



Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению контрольной работы
по дисциплине
«ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»
для магистрантов заочной формы обучения
специальности 8.05090101 — «Радиотехника»

Севастополь

2013

УДК 621.396 + 621.391

Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Телекоммуникационные системы» для магистрантов заочной формы обучения специальности 8.05090101 — «Радиотехника» / Сост. А.А. Савочкин. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2013. — 19 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам в выполнении контрольной работы по дисциплине «Телекоммуникационные системы».

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры радиотехники (протокол № 7 от 25 марта 2013 г.)

Рецензент: доцент кафедры радиотехники и телекоммуникаций, канд. техн. наук С.Р. Зиборов

Ответственный за выпуск: заведующий кафедрой радиотехники и телекоммуникаций, д-р техн. наук, профессор Ю.Б. Гимпилевич

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Контрольное задание «Проектирование фрагмента сети <i>SDH</i> ».....	5
2. Методические указания по выполнению контрольного задания	8
2.1. Определение уровня иерархии сетевого оборудования.....	8
2.2. Расчет протяженности регенерационного участка ВОЛС	9
2.3. Разработка схемы организации связи	10
2.4. Разработка схемы синхронизации сети	12
3. Теоретические вопросы контрольной работы.....	15
3.1. Выбор вопросов контрольной работы	15
3.2. Перечень вопросов.....	15
Библиографический список	18
Приложение А. Строительная длина кабеля в зависимости от его диаметра.....	19

ВВЕДЕНИЕ

Телекоммуникационные сети Украины построены на основе применения цифровых систем передачи плезиохронной (*PDH*), синхронной (*SDH*), асинхронной (*ATM*) цифровых иерархий и систем, использующих технологии *MPLS*, *DWDM*, *Ethernet* и др. В связи с этим, возникает необходимость практической разработки, внедрения и эксплуатации сетей связи на различных уровнях.

Учебная дисциплина «Телекоммуникационные системы» является одной из специальных дисциплин подготовки магистров по специальности 8.05090101 — «Радиотехника» и направлена на подготовку специалистов в области проектирования, внедрения и эксплуатации систем передачи информации.

Целью выполнения контрольной работы является закрепление знаний и умений по разработке структуры фрагмента сети связи на примере использования технологии *SDH*.

Контрольная работа состоит из контрольного задания и двух теоретических вопросов. Вариант определяется последними цифрами номера зачетной книжки студента. Список необходимой для изучения дисциплины литературы приведен в библиографическом списке данных методических указаний.

1. КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФРАГМЕНТА СЕТИ SDH»

Разработать структуру фрагмента сети *SDH* с кольцевой архитектурой между пунктами А, Б, В, Г, Д [1, 2]. При выполнении задания следует решить следующие задачи:

- для кольцевой архитектуры синхронизированной цифровой сети определить уровень иерархии цифровых систем передачи *SDH*;
- выполнить расчет протяженности регенерационного участка волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) [3];
- разработать схему сети связи;
- разработать схему синхронизации сети и определить распределение источников синхронизации в нормальном режиме функционирования;
- разработать схему синхронизации сети и определить распределение источников синхронизации при аварии [4].

Задание выполняется по вариантам в соответствии с данными, приведенными в табл. 1.1-1.4. Расстояние между узлами сети указаны в табл. 1.1. Число первичных цифровых потоков (ПЦП) типа *E1*, передаваемых между пунктами сети, указано в табл. 1.2. Технические параметры оптического волокна приведены в табл. 1.3, а оборудования линии связи — в табл. 1.4.

Таблица 1.1 — Расстояние между узлами сети

Наименование интервала	А — Б	Б — В	В — Г	Г — Д	Д — А
Предпоследняя цифра зачетной книжки <i>m</i>	Расстояние между узлами сети, км				
1	50	30	90	75	35
2	45	50	60	45	65
3	35	60	80	60	40
4	70	40	100	50	30
5	66	35	50	100	50
6	35	45	40	25	40
7	50	60	35	90	30
8	22	25	45	40	90
9	90	40	25	65	50
0	70	30	50	50	60

Таблица 1.2 — Число первичных цифровых потоков для каждого узла сети

Условное обозначение узлов сети	Число первичных цифровых потоков				
Последняя цифра зачетной книжки студента $n = 1$ и 2					
	А	Б	В	Г	Д
А	—	8	9	7	21
Б		—	7	11	11
В			—	6	12
Г				—	5
Д					—
Последняя цифра зачетной книжки студента $n = 3$ и 4					
	А	Б	В	Г	Д
А	—	11	14	11	20
Б		—	23	15	8
В			—	9	2
Г				—	7
Д					—
Последняя цифра зачетной книжки студента $n = 5$ и 6					
	А	Б	В	Г	Д
А	—	11	5	9	4
Б		—	7	9	3
В			—	10	22
Г				—	15
Д					—
Последняя цифра зачетной книжки студента $n = 7$ и 8					
	А	Б	В	Г	Д
А	—	3	5	11	5
Б		—	22	20	5
В			—	5	5
Г				—	5
Д					—
Последняя цифра зачетной книжки студента $n = 9$ и 0					
	А	Б	В	Г	Д
А	—	6	17	8	25
Б		—	8	8	31
В			—	11	9
Г				—	11
Д					—

Таблица 1.3 — Технические параметры оптического волокна

Последняя цифра зачетной книжки n	Диаметр кабеля, мм	Номер барабана намотки кабеля изготовителем	Тип оптического волокна
1	5	8	Стандартное SM (ITU-T G. 652)
2	7	8a	Со смещённой дисперсией DSF (ITU-T G. 653)
3	9	10	С минимизацией затухания CSF (ITU-T G. 654)
4	12	12	С ненулевой смещённой дисперсией $NZDSF$ (ITU-T G. 655)
5	24	20a	С ненулевой дисперсией (ITU-T G. 656)
6	26	20б	С уменьшенными потерями на изгибах (ITU-T G. 657)
7	30	22a	Стандартное SM (ITU-T G. 652)
8	36	22в	Со смещённой дисперсией DSF (ITU-T G. 653)
9	48	22	С минимизацией затухания CSF (ITU-T G. 654)
0	52	20	С ненулевой смещённой дисперсией $NZDSF$ (ITU-T G. 655)

Таблица 1.4 — Технические параметры оборудования

Предпоследняя цифра зачетной книжки m	Энергетический потенциал линии связи P , дБм	Длина волны оптического излучения λ , нм	Ширина спектральной линии лазерного излучателя передающего оптического модуля $\Delta\lambda$, нм
1	25	850	0,01
2	27	1300	0,02
3	29	1310	0,1
4	31	1383	0,2
5	33	1460	0,3
6	35	1550	0,4
7	37	850	0,5
8	26	1300	0,6
9	28	1310	0,7
0	30	1383	0,8

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

2.1. Определение уровня иерархии сетевого оборудования

Для заданной кольцевой схемы сети выбираем уровень иерархии (*Synchronous Transport Module, STM*), который определяется в соответствии с заданным числом первичных цифровых потоков *E1* между узлами фрагмента сети *SDH* [2, 4].

Для определения необходимого уровня *STM* в соответствии с заданными данными заполняется табл. 2.1, в которой указывается: распределение ПЦП между пунктами фрагмента сети *SDH*, число ПЦП ввода-вывода для каждого сетевого узла и общее их число в кольце. При определении суммарного числа ПЦП ввода-вывода для сетевого узла *i* необходимо просуммировать число ПЦП в соответствующей строке. Причем суммирование следует выполнить только для значений в правой верхней части таблицы (контур указанной области выделен линией большой толщины, а значения выделены курсивным шрифтом).

Таблица 2.1 — Межузловой сетевой трафик

Условное обозначение узлов сети	Число первичных цифровых потоков <i>E1</i>					Сумма ПЦП
	А	Б	В	Г	Д	
А	—	9	9	9	18	45
Б	9	—	8	8	8	24
В	9	8	—	10	10	20
Г	9	8	10	—	23	23
Д	18	8	10	23	—	—
Общее число портов узлового оборудования	45	33	37	50	59	112

Суммарное число ПЦП в примере расчета — $N_{\text{сум}} = 112$. Тогда максимальная сетевая нагрузка в кольце составит

$$N_{\text{сум}} \cdot 2,048 \cdot 10^6 = 112 \cdot 2,048 \cdot 10^6 = 229,376 \text{ Мбит/с.}$$

Следовательно, согласно данным табл. 2.2 необходимо использовать оборудование *STM-4*, поскольку $229,376 < 622,080$ Мбит/с.

Для определения числа портов ввода-вывода для узлового оборудования следует просуммировать значения в столбцах табл. 2.1., а полученные в результате суммирования значения записать в последней строке табл. 2.1.

Например, для первого столбца получаем, что узловой мультиплексор должен содержать $9 + 9 + 9 + 18 = 45$ компонентных портов ввода-вывода.

Таблица 2.2 — Иерархия систем *SDH*

Уровень <i>SDH</i>	Скорость передачи, Мбит / с
<i>STM-1</i>	155,520
<i>STM-4</i>	622,080
<i>STM-8</i>	1244,160
<i>STM-12</i>	1866,240
<i>STM-16</i>	2487,320

2.2. Расчет протяженности регенерационного участка ВОЛС

Расчет протяженности регенерационного участка для волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) осуществляется по двум параметрам: затуханию и дисперсии [3].

Длина регенерационного участка по затуханию в ВОЛС определяется по формуле

$$L_3 = \frac{P - \Delta P_p - A_d}{\alpha + \frac{A_c}{L_c}}, \quad (1)$$

где P — энергетический потенциал линии связи, который зависит от типа оборудования и от уровня *STM* (указан в табл. 1.4);

ΔP_p — энергетический запас, который обеспечивает качество приема при возможном увеличении затухания (для стран СНГ обычно выбирается в диапазоне 4...6 дБ);

A_d — дополнительное затухание, которое вносят разъемные соединения (практически можно принять $A_d = 0,5$ дБ);

α — коэффициент затухания оптического волокна (определяется по данным [5] для заданного в табл. 1.3 оптического волокна);

A_c — затухание неразъемного (сварного) соединения (практически можно принять $A_c = 0,1$ дБ);

L_c — средняя строительная длина кабеля (регламентируется производителем, см. приложение А).

Длина регенерационного участка по дисперсии определяется по формуле

$$L_d = \frac{0,25}{\sigma \cdot \Delta\lambda \cdot B}, \quad (2)$$

где σ — хроматическая дисперсия оптического волокна (определяется по данным [5] для заданного в табл. 1.3 оптического волокна);

$\Delta\lambda$ — ширина спектральной линии лазерного излучателя передающего оптического модуля (указана в табл. 1.4);

B — скорость передачи соответствующего уровня *STM*.

Выполним расчет по формулам (1) и (2) для следующих исходных данных: $P = 33$ дБ; $\Delta P_p = 6$ дБ; $\alpha = 0,39$ дБ/км; $\sigma = 3,39$ нс/нм·км; $\Delta\lambda = 0,7$ нм; $B = 622 \cdot 10^6$ бит/с (для *STM-4*); $L_C = 4$ км.

Подставив численные значения в формулу (1), получим величину ограничения на протяженность регенерационного участка из-за затухания оптического сигнала

$$L_3 = \frac{33 - 6 - 0,5}{0,39 + \frac{0,1}{4}} = \frac{26}{0,415} = 62,7 \text{ км.}$$

Подставив численные значения в формулу (2), найдем величину ограничения на протяженность регенерационного участка из-за влияния дисперсии

$$L_d = \frac{0,25}{3,39 \cdot 10^{-12} \cdot 0,7 \cdot 622 \cdot 10^6} = \frac{0,25}{0,001476} = 169,4 \text{ км.}$$

Анализируя полученные значения, в качестве протяженности регенерационного участка, выбираем наименьшее значение. В этом случае протяженность регенерационного участка составит $L_p = 62,7$ км.

2.3. Разработка схемы организации связи

В состав схемы *SDH* сети входят: коммутаторы и/или мультиплексоры и регенераторы. Определим число регенераторов на каждой секции сети по формуле

$$N_p = \mathcal{U} \left[\frac{L_{xy}}{L_p} \right] - 1, \quad (3)$$

где L_{xy} — протяженность линии между сетевыми узлами;

L_p — длина регенерационного участка;

$\mathcal{U} [x]$ — операция округления дробного числа x в сторону ближайшей целой величины.

В качестве примера рассмотрим случай, когда расстояния между узлами сети составляют: $L_{AB} = 40$ км, $L_{БВ} = 84$ км, $L_{ВГ} = 88$ км, $L_{ГД} = 70$ км, $L_{ДА} = 90$ км.

Подставляя исходные данные табл. 2.1 и результаты расчетов п.п. 2.1. в формулу (3), определим необходимое число регенераторов между сетевыми узлами:

— для участка сети между узлами А-Б

$$N_p = \mathcal{U} \left[\frac{40}{62,7} \right] - 1 = \mathcal{U} [0,63] - 1 = 0;$$

— для участка сети между узлами Б-В

$$N_p = \mathcal{U} \left[\frac{84}{62,7} \right] - 1 = \mathcal{U} [1,34] - 1 = 1;$$

— для участка сети между узлами В-Г

$$N_p = \left\lfloor \frac{88}{62,7} \right\rfloor - 1 = \left\lfloor 1,4 \right\rfloor - 1 = 1;$$

— для участка сети между узлами Г-Д

$$N_p = \left\lfloor \frac{70}{62,7} \right\rfloor - 1 = \left\lfloor 1,11 \right\rfloor - 1 = 1;$$

— для участка сети между узлами Д-А

$$N_p = \left\lfloor \frac{90}{62,7} \right\rfloor - 1 = \left\lfloor 1,43 \right\rfloor - 1 = 1.$$

Из выше произведенных расчетов следует, что между сетевыми узлами Б-В, В-Г, Г-Д и Д-А необходимо включить регенераторы ($R_{БВ}$, $R_{ВГ}$, $R_{ГД}$, $R_{ДА}$), устанавливаемые через равные расстояния. Схема, изображенная на рис. 2.1, выполнена в предположении, что в узлах сети использованы мультиплексоры ввода-вывода ADM [2, 6, 7].

При разработке схемы учтены исходные данные: параметры сети, расстояния между сетевыми узлами, тип оборудования в каждом сетевом узле и необходимое число регенераторов между сетевыми узлами.

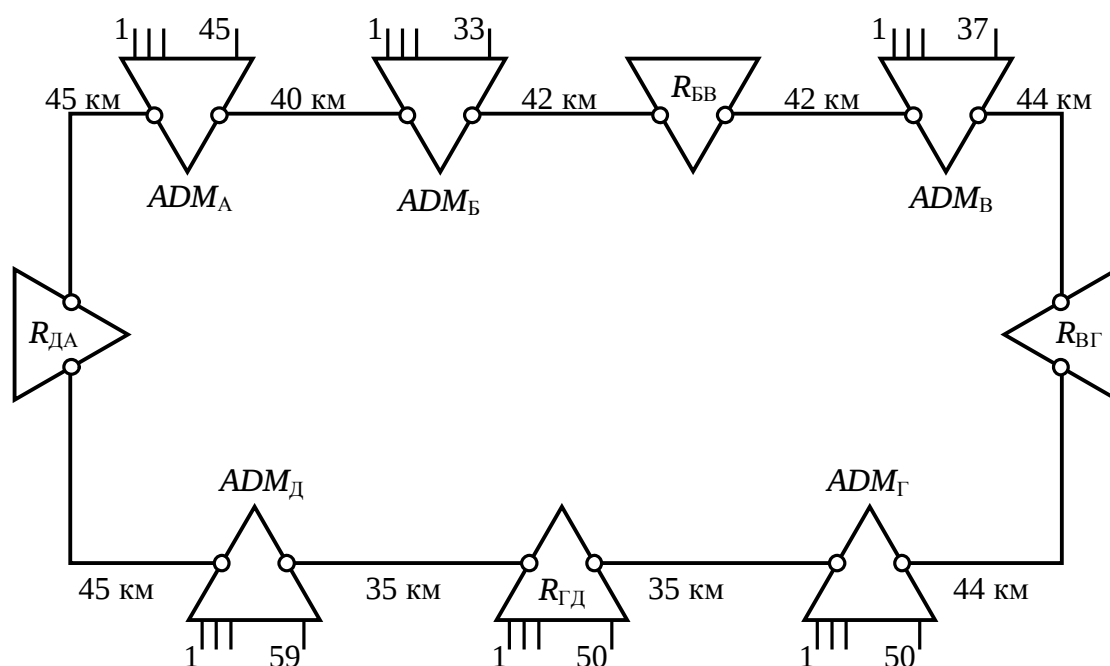


Рис. 2.1 — Схема организации связи

2.4. Разработка схемы синхронизации сети

Для обеспечения передачи информации с высоким уровнем качества в системах *SDH* необходимо обеспечить синхронизацию сетевых узлов.

Синхронизация — это средство поддержания работы всего цифрового оборудования сети связи. В цифровых системах передачи сигнал, содержащий информацию, представляет собой последовательность дискретных импульсов. При прохождении этих импульсов через линии и узлы цифровой

сети все ее компоненты должны синхронизироваться. Синхронизация должна реализовываться на трех уровнях:

- битовая синхронизация,
- синхронизация на уровне канальных интервалов,
- цикловая (кадровая) синхронизация.

Цель системы синхронизации — предоставление наиболее подходящего источника синхронизации или генератора тактовых импульсов для всех узлов участка сети.

Системы синхронизации *SDH* строятся по иерархической системе. Эта схема предусматривает использование узла, в котором находится первичный эталонный генератор тактовых импульсов ПЭГ (*Primary Reference Clock, PRC*), сигналы которого потом распространяются по сети образуя вторичные источники импульсов или вторичные задающие генераторы ВЗГ (*Secondary Reference Clock, SRC*).

Первичный эталонный генератор выполнен с использованием атомного источника тактовых синхроимпульсов с относительной нестабильностью не хуже 10^{-11} . Передача сигналов с такой точностью обеспечивается по сигналам мирового координированного времени.

При формировании сети синхронизации главным требованием является наличие главных и резервных путей распространения сигнала синхронизации. И в том и в другом случае в топологии иерархического дерева должно отсутствовать замыкание кольца синхронизации. Второе требование — наличие в сети альтернативных источников синхронизации.

Международный союз электросвязи — МСЭ (*ITU*) предложил использование уровня качества синхронизирующих источников. Этот уровень передается в виде сообщения о статусе синхронизации — CCC (*SSM*), что позволяет увеличить надежность системы синхронизации транспортной сети *SDH*.

Современные системы управления сетью используют следующие виды источников сигналов синхронизации различного качества:

- *Transit Node Clock (TNC)* — таймер транзитного узла;
- *Local Node Clock (LNC)* — таймер локального узла;
- *Synchronous Equipment Timing Source (SETS)* — таймер собственного узла, который инициализируется линейным сигналом;
- *Unknown* — уровень качества неизвестен;
- *Don't use* — состояние узла, который не использует синхронизацию по указанному направлению.

На рис. 2.2 показана схема синхронизации сети при нормальном функционировании. Подача сигнала *PRC* производится на сетевой узел Д. При непосредственном вводе сигнала *PRC* в мультиплексор узла Д, статус его внутреннего источника тактовой частоты (ИТЧ) также приобретает значение *PRC*. Остальные узлы сети в нормальном режиме функционирования имеют статус *LNC*. Все они от предыдущего узла по основному пути (сигнал син-

хронизации первого приоритета) принимают сигнал синхронизации с маркером *SETS*, а по резервному пути (второй приоритет) — сигнал синхронизации с маркером *Don't use*. С использованием разработанной схемы синхронизации заполняется таблица 2.3.

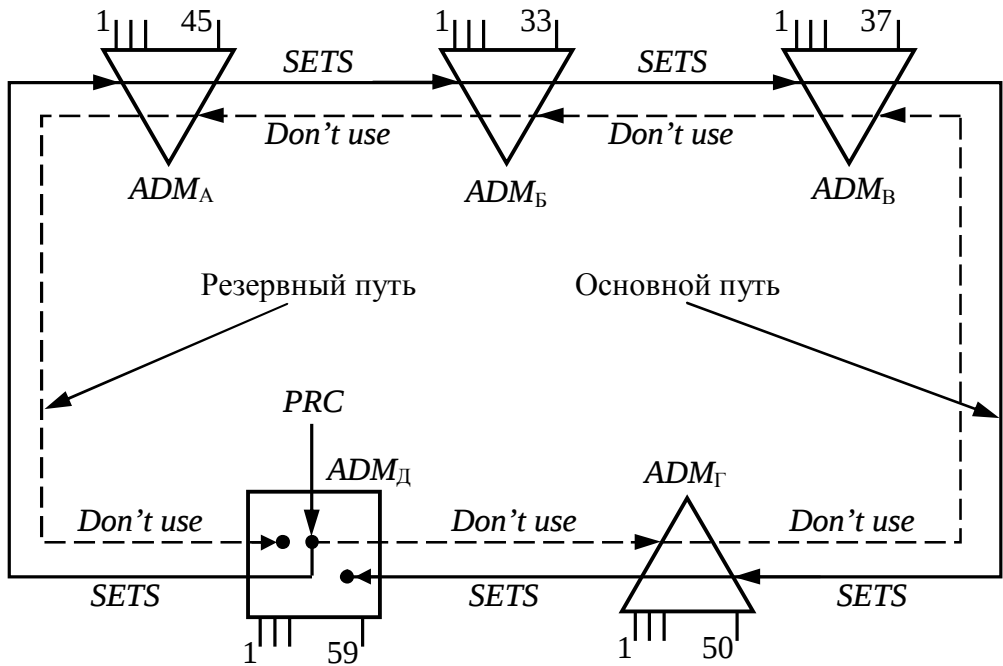


Рис. 2.2 — Схема синхронизации сети связи при нормальном функционировании

Таблица 2.3 — Распределение источников сигналов синхронизации и статус узлов в режиме нормального функционирования

Сетевой узел	Статус ИТЧ сетевого узла	Источник сигналов синхронизации	
		Основной путь (первый приоритет)	Резервный путь (второй приоритет)
$ADD_Д$	PRC	Внешний PRC	—
ADD_A	LNC	$SETS$ от $ADD_Д$	$Don't use$ от $ADD_Б$
$ADD_Б$	LNC	$SETS$ от ADD_A	$Don't use$ от $ADD_Б$
$ADD_В$	LNC	$SETS$ от $ADD_Б$	$Don't use$ от $ADD_Г$
$ADD_Г$	LNC	$SETS$ от $ADD_В$	$Don't use$ от $ADD_Д$
$ADD_Д$	LNC	—	Внешний PRC

На рис. 2.3 изображена схема синхронизации сети связи при аварии между узлами ADD_A и $ADD_Б$. В этом случае распределение источников тактовой синхронизации выполняется по такой схеме: распределение ИТЧ происходит до места аварии, как и при нормальном функционировании (основное направление), то есть в нашем случае до ADM_A .

Оборудование узлов ADD_B , ADD_V и ADD_Γ не получают синхросигнал по основному направлению, поэтому в сетевом узле, в какой попадает PRC сигнал, происходит переключение на резервный путь в направлении ADD_Γ , ADD_V и ADD_B . С использованием разработанной схемы синхронизации заполняется таблица 2.4.

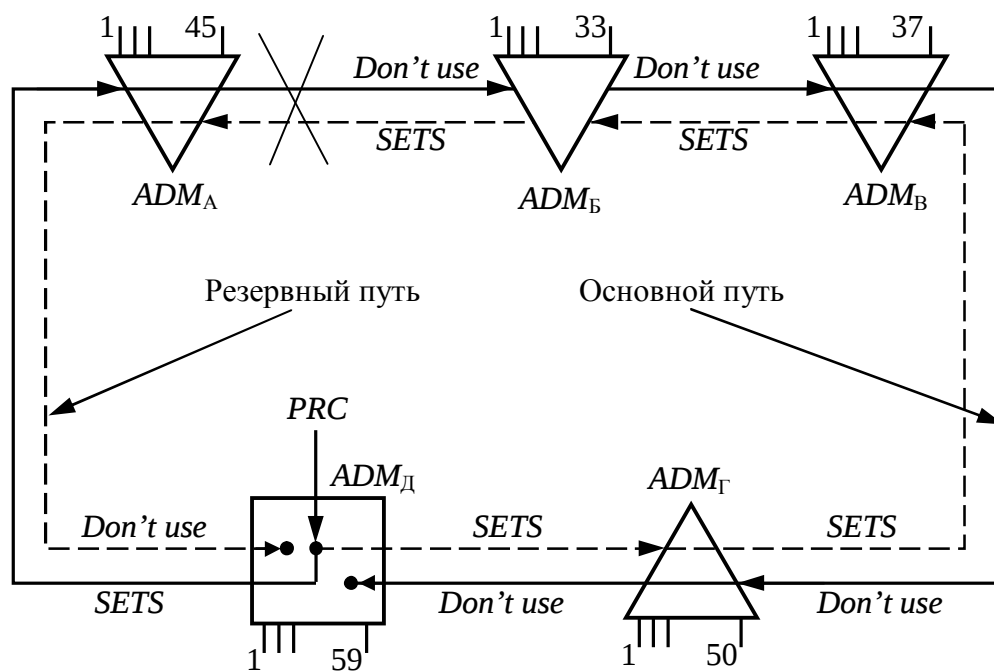


Рис. 2.3 — Схема синхронизации сети связи при аварийном функционировании

Таблица 2.4 — Распределение источников сигналов синхронизации и статус узлов при аварии

Сетевой узел	Статус ИТЧ сетевого узла	Источник сигналов синхронизации	
		Основной путь (первый приоритет)	Резервный путь (второй приоритет)
ADD_D	PRC	Внешний PRC	—
ADD_A	LNC	$SETS$ от ADD_D	Отсутствует
ADD_B	LNC	Отсутствует	$SETS$ от ADD_V
ADD_V	LNC	$Don't use$ от ADD_B	$SETS$ от ADD_Γ
ADD_Γ	LNC	$Don't use$ от ADD_V	$SETS$ от ADD_D
ADD_D	LNC	—	Внешний PRC

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1. Выбор вопросов контрольной работы

Номера теоретических вопросов контрольной работы выбираются из табл. 3.1 по последним двум цифрам зачетной книжки студента (m — предпоследняя цифра зачетной книжки, n — последняя цифра зачетной книжки). Для выполнения задания необходимо письменно изложить ответ по двум теоретическим вопросам из общего списка (см. п.п. 3.2).

Таблица 3.1 — Номера вопросов контрольной работы

m — предпоследняя цифра зачетной книжки	n — последняя цифра зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1, 60	2, 59	3, 58	4, 57	5, 56	6, 55	7, 54	8, 53	9, 52	10, 51
2	11, 40	12, 41	13, 42	14, 43	15, 44	16, 45	17, 46	18, 47	19, 48	20, 49
3	21, 50	22, 49	23, 48	24, 47	25, 46	26, 45	27, 44	28, 43	29, 42	30, 41
4	10, 31	11, 32	12, 33	13, 34	14, 35	15, 36	16, 37	17, 38	18, 39	19, 40
5	41, 62	39, 42	38, 43	37, 44	36, 45	35, 46	34, 47	33, 48	32, 49	31, 50
6	20, 51	21, 52	22, 53	23, 54	24, 55	25, 56	26, 57	27, 58	28, 59	29, 60
7	1, 30	2, 29	3, 28	4, 27	5, 26	6, 25	7, 24	8, 23	9, 22	10, 21
8	11, 39	12, 38	13, 37	14, 36	15, 35	16, 34	17, 33	18, 32	19, 31	20, 30
9	21, 61	19, 22	18, 23	17, 24	16, 25	15, 26	14, 27	13, 28	12, 29	11, 30
0	10, 31	9, 32	8, 33	7, 34	6, 35	5, 36	4, 37	3, 38	2, 39	1, 40

Ответы на вопросы должны быть содержательными и сопровождаться необходимыми формулами, таблицами, диаграммами и иллюстрациями. Обязательно по тексту ответа приводить ссылки на используемые источники информации по примеру оформления библиографического списка [1-9].

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с требованиями [9]. Представление текстовой части контрольной работы в отсканированном виде не допускается.

3.2. Перечень вопросов

1) Терминология телекоммуникационных систем (ТКС). Тенденции развития ТКС.

2) Протоколы и стандарты на примере эталонной модели взаимодействия открытых систем.

3) Особенности передачи данных между уровнями модели взаимодействия открытых систем.

4) Коммуникационный протокол. Пример уровней и стеков протоколов.

- 5) Набор протоколов локальных сетей. Стандарты *IEEE* в области локальных сетей.
- 6) Задача объединения и разделения цифровых потоков. Актуальность решения задачи для современных ТКС.
- 7) Основной цифровой канал и его характеристики.
- 8) Уровни плезиохронной цифровой иерархии *PDH*. Отличие Европейского, Североамериканского и Японского вариантов реализации *PDH*.
- 9) Иерархия плезиохронной цифровой иерархии на примере Европейского варианта.
- 10) Недостатки систем плезиохронной цифровой иерархии.
- 11) Характеристика и преимущества систем синхронной цифровой иерархии *SDH*.
- 12) Уровни оборудования синхронной цифровой иерархии.
- 13) Пример тракта передачи транспортной сети *SDH* типа.
- 14) Структура синхронного транспортного модуля *STM-1*
- 15) Упрощенная схема формирования синхронного транспортного модуля *STM-1* из потоков *E1*, *E2*, *E4*.
- 16) Структурная схема формирования модуля *STM-1* из потоков *E1*.
- 17) Оценка избыточности потока *STM-1* и потока *E4*.
- 18) Структура маршрутного заголовка, секционного заголовка и положение указателя синхронных модулей *SDH*.
- 19) Принципы формирования модулей *STM-N* для сетей *SDH*.
- 20) Общая характеристика функциональных модулей сетей *SDH*.
- 21) Назначение и пример использования терминального мультиплексора в сети *SDH*.
- 22) Назначение и пример использования мультиплексора ввода-вывода в сети *SDH*.
- 23) Назначение и пример использования кросс коммутатора в сети *SDH*.
- 24) Топология сетей синхронной цифровой иерархии.
- 25) Организация синхронизации сетей синхронной цифровой иерархии.
- 26) Функциональные возможности беспроводных телефонов. Характеристики беспроводных телефонов. Стандарт *DECT*.
- 27) Организация систем персонального радиовызова.
- 28) Стандарты кодирования в пейджинговой радиосвязи.
- 29) Сотовая связь. Принцип повторного использования частот. Функционирование системы сотовой связи.
- 30) Аналоговые стандарты сотовой связи.
- 31) Краткий обзор цифровых стандартов сотовой связи.
- 32) Стандарт сотовой связи *2G (GSM)*.
- 33) Стандарт сотовой связи *CDMA*.

34) Услуги, предоставляемые системами сотовой связи. Служба коротких сообщений (*SMS*). Служба *Enhanced Message Service (EMS)*. Служба *Multimedia Message Service (MMS)*. Служба *Wireless Application Protocol (WAP)*. Услуги *General Packet Radio Service (GPRS)*.

35) Стандарт сотовой связи *3G*. Основные характеристики и особенности использования.

36) Стандарт сотовой связи *4G (LTE)*. Основные характеристики и особенности использования.

37) Принципы организации спутниковых систем связи.

38) Классификация систем подвижной спутниковой связи.

39) Системы связи на основе геостационарных спутников.

40) Системы низкоорбитальной спутниковой связи.

41) Спутниковая система персональной связи *Iridium*.

42) Спутниковая система персональной связи *GlobalStar*.

43) Спутниковые телефоны и терминалы *Inmarsat*.

44) Портативные приемники систем спутниковой навигации.

45) Компьютерная телефония. Особенности организации и использования.

46) *IP*-телефония. Особенности использования. Основные сервисы.

47) Атмосферные лазерные линии связи.

48) Физические характеристики канала *E1*. Фреймы технологии *E1*.

49) Кодирование в линии *E1*. Кодирование *HDB3* в линии.

50) Технология *T3*. Конфигурирование интерфейсов *E3* и *X3*.

51) Сеть *ISDN*. Коммутация каналов. Абонентский канал

52) Сеть *ISDN*. Спецификации *ITU Q.921*. и *ITU Q.931*. Сети *SS7* и *ISDN*.

53) Аппаратное обеспечение для сети *ISDN*. Принцип работы канала *BRI*. Характеристики и особенности каналов *BRI*.

54) Технология *Frame Relay*. Спецификации, касающиеся базовых аспектов технологии.

55) Технология передачи данных *MPLS*. Особенности применения на транспортных сетях.

56) Функциональные возможности технологии *ATM*.

57) Параметры трафика при технологии *ATM*.

58) Общие сведения о модемах для телефонной сети общего пользования. Разновидности модемов. Основные протоколы модемной связи по телефонному каналу и их сравнительная характеристика.

59) Технология *DSL*. История развития технологии *DSL* и цифровых абонентских каналов. Методы кодирования в технологии *DSL*.

60) Технология *xDSL*. Пользовательское оборудование *ADSL*. Схема включения абонентского оборудования.

61) Технология *ADSL*. Стандарты *ADSL2* и *ADSL2+*. Особенности рекомендации *Annex M*.

62) Факторы, влияющие на *DSL*-каналы. Длина кабеля. Сечение провода и сопротивление.

63) Технология кабельных модемов и кабельное телевидение. Технология кабельных модемов. Распределение частот. Требования к качеству кабельных сетей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калинкина Т.И. Телекоммуникационные и вычислительные сети. Архитектура, стандарты и технологии / Т.И. Калинкина, Б.В. Костров, В.Н. Ручкин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 288 с.
2. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (*ATM, PDH, SDH, SONET* и *WDM*) / Н.Н. Слепов. — М.: Радио и связь, 2003. — 468 с.
3. Дмитриева С.А. Волоконно-оптическая техника: современное состояние и новые перспективы / С.А. Дмитриева, Н.Н. Слепова. — М.: Техносфера, 2010. — 608 с.
4. Склад Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. / Б. Склад. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 1104 с.
5. Волоконно-оптические кабели / Одескабель. — <http://odeskabel.com/vok-rus/images/stories/katalog/ecolight.pdf>. — 03.03.2013.
6. Гепко И.А. Современные беспроводные сети: состояние и перспективы развития / И.А. Гепко, В.Ф. Олейник, Ю.Д. Чайка, А.В. Бондаренко. — К.: Екмо, 2009. — 672 с.
7. Чернега В. Бepoвiднi лoкaльнi кoмп'ютернi мepeжi / В. Чернега, Б. Платтнер. — К.: Кондор-Видавництво, 2013. — 238 с.
8. Лукьянчук А.Г. Спутниковые системы связи, вещания и навигации: Учеб. пособие / А.Г. Лукьянчук, Ю.П. Михайлюк, А.А. Савочкин. — Севастополь: СевНТУ, 2002. — 335 с.
9. Методические указания по оформлению текстовых работ для студентов дневной и заочной форм обучения направления 0907 — «Радиотехника» / В.Г. Слезкин. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006. — 15 с.

Приложение А — Строительная длина кабеля в зависимости от его диаметра

Диаметр кабеля, мм	Номера модификации барабана																			
	6	8	8а	10	12	14	14а	17	17а	18	18а	18а1	18б	20	20а	20б	22	22а	22б	22в
	Длина кабеля, м																			
5	1640	2070	3590																	
6	1135	1430	2500																	
7	835	1050	1835																	
8	640	805	1400	3130																
9	505	635	1105	2480																
10	405	515	900	2000	3086															
12	280	355	625	1390	2260															
13		300	530	1190	1820	3710														
14		260	455	1020	1650	3200	1750													
15		225	395	895	1365	2785	1525													
16		195	350	785	1260	2445	1340	3300	3965											
17		175	310	695	1060	2165	1185	3500												
18		155	275	615	1000	1930	1060	2605	3130	2835	3805	4654	3470							
19		140	245	545	855	1730	955													
20		125	220	495	810	1560	860	2110	2530	2296	3080	3770	2810							
21			200	445	695	1415	775													
22		100	180	405	670	1290	705	1740	2090	1895	2545	3110	2320	2830	3840	1595				
23			165	375	580	1180	645													
24		85	150	340	565	1095	595	1460	1755	1590	2135	2610	1947	2380	3250	1340				
25			140	315	490	990	540													
26		70	130	290	470	920	500	1240	1495	1355	1820	2225	1660	2020	2745	1140				
27				265	420	855	465													
28		60	110	250	410	795	435	1070	1290	1165	1570	1915	1430	1740	2365	985				
30				215	355	695	375	935	1120	1015	1360	1670	1240	1520	2060	859	1960	1640	1120	2250
32				190	315	610	330	825	990	895	1195	1465	1090	1330	1810	755	1720	1445	985	1980
34				170	275	545	295	725	875	795	1060	1295	970	1180	1600	665	1520	1280	875	1740
36					245	480	265	645	780	705	945	1155	865	1050	1430	595	1355	1140	780	1560
38					220	430	235	585	700	635	850	1035	775	945	1280	535	1210	1020	699	1400
40					195	385	210	525	630	575	765	940	700	854	1155	481	1090	925	630	1260
42					180	350	190	475	570	515	695	850	635	775	1050	435	995	840	570	1145
44						320	175	435	520	475	635	775	575	705	960	395	910	765	520	1040
46						295	155	395	475	430	575	705	525	645	875	360	835	700	475	955
48						265	145	365	435	395	530	655	485	590	805	330	765	640	435	880
50						245	135	335	400	365	490	600	445	545	745	305	705	595	400	810
52							125	310	370	335	455	555	415	505	685	280	650	545	370	745
54							115	285	345	310	420	515	385	465	635	260	605	505	345	695

Заказ № _____ от «__» _____ 2013 г. Тираж 20 экз.
Изд-во СевНТУ