сверхпроводящие кабели связи, их параметры передачи. Физические процессы в оптических волокнах.	7-8 нед.	4
5	Раздел 5 Электромагнитная совместимость в симметричных и коаксиальных цепях в направляющих системах электросвязи.	9-10 нед.	4
6	Раздел 6 Теория внешних влияний. Коррозия в направляющих системах электросвязи	11-12 нед.	4
7	Раздел 7 Понятие жизненного цикла направляющих систем (этапы проектирования, строительства, эксплуатации).	13-14 нед.	4

№ темы	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
8	Раздел 8 Надежность кабельных линий связи и основные факторы, влияющие на надежность	15-16 нед.	4
9	Подготовка к зачету. Повторяется материал по разделам (темам) 1 - 7 Формируются вопросы для уточнения на консультации	17-18 нед.	4
	Итого в 5-м семестре		36
1	Раздел 9 Основные задачи техники многоканальных телекоммуникационных систем (МТС). Иерархии МТС.	1-2 нед.	4
2	Раздел 10 Структура оконечной станции и основные узлы оборудования аналоговых систем передачи.	2-3 нед.	4
3	Раздел 11 Линейные и сетевые тракты аналоговых систем передачи. Структура линейных трактов различных типов	4-6 нед.	4
4	Раздел 12 Построение аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей сигналов.	7-8 нед.	4
5	Раздел 13 Структура цифровых МТС (ЦТС). Плезиохронные (ПЦИ) и синхронная (СЦИ) цифровые иерархии. Структурная схема оконечной станции и основные узлы оборудования первичной ЦСП.	9-10 нед.	4
6	Раздел 14 Принципы временного группообразования (ВГ) в ЦСП и цикловая синхронизация. Структурные схемы станций высших ступеней ПЦИ. Циклы передачи.	11-12 нед.	4
7	Раздел 15 Линейные тракты ЦТС ПЦИ. Линейные коды. Помехоустойчивость регенератора и протяженность регенерационного участка.	13-14 нед.	4
8	Раздел 16 Структура ЦТС СЦИ.	15-16 нед.	4
9	Раздел 17 Линейные тракты ЦТС СЦИ. Система тактовой синхронизации ЦТС.	17 нед.	2
10	Раздел 18 Система управления ЦТС. Нормирование и контроль основных параметров качества передачи по каналам и трактам ЦТС.	18 нед.	2

№ темы	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
11	Подготовка к экзамену	18 нед.	36
	Итого в 6-м семестре		72

Текущий контроль знаний, основанный на выяснении качества самостоятельной работы студентов при работе с конспектом лекций и учебной литературой, производится в соответствии с рабочей программой дисциплины (таблица 4.2) и предусматривает контрольный опрос (КО), тест (Т).

Лекционные занятия проводятся в соответствии с рабочей программой дисциплины и включают следующие темы (Таблица 3).

Таблица 3 – Краткое содержание лекционного курса

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1 Общие принципы построения сети электросвязи РФ. Первичная и вторичная сети связи. Магистральная, внутризональная и местная сети связи. Транспортная сеть и сети доступа.	Понятие сети связи. Основные этапы развития электросвязи. Классификация сетей. Основные отличительные особенности. Базовые сетевые топологии.
2	Раздел 2 Электрические кабели связи, их виды и классификация.	Симметричные кабели связи их конструктивные элементы и требования к ним: токопроводящие жилы, изоляция, скрутка, построение сердечника Оболочки и защитные покровы. Коаксиальные кабели и их электрические характеристики. Конструктивные и электрические характеристики симметричных кабелей. Конструктивные и электрические характеристики симметричных кабелей связи для цифровых систем передачи. Междугородные, городские и сельские кабели, подводные кабели. Оптические кабели связи. Типы и конструкции оптических волокон. Типы и конструкции оптических кабелей. Подземные, подводные и подвесные конструкции оптических кабелей, их характеристики, особенности их соединения. Сравнение различных направляющих систем электросвязи.

3	<p>Раздел 3 Физические процессы в направляющих системах.</p>	<p>Электрические процессы в коаксиальных кабелях. Расчет первичных и вторичных параметров передачи. Электрические процессы в симметричных кабелях. Определение первичных и вторичных параметров передачи.</p>
4	<p>Раздел 4 Волноводы и сверхпроводящие кабели связи, их параметры передачи. Физические процессы в оптических волокнах.</p>	<p>Волноводы и их конструкции. Критические температуры. Сверхпроводящие кабели и их конструкции. Низкотемпературная и высокотемпературная проводимость в конструкциях кабелей связи. Электрические процессы в волноводах и их параметры. Затухание, модовая, хроматическая и поляризационная дисперсии и их влияние на передачу сигналов в одномодовых и многомодовых оптических волокнах. Определение длины участка регенерации для различных систем передачи и различным оптическим волокнам. Сравнение различных направляющих систем.</p>
5	<p>Раздел 5 Электромагнитная совместимость симметричных коаксиальных цепях в направляющих системах электросвязи.</p>	<p>Параметры влияния в симметричных кабелях связи. Влияние на ближний, дальний конец и защищенность от помех. Влияние между коаксиальными цепями. Сопротивление связи. Нормы на переходное затухание и защищенность в цепях связи.</p>
6	<p>Раздел 6 Теория внешних влияний. Коррозия в направляющих системах электросвязи</p>	<p>Источники внешних опасных и мешающих влияний. Нормы опасных и мешающих влияний. Мероприятия по защите направляющих систем электросвязи от влияния внешних источников. Особенности защиты электрических и оптических кабелей связи от влияния. Виды коррозий и ее влияние на направляющие системы электросвязи. Меры защиты от коррозии.</p>
7	<p>Раздел 7 Проектирование сетей связи и организация их строительства. Организация эксплуатационного обслуживания направляющих систем электросвязи.</p>	<p>Организация проектирования. Этапы проектирования. Состав проектного задания и технического проекта. Особенности проектирования волоконно-оптических линий связи. Машины, механизмы и методы прокладки направляющих систем электросвязи в грунт, канализацию, под воду и подвеска на различных несущих конструкциях. Периодичность осмотров, измерений, профилактических проверок. Определение места и характера повреждений линий связи различными методами и приборами. Охрана линий связи. Надежность кабельных линий связи и основные факторы, влияющие на надежность.</p>

8	<p>Раздел 8 Основные задачи техники многоканальных телекоммуникационных систем (МТС). Иерархии МТС.</p>	<p>Задачи МТС. Классификация. Понятие об иерархиях МТС.</p>
9	<p>Раздел 9 Структура оконечной станции и основные узлы оборудования аналоговых систем передачи.</p>	<p>Типовые группы каналов в аналоговых системах передачи. Преобразователи спектров различных типов, их параметры. Типы фильтров и особенности их использования. Структура генераторного оборудования. Требования к стабильности частоты и уровня задающего генератора, устройства для создания сетки частот несущих и контрольных сигналов.</p>
10	<p>Раздел 10 Линейные и сетевые тракты аналоговых систем передачи. Структура линейных трактов различных типов</p>	<p>Структура линейных трактов (ЛТ) различных типов. Помехи в ЛТ, расчет мощности помех в канале ТЧ. Линейные усилители. Корректоры амплитудно-частотных искажений. Автоматическое регулирование уровней (АРУ): системы АРУ, параметры и динамика работы систем АРУ. Типовые сетевые тракты: схемы построения и основные параметры.</p>
11	<p>Раздел 11 Построение аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей сигналов.</p>	<p>Дискретизация, квантование и кодирование сигналов различных типов. Нелинейное квантование. Помеха квантования. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи с линейной и нелинейной амплитудной характеристикой: построение, алгоритмы работы, структура кодового слова, ошибки в работе и способы их уменьшения</p>
12	<p>Раздел 12 Структура цифровых МТС (ЦТС). Плезиохронные (ПЦИ) и синхронная (СЦИ) цифровые иерархии. Структурная схема оконечной станции и основные узлы оборудования первичной ЦСП.</p>	<p>Общая структурная схема ЦТС, функции преобразования сигналов. Иерархический принцип построения ЦТС: плезиохронная (ПЦИ) и синхронная (СЦИ) цифровые иерархии. Структурные схемы оконечных станций первичных ЦТС различных типов. Особенности приемопередатчиков первичных ЦТС различных типов. Генераторное оборудование (ГО), требования к ГО, структура ГО, построение задающего генератора (ЗГ) и работа ЗГ в различных режимах, методы формирования требуемых импульсных последовательностей. Формирователи линейных сигналов. Регенераторы, как функциональные узлы.</p>

13	<p>Раздел 13 Принципы временного группообразования (ВГ) в ЦСП и цикловая синхронизация. Структурные схемы станций высших ступеней ПЦИ. Циклы передачи.</p>	<p>Способы мультиплексирования цифровых потоков. Синхронное мультиплексирование, понятие о временном сдвиге, структура оборудования синхронного мультиплексирования. Асинхронное мультиплексирование, одно и двустороннее согласование скоростей передачи объединяемых потоков. Структурные схемы блоков асинхронного сопряжения. Принципы цикловой синхронизации. Структурная схема приемника циклового синхросигнала. Параметры системы цикловой синхронизации, их определение. Методы улучшения параметров цикловой синхронизации. Построение циклов передачи ЦТС высших ступеней ПЦИ. Параметры циклов передачи.</p>
14	<p>Раздел 14 Линейные тракты ЦТС ПЦИ. Линейные коды. Помехоустойчивость регенератора и протяженность регенерационного участка.</p>	<p>Структура линейных трактов ЦСП на кабелях с металлическими парами и оптическими волокнами (ОВ). Линейные коды, их классификация, области применения и основные параметры. Помехоустойчивость регенератора и связь помехоустойчивости с коэффициентом ошибок по битам. Принцип расчета регенерационных участков для кабелей с металлическими парами и ОВ.</p>
15	<p>Раздел 15 Синхронная (СЦИ) цифровая иерархия. Понятие о телекоммуникационных системах нового поколения (NGN).</p>	<p>Особенности СЦИ, тенденции перехода к сетям с волновым уплотнением (WDN), полностью оптическим транспортным сетям (ОТС). Транспортные сети нового поколения. Технологии формирования стандартных пакетов (GFP), виртуальной конкатенации (VCAT) и динамической регулировки пропускной способности тракта (LCAS).</p>
16	<p>Раздел 16 Структура ЦТС СЦИ.</p>	<p>Синхронный мультиплексор, как универсальный сетевой модуль. Схема мультиплексирования. Операции формирования транспортных структур СЦИ: размещение, выравнивание, мультиплексирование. Транспортные структуры СЦИ различных уровней. Система указателей. Структура секционных и трактовых заголовков.</p>
17	<p>Раздел 17 Структура ЦТС СЦИ. Линейные тракты ЦТС СЦИ. Система тактовой синхронизации ЦТС.</p>	<p>Коды применения систем без волнового уплотнения. Особенности организации линейных трактов ЦСП с волновым уплотнением. Элементы систем с волновым уплотнением. Коды применения систем с волновым уплотнением. Система синхронизации СЦИ: архитектура, требования к генераторам, методы защиты системы синхронизации.</p>
18	<p>Раздел 18 Система управления ЦТС. Нормирование и контроль основных параметров качества передачи по каналам и трактам ЦТС.</p>	<p>Комплекс параметров качества передачи. Целевые и эксплуатационные нормы. Параметры ошибок передачи. Параметры фазовых флуктуаций (джиттер и вандер). Параметры проскальзывания. Комплекс параметров надежности МТС. Принципы контроля параметров качества.</p>

Лабораторные работы, предусмотренные рабочей программой

дисциплины, описаны в таблице ниже.

Таблица 4 –Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	2	3
1	Исследование характеристик разъемных оптических соединителей	6
2	Исследование характеристик оптического разветвителя 1x2	6
3	Исследование характеристик оптического аттенюатора	6
Итого в 5-м семестре		18
4	Исследование влияния параметров линейного тракта на передачу импульсных сигналов	12
5	Измерение характеристик элементов линейного тракта	12
6	Квантование и кодирование речевых сигналов в цифровых системах передачи	12
Итого 6-м семестре		36

Рекомендации по выполнению лабораторных работ приведены в соответствующих методических указаниях к лабораторным работам. Методические указания содержат полные требования к видам и объему самостоятельной работы при подготовке, выполнении, оформлении отчетов и защите лабораторных работ.

3 Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

3.1 Изучение теоретических основ дисциплин

Изучение теоретической части дисциплин способствует углублению и закреплению знаний, полученных на аудиторных занятиях, а также развивает у студентов творческие навыки, инициативы и умение организовать свое время.

Самостоятельная работа при изучении дисциплины включает:

- работу над конспектом лекций;
- изучение рекомендованной литературы;
- поиск и ознакомление с информацией в сети Интернет;

- подготовку к различным формам контроля (контрольный опрос, собеседование, тесты, контрольные работы, коллоквиумы);
- подготовку и написание рефератов;
- выполнение контрольных работ;
- подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины, в том числе заданным преподавателям по результатам контроля знаний.

Материал, законспектированный в течение лекций, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях.

При освоении дисциплины сначала необходимо по каждой теме изучить рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем.

По требованию преподавателя конспект лекций предоставляется ему для проверки. Замеченные недостатки и внесенные замечания и предложения следует отработать в приемлемые сроки.

3.2 Лабораторные работы

При подготовке и защите лабораторных работ необходимо обращать особое внимание на полноту и грамотность выполнения отчета по лабораторной работе, наличие в них кратких обоснований принимаемых решений и выводов по результатам работы. При несоответствии отчета этим требованиям преподаватель может возвращать его на доработку. При опросе студентов основное внимание обращается на усвоение ими основных теоретических положений, на которых базируется данная работа, и понимания того, как эти положения применяются на практике. Для освоения дисциплины в полном объеме студенту

необходимо посещать все аудиторные занятия и самостоятельно прорабатывать полученный материал.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов осуществляется перед выполнением лабораторной работы, в процессе ее защиты, а так же на зачете и экзамене.

При самостоятельном изучении дисциплины и подготовке к аудиторным занятиям и выполнении домашних заданий студенты должны использовать рекомендованную учебную литературу и учебно-методические указания. Источники информации доступны на сайте кафедры.

Самостоятельная работа осуществляется при подготовке к работе в соответствии с заданными темами, подготовке ответов к вопросам для самоконтроля и контрольным вопросам.

Отчет по лабораторной работе выполняется индивидуально или один на бригаду по решению преподавателя.

Отчет должен содержать все предусмотренные методическими указаниями разделы, включая контрольные вопросы. Рекомендуется включать в отчет ответы на контрольные вопросы в *кратком* виде. Поскольку эти ответы являются продуктом самостоятельной работы, совпадение текстов ответов в отчетах разных студентов приводит преподавателя к необходимости формировать дополнительные вопросы по соответствующей теме.

3.3 Творческие задания

Творческие задания выдаются подготовленным студентам, желающим совершенствовать свои знания, навыки и умения по направлению учебной дисциплины.

Тема творческого задания, его сложность, сроки выполнения и формы отчетности формируются индивидуально в процессе собеседования студента с преподавателем и могут отличаться от приведённых в данном пособии ранее.

В процессе выполнения творческого задания неизбежно возникновение вопросов, без разрешения которых дальнейшее продвижение невозможно. Если самостоятельное их решение

затруднено, не следует отводить для поиска решений слишком большое время: следует попросить консультации у преподавателя.

При подготовке к консультации необходимо описать ситуацию и ход исследований и четко сформулировать возникший вопрос.

В процессе выполнения творческого задания необходимо вести рабочие записи. Рабочие записи должны содержать дату и тему текущего этапа, список использованных источников, необходимые чертежи, расчеты и описания условий проведения исследований, как теоретического, так и практического характера.

На основе рабочих записей формируется отчет о проделанной работе. Отчет по решению преподавателя может быть представлен также в виде публичного доклада, в том числе и в рамках конференции или статьи.