

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от « 25 » мая 2018 г. № 414-1

Б1.В.ДВ.03.01 «Системы железнодорожной связи» рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.05 -Системы обеспечения движения поездов

Специализация – СОД 3-Телекоммуникационные системы и сети на железнодорожном транспорте

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма обучения – заочная

Нормативный срок обучения – 6 лет

Кафедра-разработчик программы – «Автоматика, телемеханика и связь»

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Формы промежуточной аттестации в семестре:

Часов по учебному плану – 108

зачёт 8

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	6	Итого
Число недель в семестре	18	
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	12	12
– лекции	4	4
– практические (семинарские)	4	4
– лабораторные	4	4
Самостоятельная работа	92	92
Зачёт	4	4
Итого	108	108

ИРКУТСК

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели освоения дисциплины	
1	Формирование у специалиста принципов и особенностей организации и эксплуатации технических средств систем связи, обеспечивающих движение поездов, которые являются ключевыми элементами хозяйства связи железных дорог и метрополитенов;
2	– понимание роли связи при выполнении перевозочного процесса.
1.2 Задачи освоения дисциплины	
1	Научить основам фундаментальных знаний и практических навыков в области применяемых на железнодорожном транспорте систем связи и систем коммутации, обучение умению применять полученные знания для решения прикладных задач эксплуатации сетей ОТС, ОбТС;
2	Развить общие представления о современном состоянии систем связи, реализуемых на кабельных, волоконно-оптических линиях связи и с использованием систем сотовой, спутниковой связи и радиосистем широкополосного доступа, о тенденции развития связи в России и за рубежом.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
1	Знать основные понятия из теории передачи сигналов, виды сигналов, модуляцию сигналов. Знать классификацию линий связи. Уметь измерять электрические сигналы. Владеть методикой расчета первичных и вторичных параметров линий связи.
2	Необходимыми условиями для освоения дисциплины «Системы железнодорожной связи» является владение следующими компетенциями: ОПК-1,3,5, ОПК-10, ОПК-12, ПК-1
2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.В.ДВ.04.01 Системы связи с подвижными объектами, Б1.Б.1.ДС.06 Оперативно-технологическая связь на железнодорожном транспорте, Б1.Б.1.ДС.05 Цифровые системы передачи, Б1.Б.1.ДС.03 Многоканальная связь на железнодорожном транспорте, Б1.В.ДВ.04.02 Радиотехнические системы, Б1.В.02 Системы коммутации в сетях связи, Б1.В.03 Специальные измерения в системах связи, Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
ПСК-3.1 Способностью применять теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов при расчете параметров систем телекоммуникаций, оценке качества передачи, владением методами расчета основных характеристик систем и сетей связи, а также методами оценки эффективности и качества этих систем с использованием систем менеджмента качества	
Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов
Уметь	применять теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов
Владеть	владеть методами основных характеристик систем связи,
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов при расчёте параметров систем телекоммуникаций
Уметь	применять теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов при расчёте параметров систем телекоммуникаций
Владеть	владеть методами основных характеристик систем и сетей связи,
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов при расчёте параметров систем телекоммуникаций, оценки качества передачи;
Уметь	применять теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов при расчёте параметров систем телекоммуникаций, оценки качества передачи.
Владеть	владеть методами основных характеристик систем и сетей связи, методами оценки эффективности и качества этих систем с использованием систем менеджмента качества.

ПСК-3.2 Способностью применять методы расчета параметров передачи линий связи и параметров взаимных влияний между ними, передаточных характеристик направляющих систем, волоконно-оптических линий передачи, владением современной технологией монтажа электрических и оптических линий, навыками проектирования линейных сооружений связи

Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	методы расчёта параметров передачи линий связи
Уметь	рассчитывать параметры передачи линий связи и параметры взаимных влияний между ними;
Владеть	современной технологией монтажа электрических линий связи
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	методы расчёта параметров передачи линий связи и параметров взаимных влияний между ними; передаточных характеристик направляющих систем;
Уметь	рассчитывать параметры передачи линий связи и параметры взаимных влияний между ними, передаточных характеристик направляющих систем;
Владеть	современной технологией монтажа электрических и оптических линий связи.
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	методы расчёта параметров передачи линий связи и параметров взаимных влияний между ними, передаточных характеристик направляющих систем, волоконно-оптических линий передачи;
Уметь	рассчитывать параметры передачи линий связи и параметры взаимных влияний между ними, передаточных характеристик направляющих систем, волоконно-оптических линий передачи;
Владеть	современной технологией монтажа электрических и оптических линий связи. навыками проектирования линейных сооружений линий связи.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

Знать	
1	системы связи на железнодорожном транспорте и метрополитенах; основные характеристики устройств связи и их узлов и систем;
2	назначение, состав и структуру производственной, эксплуатационной, технологической и ремонтной документации, правила ее разработки и оформления;
Уметь	
1	эффективно использовать оборудования и материалы при техническом обслуживании и ремонте систем связи для обеспечения движения поездов;
2	восстанавливать функционирование систем связи в случае их отказы в нормативные сроки.
Владеть	
1	методами по оценке и выбору рациональных технологических режимов работы оборудования; по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту устройств связи; методами и способами диагностирования устройств связи;
2	навыками инженерно-технического работника при эксплуатации и надзоре, техническом обслуживании и ремонте устройств систем обеспечения связи и технолога по сопровождению и контролю производства и ремонта устройств и систем связи;
3	навыками освидетельствования и оценки технического состояния устройств и систем обеспечения связи; разработки и оформления ремонтной документации, составления дефектных ведомостей на детали и элементы, требующие ремонта и замены.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
Раздел 1. Введение.					
1.1	Введение. Роль связи в работе ж.д.транспорта. Сеть связи. Этапы развития сети связи на железнодорожном транспорте. /Лек/	8	2	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.1 , Л4.1
1.2	Характеристики электроакустических преобразователей. Расчёт телефонного тракта	8	2	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.1 , Л4.1 Л4.3
1.3	Изучение телефонного аппарата	8	2	ПСК-3.1	Л1.1. Л3.1

				ПСК-3.2	
Раздел 2. Принципы построения цифровой первичной сети связи ОАО «РЖД»					
2.1	Принципы построения цифровой первичной сети связи ОАО «РЖД». Иерархия цифровых систем передачи (ПЦИ и СЦИ). Временное разделение каналов связи. Система организации связи на жд. ЕСМА. /Лек/	8	2	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.1Л4.1
2.2	Лабораторная работа ««Мультиплексор транзита и выделения каналов» Содержание занятия: Изучение принципов работы мультиплексора /Лаб/	8	2	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.1, Л4.1, Л3.1
2.3	Временное разделение каналов связи и формирование потока Е1. /Лаб/	8	2	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.1, Л4.2, Л3.1
2.4	Изучение эталонной модели взаимодействия систем /Ср/	8	2	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3
3. Самостоятельная работа					
3.1	Работа над лекционным материалом. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	8	8	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2, Л4.1, Л4.2
3.2	Цифровая коммутирующая аппаратура, используемая на железнодорожном транспорте: КСМ-400, Обь-128, ДХ-500, КС СМК-30, Si-2000. . /Ср/	8	8	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.1, Л2.2 Л4.1, Л4.2
3.3	Структурные схемы функциональных модулей STM-1 и STM-4. Топология и архитектура и архитектура сетей SDH. Способы самовосстановления и повышения живучести сетей SDH. /Ср/	8	8	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.1 Л2.1 Л2.2, Л4.1
3.4	Технология управления цифровыми телекоммуникационными сетями. Технология эксплуатационных измерений в цифровых системах. Метод АТМ. /Ср/	8	8	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.1 Л2.1 Л2.2, Л4.1
3.5	Общетехнологическая телефонная связь.. /Ср/	8	8	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3
3.6	Технологическая телефонная связь. Способы организации связи. /Ср/	8	8	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3
3.7	Радиосвязь на железнодорожном транспорте. /Ср/	8	8	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3
3.8	Спутниковые системы связи. /Ср/	8	8	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л4.1
3.9	Навигационные системы связи. /Ср/	8	8	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л4.1
3.10	Сотовые системы связи	8	6	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л4.1
3.11	Оборудование и обслуживание устройств связи /Ср/	8	6	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л4.1
	Подготовка к зачёту. Зачёт	8	4	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3

**5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разработан в соответствии с Положением о формировании фондов оценочных

средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.312000.06.7.188-2017.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по данной дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещаются в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/100% онлайн
Л1.1	Под редакцией доктора технических наук, профессора А. В. Горелика.	Системы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи; учебник: в 2 частях, ч.2.	,М.: УМЦ, по образованию на жд. транспорте. Г. 2012	104
Л1.2	Казаринов Ю.М., Коломенский Ю.А., Кутузов В.М., Леонтьев В.В.	Радиотехнические системы: учеб. для вузов	М.: ИЦ "Академия", 2008	55

6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/100% онлайн
Л2.1	Крухмалев В.В., Моченов А.Д.	Синхронные телекоммуникационные системы и транспортные сети: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп.	М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2012	5
Л2.2	Гордиенко В.Н.,	Многоканальные телекоммуникационные системы: Учебник для вузов. [Электронный ресурс] : учебник / В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2013. — 396 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=11830	Горячая линия – Телеком, 2013	100% on-line

6.1.3 Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/100% онлайн
Л3.1	Куценко С.М., Климов Н.Н., Дмитриев А.А.	Изучение оборудования систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: лаб. практикум по дисциплине "Системы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте"	Иркутск, ИрГУПС, 2010	100
Л3.2				

6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/	Кол-во экз. в
--	---------------------	----------	----------------------------	---------------

			Личный кабинет обучающегося	библиотеке/ 100% онлайн
Л4.1	Под редакцией д.т.н. Г.В. Горелова.	Телекоммуникационные технологии на железнодорожном транспорте	М.: УМЦ МПС. 1999, 576 с.	50
Л4.2	Климов Н.Н.	Контрольная работа по реализации системы с временным разделением каналов ИКМ-30 и потока Е1.	Личный кабинет обучающегося	100% on line
Л4.3	Климов Н.Н.	Методические указания для расчёта телефонного канала связи (аудио).	Личный кабинет обучающегося	100% on line

6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э.1	Сайт д.т.н., профессора Санкт-Петербургского университета телекоммуникаций им. проф. Бонч-Бруевича Кунегина Сергея Владимировича: http://kunegin.narod.ru .			
6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)				
6.3.1 Перечень базового программного обеспечения				
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия №44718499; ОС Microsoft Windows 7 Professional количество – 100, лицензия №49379844;			
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, лицензия №48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, https://ru.libreoffice.org			
6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения				
6.3.2.1	Комплект программного обеспечения ВТК-12 "Морион"			
6.3.2.2	Комплект программного обеспечения СММ-155 "Морион"			
6.3.2.3	Программа для работы с осциллографической приставкой DSO «PC-Lab 2000 SE»			
6.3.3 Перечень информационных справочных систем				
6.3.3.1	Официальный сайт международного союза электросвязи: http://www.itu.int/ru			
6.3.3.2	Крупнейший портал связистов и других железнодорожников: http://scbist.com/			

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

1	Корпуса А,Б,В,Г,Д,Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул Чернышевского, д. 15; корпус Л-по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80;
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсового проекта), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий семинарского типа имеются учебно-наглядные пособия (плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещение для хранения профилактического учебного оборудования – А-521.
3	Учебная лаборатория «Системы передачи информации», аудитория Д817. Оснащение лаборатории: 1. Рефлектометр. 2. Сварочный аппарат для сварки оптического волокна. 3. Оптический тестер GNnet-tester - 1 штука. 4. стенды для изучения телефонных аппаратов, 5. цифровые автоматические телефонные станции КСМ-400, «Нисом», 6. ТЛС-31, ВТК-12, СММ-155,

	<p>7. стенд для изучения частотного разделения каналов,</p> <p>8. рефлектометр, сварочный аппарат для сварки оптоволокна, оптические тестеры,</p> <p>9. анализатора потока STM-1 «Виктория», тестеры потока E1, стенд для изучения ПЦИ и СЦИ на базе ТЛС-31 и мультиплексоров СММ-155 и СМК-30.</p> <p>10. Учебная компьютерная аудитория Д-810, позволяющая на компьютерах обрабатывать модельные рефлектограмм.</p>
4	<p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС.</p> <p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507.

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям: частотное разделение каналов, временное разделение каналов, плезиохронная цифровая иерархия, синхронная цифровая иерархия, потоки E1-E4, синхронные транспортные модули STM-1, STM-4 и т.д., волновое уплотнение каналов связи, волоконно-оптические линии связи, рабочие диапазоны радиосвязи на жд транспорте и др.</p>
Практическое занятие	<p>Практические занятия, являясь дополнением к лекционному курсу, закладывают и формируют основы квалификации специалиста. Практическое занятие проводится под руководством преподавателя и направлено на углубление знаний, привитие навыков самостоятельной работы в ходе выполнения расчетов, использования таблиц, справочников и др. Успех практического занятия зависит от теоретической, практической и методической подготовленности преподавателя, его организаторской работы по подготовке занятия, от методического обеспечения, а также от степени подготовленности студентов, их активности на занятии. При подготовке к практическому занятию студенты должны изучить лекционный материал и проработать рекомендованную литературу по теме занятия. В ходе занятия преподаватель может осуществлять текущий контроль знаний и умений.</p>
Лабораторное занятие	<p>Лабораторные занятия служат для углубления и закрепления теоретических знаний, формирования умений и навыков. На лабораторных занятиях проводится исследование реального оборудования, прививаются навыки работы с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения. Для всех лабораторных занятий составляются методические указания к выполнению лабораторных работ, доступных в библиотеке и информационной среде Интернет.</p> <p>Успех лабораторных занятий зависит от теоретической, практической и методической подготовленности преподавателя, его организаторской работы по подготовке занятия, от состояния лабораторной базы и методического обеспечения, а также от степени подготовленности обучающихся, их активности на занятии.</p> <p>Обработка результатов эксперимента выполняется либо в день выполнения работы, либо во время самостоятельной работы. После чего оформляется индивидуальный отчет о выполненной работе. Отчет может состоять из трех частей. В первой части указываются наименование и цель работы, дается описание систем, на которых проводится эксперимент, приводится структурная или принципиальная схема стенда. Во второй</p>

	<p>части представляются опытные данные и результаты вычислений. По результатам наблюдений и вычислений строятся графики, позволяющие произвести анализ исследуемого явления. В третьей части даются выводы по результатам выполненной работы. Лабораторный практикум заканчивается защитой результатов работы. Требования к содержанию отчета изложены в учебно-методическом пособии для выполнения лабораторных работ по данной дисциплине.</p>
Контрольная работа	<p>На основе лекционного материала, методических указаний, научной, учебной, нормативной и другой литературы необходимо разобраться в методе выполнения расчётов характеристик аппаратуры, реализующей телефонный канал и понять временное разделение каналов связи на примере ИКМ-30 и потока Е1 по решению поставленной задачи. Инструкция по выполнению требований к оформлению контрольной работы (Положение «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2012 в последней редакции).</p>
Самостоятельная работа	<p>Цель самостоятельной работы: овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности. Самостоятельная работа способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.</p> <p>Основной формой самостоятельной работы является изучение учебного материала дисциплины по конспекту лекций, при необходимости его дополнение по рекомендованной литературе. Для работы с рекомендованной литературой в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги, а так же ресурсы сети Интернет. Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после полного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).</p> <p>Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач возникают вопросы необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения.</p>
Зачёт	<p>К зачёту допускаются обучающиеся, которые прошли все этапы текущего контроля (успешно работали на практических занятиях, выполнили и защитили лабораторные работы, курсовой проект). Непосредственная подготовка к экзамену осуществляется по вопросам к экзамену.</p> <p>Зачёт проводится в устной форме. Перечень вопросов предоставляется студентам заранее..</p> <p>При подготовке к зачёту обучающийся должен тщательно изучить формулировку каждого вопроса, вникнуть в его суть, составить план ответа. Ответ должен быть полным и аргументированным. Необходимо отметить для себя пробелы в знаниях, которые следует ликвидировать в ходе подготовки, а так же в ходе экзаменационной консультации.</p> <p>Для подготовки ответа на зачёте отводится 30-40 минут. Обучающимся на экзамене запрещено пользоваться сотовыми телефонами, шпаргалками, учебниками и другими «вспомогательными» средствами.</p> <p>Получив вопросы для зачёта, внимательно прочитайте вопросы. Подготовку ответа начинайте с того вопроса, который знаете лучше, это сэкономит ваше время для обдумывания других вопросов экзаменационного билета. Рекомендуется излагать ответ своими словами, не зачитывая того, что подготовлено письменно. Внимательно слушайте дополнительный вопрос преподавателя. Если затрудняетесь ответить сразу, не торопитесь, обдумайте ответ.</p> <p>Оценка выставляется в соответствии с критериями оценивания, определенными в фонде оценочных средств (Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины).</p>
<p>Для того чтобы освоить дисциплину необходимо иметь базовые знания по профессиональным дисциплинам "Теория передачи сигнала", "Линии связи", "Каналообразующие устройства систем связи". Рабочая программа построена таким образом, что последовательное рассмотрение лекционного материала, практических и лабораторных занятий позволит получить полное представление о современных системах связи, реализуемых на железнодорожном транспорте.</p>	
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	

Приложение Б
Перечень ФОС для проведения текущего контроля успеваемости и проведения
промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине
Б1.В.ДВ.03.01 «Системы железнодорожной связи»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации по дисциплине
Б1.В.ДВ.03.01 «Системы железнодорожной связи»**

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Автоматика, телемеханика и связь» с участием представителей Иркутской дирекции связи филиала ЦСС дочернего предприятия ОАО «РЖД» « 21» августа 2017 г. № 12

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Системы железнодорожной связи» участвует в формировании компетенций:

ПСК-1: Способностью применять теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов при расчете параметров систем телекоммуникаций, оценке качества передачи, владением методами расчета основных характеристик систем и сетей связи, а также методами оценки эффективности и качества этих систем с использованием систем менеджмента качества;

ПСК-2: Способностью применять методы расчета параметров передачи линий связи и параметров взаимных влияний между ними, передаточных характеристик направляющих систем, волоконно-оптических линий передачи, владением современной технологией монтажа электрических и оптических линий, навыками проектирования линейных сооружений связи

Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ПСК-1, ПСК-2 при освоении образовательной программы

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин (модулей)/ практик, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ПСК-1	Способностью применять теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов при расчете параметров систем телекоммуникаций, оценке качества передачи, владением методами расчета основных характеристик систем и сетей связи, а также методами оценки эффективности и качества этих систем с использованием систем менеджмента качества;	Б1.Б.1.ДС.01 Системы менеджмента качества при эксплуатации и обслуживании телекоммуникационных систем	9	4
		Б1.Б.1.ДС.03 Многоканальная связь на железнодорожном транспорте	7	2
		Б1.Б.1.ДС.04 Передача дискретных сообщений на железнодорожном транспорте	6	1
		Б1.В.01 Каналообразующие устройства систем связи	6	1
		Б1.В.02 Системы коммутации в сетях связи	8	3
		Б1.В.03 Специальные измерения в системах связи	9	4
		Б1.В.ДВ.03.02 Электропитающие устройства связи	6	1
		Б1.В.ДВ.03.01 Системы железнодорожной связи	6	1
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	10	5
ПСК-2	Способностью применять методы расчета параметров передачи линий связи и параметров взаимных влияний между ними, передаточных характеристик направляющих систем, волоконно-оптических линий передачи, владением современной технологией монтажа электрических и оптических линий, навыками проектирования линейных сооружений связи	Б1.Б.1.ДС.02 Линии связи	5	1
		Б1.Б.1.ДС.03 Многоканальная связь на железнодорожном транспорте	7	3
		Б1.В.ДВ.03.01 Системы железнодорожной связи	6	2
		Б1.В.ДВ.04.02 Радиотехнические системы	8	4
		Б2.Б.04(Н) Производственная - научно-исследовательская работа	9	5
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	10	5

Таблица соответствия уровней освоения компетенций ПСК-1, ПСК-2 планируемым результатам обучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПСК-1	Способностью применять теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов при расчете параметров систем телекоммуникаций, оценке качества передачи, владением методами расчета основных характеристик систем и сетей связи, а также методами оценки эффективности и качества этих систем с использованием систем менеджмента качества;	Раздел 1. Введение. Принципы построения первичной сети связи ОАО «РЖД». Раздел 2. Основы телефонной связи. Раздел 3. Дальнейшее развитие первичной сети связи ОАО «РЖД». Раздел 4. Общетеchnологическая и оперативно-технологическая телефонная связь. Раздел 5. Радиосвязь на железнодорожном транспорте.	Минимальный уровень	Знать: теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов
				Уметь: применять теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов
				Владеть: владеть методами основных характеристик систем связи,
			Базовый уровень	Знать: теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов при расчёте параметров систем телекоммуникаций
				Уметь: применять теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов при расчёте параметров систем телекоммуникаций
				Владеть: методами расчёта основных характеристик систем и сетей связи,
Высокий уровень	Знать: теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов при расчёте параметров систем телекоммуникаций, оценки качества передачи;			
	Уметь: применять теоретические положения теории цепей и теории передачи сигналов при расчёте параметров систем телекоммуникаций, оценки качества передачи. Владеть: методами расчёта основных характеристик систем и сетей связи, методами оценки эффективности и качества этих систем с использованием систем менеджмента качества.			
ПСК-2	Способностью применять методы расчета параметров передачи линий связи и параметров взаимных влияний между ними, передаточных характеристик направляющих	Раздел 1. Введение. Принципы построения первичной сети связи ОАО «РЖД». Раздел 2. Основы телефонной связи. Раздел 3. Дальнейшее развитие первичной сети связи ОАО «РЖД».	Минимальный уровень	Знать: методы расчёта параметров передачи линий связи
Уметь: рассчитывать параметры передачи линий связи и параметры взаимных влияний между ними;				
Владеть: современной технологией монтажа электрических линий связи				

	систем, волоконно-оптических линий передачи, владением современной технологией монтажа электрических и оптических линий, навыками проектирования линейных сооружений связи	Раздел 4. Общетехнологическая и оперативно-технологическая телефонная связь. Раздел 5. Радиосвязь на железнодорожном транспорте.	Базовый уровень	Знать: методы расчёта параметров передачи линий связи и параметров взаимных влияний между ними; передаточных характеристик направляющих систем;
				Уметь: рассчитывать параметры передачи линий связи и параметры взаимных влияний между ними, передаточных характеристик направляющих систем;
			Высокий уровень	Владеть: современной технологией монтажа электрических и оптических линий связи.
				Знать: методы расчёта параметров передачи линий связи и параметров взаимных влияний между ними, передаточных характеристик направляющих систем, волоконно-оптических линий передачи;
				Уметь: рассчитывать параметры передачи линий связи и параметры взаимных влияний между ними, передаточных характеристик направляющих систем, волоконно-оптических линий передачи;
				Владеть: современной технологией монтажа электрических и оптических линий связи. навыками проектирования линейных сооружений линий связи.

**Программа контрольно-оценочных мероприятий
за период изучения дисциплины**

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
6 семестр				
1	2	Текущий контроль	Тема: «Введение» История и перспективы развития связи в ОАО «РЖД»	ПСК-3.1 ПСК-3.2 Собеседование (устно)
2	4	Текущий контроль	Тема: «Электроакустические преобразователи»	ПСК-3.1 ПСК-3.2 Коллоквиум (устно)
3	6	Текущий контроль	Тема: «Сети связи и коммутационные устройства».	ПСК-3.1 ПСК-3.2 Контрольная работа (КР) (письменно)
4	8	Текущий контроль	Тема: «Аппаратура многоканальной связи.».	ПСК-3.1 ПСК-3.2 Сообщение, доклад (устно\письменно)
5	10	Текущий контроль	Тема: « Системы передачи PDH и SDH».	ПСК-3.1 ПСК-3.2 Собеседование (устно)
6	12	Текущий контроль	Тема: «Общетехнологическая телефонная связь «».	ПСК-3.1 ПСК-3.2 Собеседование (устно)
7	14	Текущий контроль	Тема: «Технологическая телефонная связь «».	ПСК-3.1 ПСК-3.2 Собеседование (устно)

8	16	Текущий контроль	Тема: «Радиосвязь на железнодорожном транспорте».	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Собеседование (устно)
9	18	Текущий контроль	Тема: «Оборудование и обслуживание устройств связи».	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Коллоквиум (устно)
10	19-20	Промежуточная аттестация	Разделы: 1-3	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Собеседование (устно)
11	21	Зачёт	Разделы: 1-5	ПСК-3.1 ПСК-3.2	Собеседование

2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Комплекты контрольных заданий по темам дисциплины (не менее двух вариантов)
2	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы по темам/разделам дисциплины
4	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы лабораторных работ и требования к их защите
5	Зачёт	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к зачёту

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»		Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»		Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Контрольная работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень

«неудовлетворительно»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений
-----------------------	--

Коллоквиумов, собеседования

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»	Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»	Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	Не было попытки выполнить задание

Защита лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

**контрольные задания или иные материалы, необходимые
для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций
в процессе освоения образовательной программы**

3.1 Типовые контрольные задания для проведения контрольных работ

Ниже приведены образцы типовых вариантов контрольных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины

Предел длительности контроля – 45 _____ минут.

Предлагаемое количество заданий – 1 _____ заданий.

Комплект заданий для контрольной работы

Тема «Временное разделение каналов связи»

Предложенные задания проверяют усвоение материала компетенций ПСК-1 и ПСК-2, проверяемых оценочным средством: **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА по ВРЕМЕННОМУ РАЗДЕЛЕНИЮ КАНАЛОВ СВЯЗИ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ.**

Задание 1 - Роль теоремы Котельникова-Найквиста в формировании потока Е1.

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА по ВРЕМЕННОМУ РАЗДЕЛЕНИЮ КАНАЛОВ СВЯЗИ
И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**

Основой современного прогресса развития систем передачи информации послужили создание лазеров, микропроцессоров и волоконно-оптических кабелей с малым затуханием. Это позволило в период 1991 – 2000 гг на железнодорожном транспорте РФ перейти на использование волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) и современных цифровых коммутирующих станций. Использование при организации связи и передачи данных зарубежный опыт и возможности российских предприятий на основе зарубежных комплектующих наладить выпуск отечественной аппаратуры (комплекс аппаратуры «Вятка» для оптической связи потока Е1 (2,048 Мбит/с), ТЛС-31 (35 Мбит/с), СММ-155 (63 потока Е1)[1] позволили внедрить плезиохронную цифровую иерархию (ПЦИ-PDH) и синхронную цифровую иерархию (СЦИ-SDH). Последняя технология пришла на смену импульсно-кодовой модуляции (ИКМ) и плезиохронной цифровой иерархии PDH и стала интенсивно внедряться в результате массовой установки современных зарубежных цифровых АТС, позволяющих обеспечивать работу потоками 2 Мбит/с, и создания в регионах локальных колец SDH.

Поток Е1, являющейся базовым для формирования потоков ПЦИ и СЦИ, генерируется в процессе импульсно-кодовой модуляции ИКМ-30. Использование этой технологии позволяет реализовать метод временного разделения каналов (ВРК). Этот процесс подробно рассмотрим ниже.

Изучив методические указания и литературу в процессе выполнения контрольной работы Вы должны ответить на нижележащие вопросы:

ВОПРОСЫ для КР.

1. Роль теоремы Котельникова-Найквиста в формировании потока Е1.
2. Причины использования одного байта информации для передачи сведений о величине амплитуды импульса.
3. Почему используется неравномерный шаг квантования при работе АЦП?
4. Чем определился выбор частот тактовой, цикловой и сверхцикловой синхронизации при формировании потока Е1?

5. Назовите источники синхронизации и требования к ним.
6. Как используется поток E1 в организации работы железнодорожного транспорта?

Объем контрольной работы при ответе на вопросы не должен превышать 3-5 страниц машинописного текста!

1. ОСНОВЫ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

1.1. ИМПУЛЬСНО-КОДОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ (ИКМ)

Импульсные методы модуляции основаны на процессе *дискретизации* передаваемого аналогового сигнала, т.е. использовании *последовательности выборок* (выборочных значений) аналогового сигнала, взятых периодически с *частотой дискретизации* f_d . Она выбирается из условия возможности последующего восстановления аналогового сигнала без искажений из дискретизированного сигнала с помощью фильтра нижних частот. Для сигнала с ограниченным спектром, к которому относится и сигнал стандартного телефонного канала в полосе спектра человеческого голоса 300–3400 Гц, применима теорема Котельникова-Найквиста, определяющая частоту дискретизации вдвое выше, чем максимальная частота в спектре передаваемого сигнала. С учётом неидеальности частотной характеристики фильтра частота среза $f_{ср}$ взята равной 4 кГц. Частота дискретизации $f_d = 2 \cdot f_{ср}$. Отсюда получаем, что для стандартного телефонного канала частота дискретизации составляет 8 кГц (т.е. выборки аналогового сигнала следуют с периодом дискретизации $T_d = 125$ мкс). [2].

Следующая операция это *квантование* амплитуд импульсных выборок - процесс определения для каждой выборки эквивалентного ей *численного (цифрового) значения*. Указанные два шага (дискретизация и квантование) определяют процессы, осуществляемые при *импульсно-кодовой модуляции*. Они позволяют перейти от аналогового представления речевого сигнала к *цифровому*.

Численное значение каждой выборки в этой схеме далее представлено (закодировано) в виде 8 битного *двоичного кода* (на практике при использовании аналого-цифровых преобразователей (АЦП или кодер) двоичное кодирование осуществляется непосредственно при квантовании). Такое кодирование (часто называемое *кодификацией*) дает возможность передать 256 (2^8) дискретных уровней амплитуды речевого сигнала, обеспечивая качественную передачу речи формально с динамическим диапазоном порядка 42 или 48 дБ. Учитывая, что выборки должны передаваться последовательно, получаем двоичный цифровой поток со скоростью **64 кбит/с** (8 кГц x 8 бит) в случае 8 битного кодирования.

Далее для временного разделения каналов на периоде дискретизации **125 мкс** формируется 32 канальных интервала (КИ) [3] или 32 тайм-слота (Time Slot – TS с номерами 0-31) [2], каждый из которых имеет продолжительность **125:32=3,9 мкс**, Таким образом время, которое выделено на 1 бит составляет **3,9:8=488 нс**. Длительность импульса, формирующего бит вдвое меньше и составляет **244 нс**. Для формирования и передачи потока скорость которого составляет

64 кбит/с x 32 = 8кГц x 8 бит x 32 КИ = 2,048 Мбит/с используется мультиплексор.

Под *мультиплексированием* (связисты используют термин уплотнение) понимается объединение нескольких меньших по емкости входных каналов связи в один канал большей емкости для передачи по одному выходному каналу связи. При реализации такого *объединения* телефонных каналов одной из основных задач является устранение *взаимного влияния* соседних каналов. До последнего времени широко использовались два метода мультиплексирования [2]:

- **мультиплексирование с частотным разделением каналов** (частотное мультиплексирование/уплотнение);
- **мультиплексирование с временным разделением каналов** (временное мультиплексирование/уплотнение).

В нашем случае реализуется мультиплексирование с временным разделением каналов.

1.2. Временное мультиплексирование

При реализации ИКМ наиболее удобно, как было упомянуто выше, используется мультиплексирование с временным разделением каналов, или, кратко, **схема временного мультиплексирования**, или схема с разделением ресурсов с помощью **коммутатора** (на передающей стороне), который последовательно подключает каждый входной канал на определенный **временной интервал** (его называют также «канальный интервал», или "тайм-слот" или "интервал коммутации"), необходимый для посылки выборки (или какой-то фиксированной части) сигнала в данном канале. Сформированный таким образом поток выборок от разных входных каналов направляется в канал связи. На его приемной стороне **демультиплексор** с помощью аналогичного коммутатора и фильтров нижних частот выделяет отдельные выборки и **распределяет** их по соответствующим каналам. Важно то, что коммутаторы на передающей и приемной сторонах должны работать синхронно, т.е. должны быть **синхронизированы** [2].

Действительно, для синхронизации коммутаторов должен использоваться некий **синхроимпульс** или его цифровой аналог (например последовательность вида "11...11" определенной длины). Если он передается по какому-то внешнему каналу управления, то рассмотренная схема идеального мультиплексирования абсолютно верна, если же используется внутриканальная синхронизация, то процесс синхронизации сводится к вставке дополнительного, так называемого **выравнивающего**, бита или группы бит после ***t*** выборок, либо организации более сложной повторяющейся структуры в потоке выборок, включающей ***t*** выборок и ***k*** полей определенной длины или выравнивающих бит. Эта структура может быть разной, но она фиксирована для конкретной схемы кодирования ИКМ и носит название **кадр** или **фрейм** (frame), в терминологии связистов "цикл". Несколько фреймов могут объединяться в еще более общую структуру называемую **мультифреймом** (multiframe), в терминологии связистов "сверхцикл". **Период повторения фрейма** - это время, требуемое на один полный цикл коммутации с учетом времени вставки выравнивающей группы бит [2].

При использовании систем цифровой телефонии для передачи данных на входе мультиплексора нет речевых сигналов, которые нужно дискретизировать и квантовать, а есть уже сформированный поток двоичных данных. Для него схема временного мультиплексирования может быть конкретизирована. Она практически совпадает с процедурой мультиплексирования в компьютерных системах. Итак, на входе мультиплексора имеются ***n*** входных двоичных последовательностей (происхождение которых может быть и не связано с выборками), поэтому коммутатор мультиплексора может последовательно отбирать из каналов любую логически осмысленную для данной сетевой технологии последовательность бит, составляя из них выходную последовательность. Этот процесс называется **интерливингом** (interleaving), или **чередованием**. Различают следующие виды интерливинга[2]. :

- **бит-интерливинг** или чередование битов - на выход последовательно коммутируется по одному биту из каждого канала;
- **байт-интерливинг** или чередование байтов - на выход последовательно коммутируется по одному байту из каждого канала;

- **символьный интерливинг** или чередование символов - на выход последовательно коммутируется по одному символу (один ниббл или поле длиной 7 бит, или поле длиной 8 бит - байт или октет из каждого канала);
- **блок-интерливинг** или чередование блоков - на выход последовательно коммутируется по одному блоку (который может быть длиной в несколько байтов или может быть полем целократным другому стандартному формату) из каждого канала.

Ниже, используя материал лекций Кунегина С.В. [3], более подробно рассмотрим последовательность формирования цифрового потока ИКМ-30.

1.3. Цифровая обработка аналоговых сигналов

Формирование цифрового сигнала из аналогового предусматривает последовательное выполнение трех основных операций:

- дискретизация аналогового сигнала по времени, в результате чего формируется импульсный сигнал, промодулированный по амплитуде, т.е. АИМ-сигнал;
- квантование АИМ-сигнала по уровню;
- кодирование отсчетов АИМ-сигнала.

В цифровых системах передачи (ЦСП) формируется групповой цифровой сигнал, иначе называемый сигналом импульсно-кодовой модуляции (ИКМ). При формировании группового ИКМ-сигнала (**мультиплексировании**) добавляется еще одна операция: перед квантованием по уровню производится объединение индивидуальных АИМ-сигналов (Рис.1).

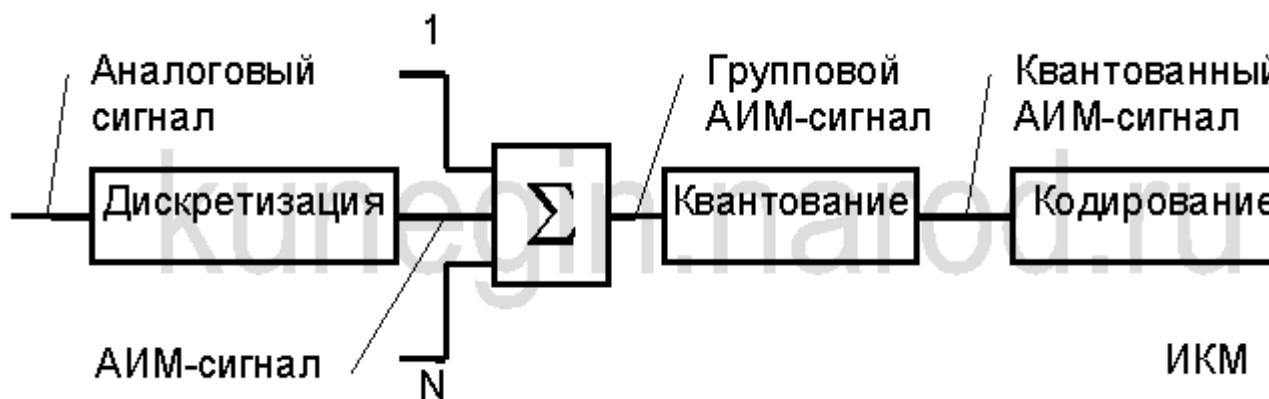


Рис.1. Преобразование аналогового сигнала в цифровой ИКМ-сигнал

Преобразование ИКМ-сигнала в аналоговый предусматривает последовательное выполнение основных операций:

- декодирование (преобразование ИКМ-сигнала в АИМ);
- восстановление аналогового сигнала (выделение из спектра АИМ-сигнала исходного сигнала).

В ЦСП соответствующие операции обработки производятся отдельными устройствами. Операции квантования и кодирования в ЦСП обычно объединяют в одном устройстве.

1.3. Дискретизация сигнала во времени

В процессе формирования АИМ сигнала осуществляется дискретизация непрерывного (аналогового) сигнала во времени в соответствии с известной теоремой дискретизации (теоремой В.А.Котельникова).

Устройство, выполняющее дискретизацию во времени, называют устройством выборки и хранения (УВХ) (Рис.2). УВХ могут выпускаться в интегральном исполнении. Вид сигналов в точках 1, 2 и 3 УВХ показан, на Рис.3, Рис.4. и Рис.5.

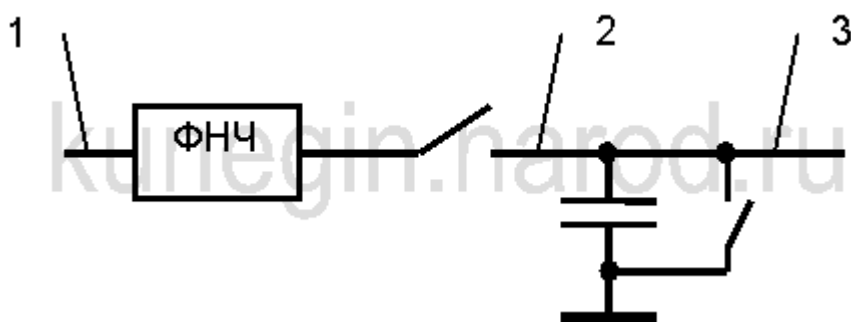


Рис. 2. Устройство выборки и хранения

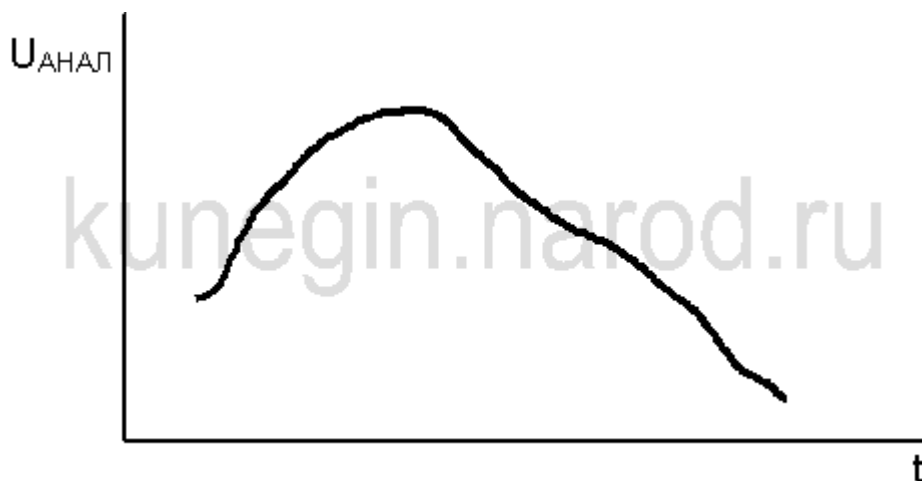


Рис.3. Аналоговый сигнал

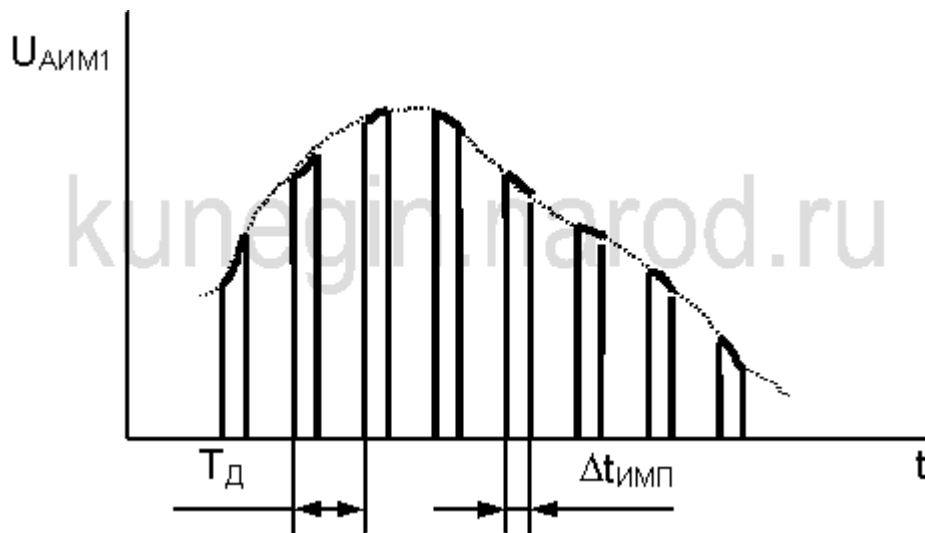


Рис.4. Сигнал АИМ1

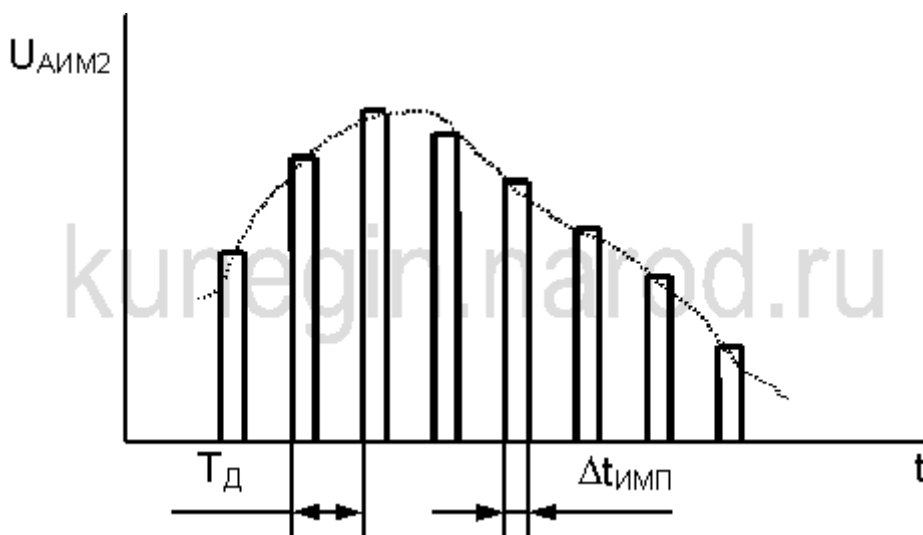


Рис. 5. Сигнал АИМ2

1.4. Квантование мгновенных значений сигнала

В процессе квантования по уровню значение каждого АИМ-отсчета заменяется ближайшим разрешенным значением.

Характеристиками квантующего устройства являются следующие:

- число уровней квантования $N_{кв}$;
- шаг квантования δ - разность между двумя соседними разрешенными уровнями;
- напряжение ограничения $U_{огр}$ - максимальное значение амплитуды отсчета, подвергаемого квантованию.

Если $\delta = \text{const}$, то квантование называют равномерным. Амплитудная характеристика равномерного квантователя показана на Рис.6.

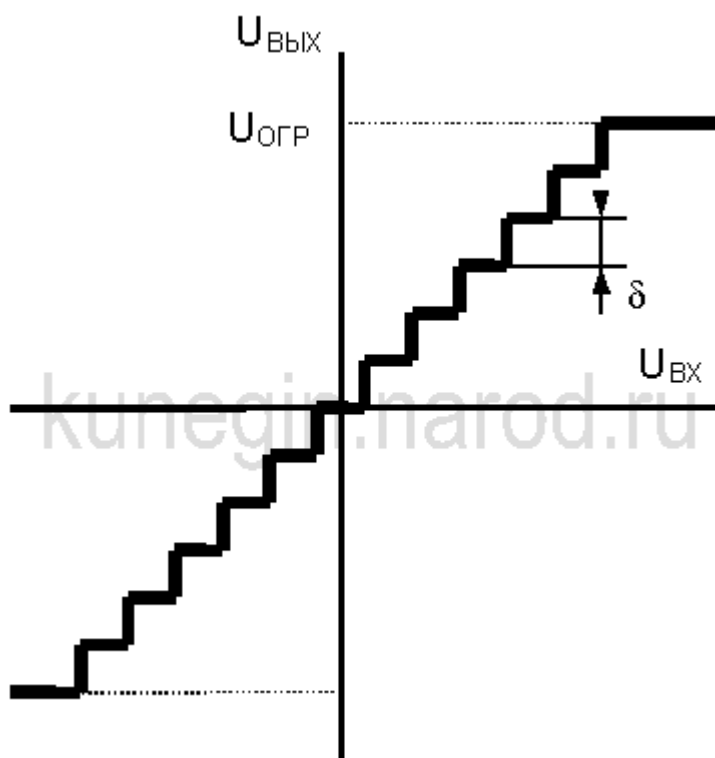


Рис.6. Амплитудная характеристика равномерного квантователя

Ошибка квантования - разность между истинным значением отсчета и его квантованным значением. При равномерном квантовании величина ошибки квантования не превышает половины шага квантования.

При квантовании возникает так называемый шум квантования, мощность которого определяется выражением $P_{ш.кв} = \hat{\sigma}^2 / 12$. Защищенность от шумов квантования определяется как $A_{з.кв} = 10 \lg(P_c / P_{ш.кв})$.

Если входное напряжение выше порогового, на выходе квантователя формируются отсчеты с амплитудой $U_{огр}$ - такой режим работы квантователя называется перегрузкой. При этом возникают шумы ограничения, мощность которых значительно превышает мощность шумов квантования. Необходимо применять специальные меры, предотвращающие перегрузку квантователя. Недостатком равномерного квантования является меньшая защищенность от шумов квантования малых уровней сигнала.

Для обеспечения $A_{з.кв}$ не менее 30 дБ во всем динамическом диапазоне речевого сигнала требуется $2^{12} = 4096$ уровней квантования.

Большое число разрядов в коде ($m=12$) при равномерном квантовании приводит к усложнению аппаратуры и неоправданному увеличению тактовой частоты. Устранить указанный существенный недостаток можно, осуществляя неравномерное квантование, которое используется в современных ЦСП. Сущность неравномерного квантования заключается в следующем. Для малых значений сигналов шаг квантования выбирается минимальным и постепенно увеличивается, достигая максимального для больших значений сигналов. Амплитудная характеристика неравномерного квантователя показана на Рис.6.

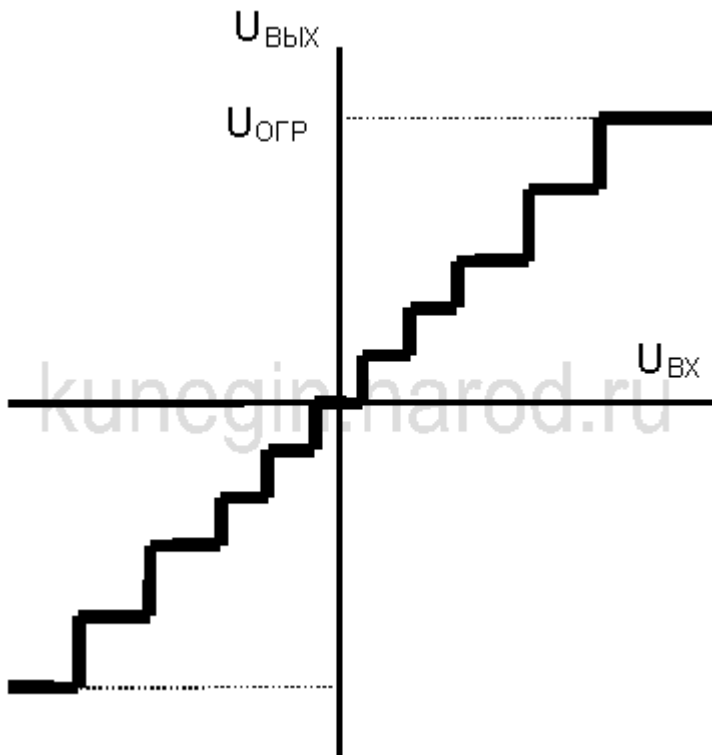


Рис.7. Амплитудная характеристика неравномерного квантователя

При этом для слабых сигналов $R_{ш.кв}$ уменьшается, а для сильных - возрастает, что приводит к увеличению $A_{з.кв}$ для слабых сигналов и снижению $A_{з.кв}$ - для сильных, которые имели большой запас по помехозащищенности. В результате удастся снизить разрядность кода до $m=8$ ($N_{кв}=256$), обеспечив при этом выполнение требований к защищенности от шумов квантования в широком динамическом диапазоне сигнала D_c , составляющем около 40 дБ. Таким образом происходит выравнивание $A_{з.кв}$ в широком диапазоне изменения уровней сигнала.

Эффект неравномерного квантования может быть получен с помощью сжатия динамического диапазона сигнала с последующим равномерным квантованием. Сжатие динамического диапазона сигнала осуществляется с помощью *компрессора*, обладающего нелинейной амплитудной характеристикой. Чем большей нелинейностью обладает компрессор, тем больший выигрыш может быть получен для слабых сигналов.

Для восстановления исходного динамического диапазона сигнала на приеме необходимо установить *экспандер* (расширитель), амплитудная характеристика которого должна быть обратной амплитудной характеристике компрессора. Таким образом, результирующая (суммарная) амплитудная характеристика цепи компрессор-экспандер (*компандер*), должна быть линейной во избежание нелинейных искажений передаваемых сигналов.

В современных ЦСП находят применение две логарифмические характеристики компандирования (типов A и μ), которые удобно изображать и описывать в нормированном виде $y=f(x)$, где $y = U_{\text{ВЫХ}}/U_{\text{ОГР}}$, $x = U_{\text{ВХ}}/U_{\text{ОГР}}$:

$$y = \begin{cases} \frac{A|x|}{1 + \ln A}; & 0 \leq |x| \leq 1/A \\ \frac{1 + \ln(A|x|)}{1 + \ln A}; & 1/A < |x| \leq 1 \end{cases}$$

$$y = \frac{\ln(1 + A|x|)}{\ln(1 + A)}; 0 \leq |x| \leq 1$$

где $A=87,6$ и $\mu=255$ - параметры компрессии.

Характеристика компандирования типа А используется в ЦСП, соответствующих европейской ПЦИ, а типа μ - в ЦСП, соответствующих североамериканской ПЦИ.

2. Принципы синхронизации ЦСП.

В плезиохронных ЦСП используется принцип ВРК, поэтому правильное восстановление исходных сигналов на приеме возможно только при синхронной и синфазной работе генераторного оборудования (ГО) на передающей и приемной станциях. Для нормальной работы плезиохронных ЦСП должны быть обеспечены следующие виды синхронизации:

- тактовая синхронизация обеспечивает равенство скоростей обработки цифровых сигналов в линейных и стационарных регенераторах, кодеках и других устройствах ЦСП, осуществляющих обработку сигнала с тактовой частотой $F_T=2,048$ МГц; $T_T=488$ нс
- цикловая синхронизация обеспечивает правильное разделение и декодирование кодовых групп цифрового сигнала и распределение декодированных отсчетов по соответствующим каналам в приемной части аппаратуры; $T_{ц}=125$ мкс т.е. 8000 Гц
- сверхцикловая синхронизация обеспечивает на приеме правильное распределение сигналов управления и взаимодействия (СУВ) по соответствующим телефонным каналам. СУВ представляют собой набор сигналов, управляющих работой АТС (набор номера, ответ, отбой, разъединение и пр.) $T_{сц}=2$ мс, т.е. 500 Гц.

Нарушение хотя бы одного из видов синхронизации приводит к потере связи по всем каналам ЦСП.

При передаче цифровой поток преобразуется в блоки стандартной логической структуры – циклы. Цикловая структура обеспечивает работу процедур мультиплексирования и демultipлексирования, передачу управляющей информации, а также встроенную диагностику по параметру ошибок в цифровой системе передачи.

Существуют три основных варианта цикловой структуры Е1: неструктурированный поток, с цикловой структурой и с цикловой и сверхцикловой структурой.

Неструктурированный поток Е1 используется в сетях передачи данных и не цикловой структуры, т.е. разделения на каналы (обычно это мультиплексирование каналов ОЦК – по 64 кбит\с.

Поток Е1 с цикловой структурой предусматривает разделение на 32 канала ОЦК -64 кбит\с в форме разделения на каналные интервалы (Time Slot -TS) от 0 до 31.

Цикловая структура описана в G.704. Для каждого канального интервала в составе цикла отводится 8 битов. Таким образом длина цикла равна 256 битов, что при заданной скорости передачи E1 составляет 125 мкс(длительность одного цикла). Нулевой канальный интервал отводится под передачу сигнала цикловой синхронизации FAS (Frame Alignment Signal) [2].

Структура цикла FAS представлена на рис.8. Различаются четные и нечетные циклы. В TS0 (КИ0) нечетных циклов передается сигнал FAS (на рис. 8 - первая строчка), который включает в себя последовательность цикловой синхронизации 0011011 и один служебный бит, зарезервированный под задачи международного использования. В TS0 четных циклов передается сигнал NFAS, не содержащий кодовую последовательность цикловой синхронизации. В составе сигнала NFAS передается бит Si, зарезервированный под задачи международного использования, бит A, используемый для передачи сигналов о неисправностях, а также пять служебных битов $S_{n4}, S_{n5}, S_{n6}, S_{n7}, S_{n8}$, используемые для передачи сигналов сетевого управления первичной сети E1, диагностики и дополнительных процедур контроля ошибок.

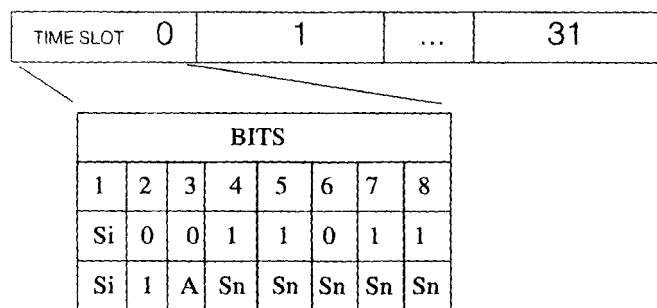


Рис.8. Формат цикла FAS –распределение информации по номерам бит в КИ0 для обеспечения передачи синхроимпульса цикловой синхронизации в нечетном цикле (код 0011011) и служебной информации в четном цикле.

Система **тактовой синхронизации** включает в себя (Рис. 9.) задающий генератор (ЗГ), входящий в состав ГО передающего оборудования оконечной станции (Пер) и вырабатывающий импульсную последовательность тактовой частоты F_T , и устройства выделения тактовой частоты (ВТЧ), устанавливаемые в том оборудовании, где осуществляется обработка сигнала с частотой F_T : в линейных регенераторах (ЛР) и приемном оборудовании (Пр) оконечной станции.

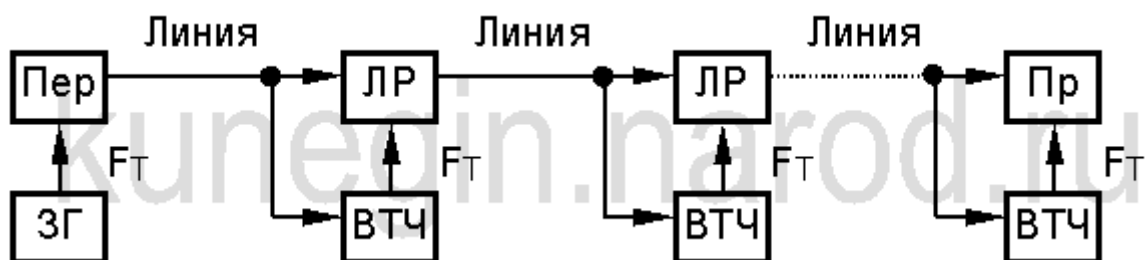


Рис. 9. Структурная схема тактовой синхронизации

Наиболее распространенным методом выделения тактовой частоты является метод пассивной фильтрации, который состоит в том, что из спектра группового цифрового сигнала с помощью выделителя тактовой частоты (ВТЧ) посредством использования высокочастотных резонансных контуров, фильтров-выделителей или избирательных

усилителей, выделяется тактовая частота. Этот способ характеризуется простотой реализации ВТЧ, но имеет существенный недостаток: стабильность выделения тактовой частоты зависит от стабильности параметров фильтра-выделителя и структуры цифрового сигнала (при появлении длинных серий нулей или кратковременных перерывов связи затрудняется процесс выделения тактовой частоты).

Перспективным для высокоскоростных ЦСП, но более сложным, является способ тактовой синхронизации с применением устройств автоподстройки частоты генератора тактовой частоты приемного оборудования (способ активной фильтрации).

Цикловая синхронизация осуществляется следующим образом. На передающей станции в состав группового цифрового сигнала в начале цикла вводится цифровой синхросигнал (СС). На приемной станции устанавливается приемник синхросигнала (ПСС), который выделяет цикловой синхросигнал из группового цифрового сигнала и тем самым определяет начало цикла передачи. Цикловой синхросигнал должен обладать определенными отличительными признаками, в качестве которых используется заранее определенная и неизменная структура синхросигнала (например, 0011011 в ЦСП ИКМ-30). Групповой цифровой сигнал в силу случайного характера информационных сигналов такими свойствами не обладает.

К системе цикловой синхронизации предъявляются следующие требования:

- время вхождения в синхронизм при первоначальном включении аппаратуры и время восстановления синхронизма при его нарушении должно быть минимально возможным;
- приемник синхросигнала должен обладать высокой помехоустойчивостью, т.е. иметь защиту от установления ложного синхронизма и от ложного выхода из синхронизма;
- число символов синхросигнала и частота повторения должны быть минимально возможными.

Эти требования носят противоречивый характер, поэтому приходится принимать компромиссные решения.

Схемы ПСС (Рис. 10.) обычно включают в себя блоки обнаружения СС на основе схем совпадения, счетчики обнаружения СС в данной временной позиции, счетчики-накопители по входу в синхронизм и выходу из синхронизма.

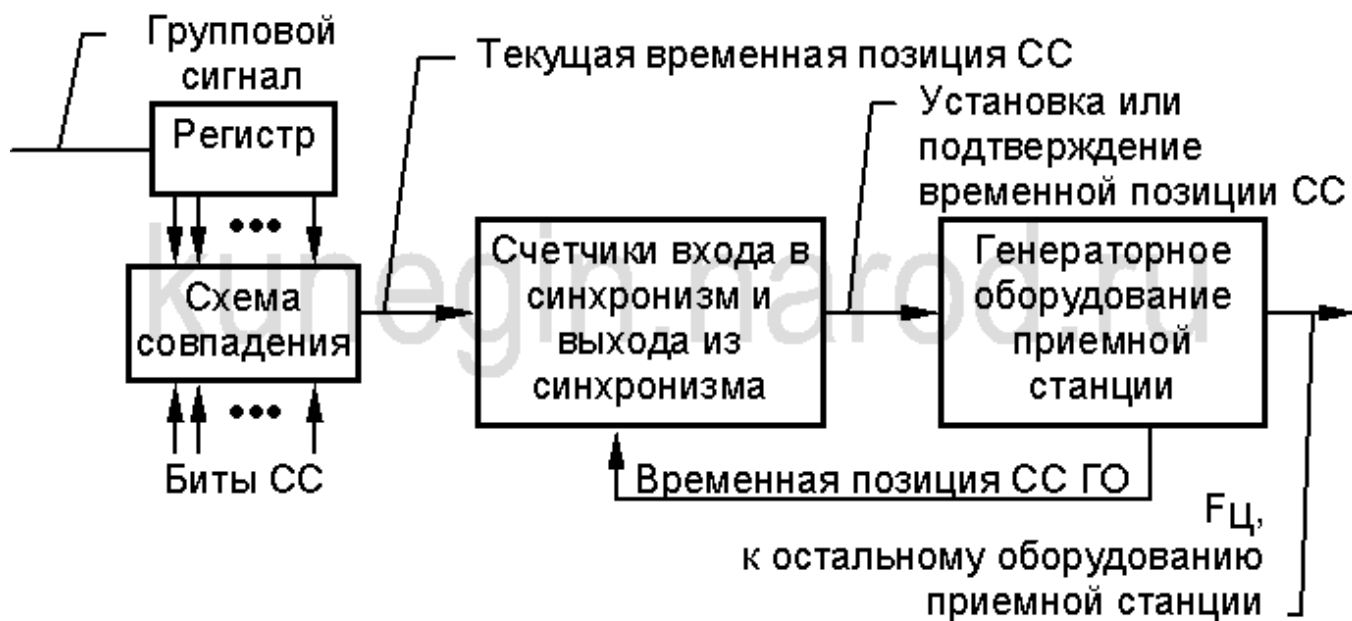


Рис.10. Структурная схема приемника синхросигнала

Работа системы *сверхцикловой синхронизации*, как и работа системы цикловой синхронизации, основана на передаче сверхциклового синхросигнала (СЦС) в одном из циклов сверхцикла. Принцип работы приемника СЦС аналогичен работе ПСС.

Генераторное оборудование ЦСП.

Все процессы обработки сигналов в ЦСП строго регламентированы по времени.

Последовательность обработки сигнала в оборудовании ЦСП задается генераторным оборудованием. ГО обеспечивает формирование и распределение всех импульсных последовательностей, управляющих процессами преобразования сигналов в ЦСП. В ГО передающей станции импульсные последовательности получают путем деления тактовой частоты высокостабильного задающего генератора ЗГ.

Обычно предусматриваются следующие режимы работы ГО: *внутренней синхронизации*, при котором осуществляется работа от высокостабильного автономного ЗГ (с относительной нестабильностью $\Delta f/f = 10^{-5}..10^{-6}$); *внешнего запуска*, при котором осуществляется работа внешнего ЗГ; *внешней синхронизации*, при котором осуществляется подстройка частоты ЗГ с помощью ФАПЧ, управляемой внешним сигналом. В синхронной цифровой иерархии требования к стабильности частоты внешнего генератора выше на 6 порядков, т.е. в миллион раз!

Структура ГО приемной станции отличается тем, что тактовая частота подается не от ЗГ, а от ВТЧ, а установка ГО приема по циклу и сверхциклу осуществляется с помощью сигналов, поступающих от приемников синхросигналов. *Здесь следует заметить, что при формировании потока Е1, используемого для телефонной связи, используется ИКМ-30, где поток Е1 с цикловой и сверхцикловой структурой. В ИКМ-31 реализуется поток Е1 с цикловой структурой для передачи данных.*

Структура кадра передачи ЦСП ИКМ-30

Рассмотрим структуру кадра передачи ЦСП ИКМ-30 (Рис. 11). Данный поток называется первичным цифровым потоком и организуется объединением 30-ти информационных ОЦК –64 кбит\с и двух служебных.

Канальные интервалы КИ1-КИ15, КИ17-КИ31 отведены под передачу информационных сигналов. КИ0 и КИ16 - под передачу служебной информации. Как было упомянуто выше, интервалы КИ0 в четных циклах предназначаются для передачи циклового синхросигнала (ЦСС), имеющего вид 0011011 и занимающего интервалы Р2 - Р8. В месте первого бита Р1 всех циклов передается информация постоянно действующего канала передачи данных (ДИ). В нечетных циклах интервалы Р3 и Р6 КИ0 используются для передачи информации о потере цикловой синхронизации (Авар. ЦС) и снижении остаточного затухания каналов до значения, при котором в них может возникнуть самовозбуждение (Ост. зат). Интервалы Р4, Р5, Р7 и Р8 являются свободными, их занимают единичными сигналами для улучшения работы выделителей тактовой частоты.

В интервале КИ16 нулевого цикла (Ц0) передается сверхциклового синхросигнал вида 0000 (Р1 - Р4), а также сигнал о потере сверхциклового синхронизации (Р6 - Авар. СЦС). Остальные три разрядных интервала свободны. В канальном интервале КИ16 остальных циклов (Ц1 - Ц15) передаются сигналы служебных каналов СК1 и СК2, причем в Ц1 передаются СК для 1-го и 16-го каналов ТЧ, в Ц2 - для 2-го и 17-го и т.д. Интервалы Р3, Р4, Р6 и Р7 свободны.

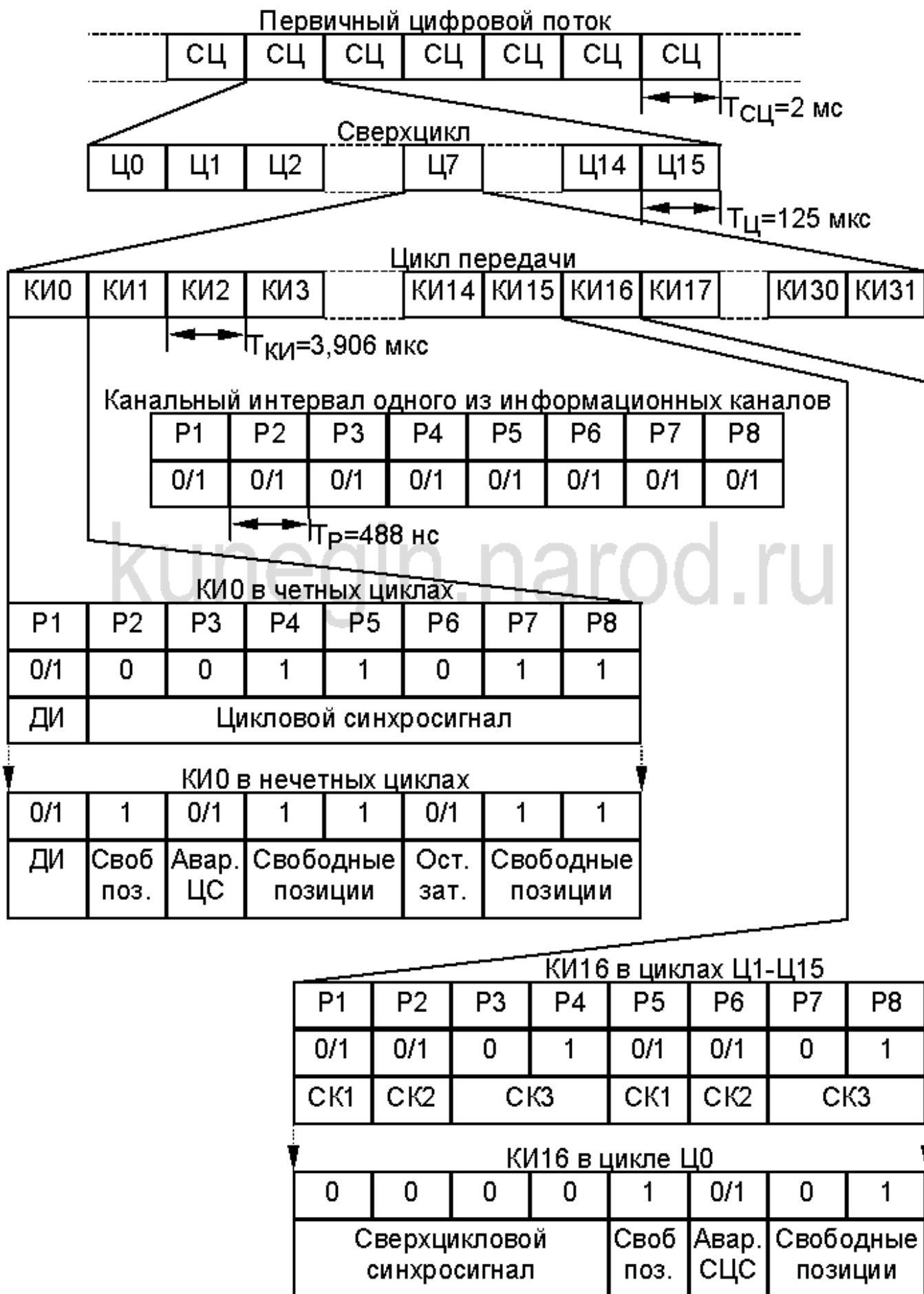


Рис.11. Структура кадра ЦСП ИКМ-30

Принятая структура построения ЦСП ПЦИ реализуется посредством объединения и разделения тем или иным способом типовых цифровых потоков. Сущность любого *способа объединения* заключается в том, что информация, содержащаяся в поступающих потоках, записывается в запоминающие устройства, а затем поочередно считывается в моменты, отводимые ей в объединенном потоке.

Различают объединение трех типов потоков: синфазно-синхронных, синхронных и , соединяемых потоков, но *и начала их отсчетов*.

Во втором случае *скорости потоков совпадают*, но *их начала отсчетов произвольно смещены* друг относительно друга. Это заставляет вводить в объединенный поток специальный синхросигнал, указывающий порядок объединения. После синхросигнала передается информация первого объединяемого потока, затем - второго и т. д.

Таким образом, рассмотрение рис.11 показало, что поток Е1, используемый для обмена информацией между цифровыми АТС реализуется тактовой частотой 2.048 МГц (число передаваемых бит в сек), цикловой частотой 8 кГц, которая формирует циклы , содержащие по 32 КИ по 8 бит каждый, т.е. объемом 256 бит длительностью 125 мкс, и сверхцикловой частотой 500 Гц, которая формирует сверхцикл, содержащий 16 циклов по 256 бит, т.е. объемом $256 \times 16 = 4096$ бит. При этом показано, что в КИО в четного цикла содержится цикловой синхросигнал, нечетного – служебная информация и сводные ячейки, а содержимое КИ16 в Ц0 – сверхцикловой синхросигнал и в циклах Ц1-15 сигналы служебных каналов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <http://www.morion.ru> – техническая характеристика оборудования фирмы “МОРИОН”
- 2.. Слепов Н.Н. Синхронные цифровые сети SDH. М.:Наука.-1999.-148с.
3. Кунегин С.В. Системы передачи информации. Курс лекций. М.,; в/ч 33965, 1997, - 317 с., с илл.

СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1.Ким Л.Т. Синхронная цифровая иерархия. //Электросвязь.-1991.-№3-С.2-5.
- 2.Слепов Н.Н. Аппаратура и функциональные модули сетей SDH. //Сети и системы связи.-1996.-№1-С.88-96.
- 3.Нетес В.А. Основные принципы организации самозалечивающихся сетей на основе синхронной цифровой иерархии. //Электросвязь.-1991.-№12-С.9–11.

Объем контрольной работы при ответе на вопросы не должен превышать 3-5 страниц машинописного текста!

Задание 2: Причины использования одного байта информации для передачи сведений о величине амплитуды импульса.

Задание 3: Почему используется неравномерный шаг квантования при работе АЦП?

Задание 4: Чем определился выбор частот тактовой, цикловой и сверхцикловой синхронизации при формировании потока Е1?

Задание 5: Назовите источники синхронизации и требования к ним.

Задание 6: Как используется поток E1 в организации работы железнодорожного транспорта?

Критерии оценки:

оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если уровень знания компетенций соответствует минимальному;

оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если уровень знания компетенций ниже минимального.

3.2. Вопросы для коллоквиумов, собеседования

Проверка компетенций ПСК-1 и ПСК-2 оценочным средством: коллоквиумом, собеседованием.

Раздел 1 «Введение. Принципы построения первичной сети связи ОАО «РЖД».

1. Роль связи в работе ж.д. транспорта.
2. Сеть связи. Этапы развития сети связи.
3. Тенденция развития сети связи.
4. Концепция создания цифровой сети связи
5. Архитектура открытых систем.
6. Эталонная модель взаимодействия открытых систем.

Раздел 2 «Основы телефонной связи»

1. Принцип телефонной передачи. Звуковые колебания речи и их основные характеристики. Свойства органа слуха человека и влияние их на конструирование телефонной аппаратуры.
2. Электроакустические преобразователи. Микрофоны различных типов, применяемые в телефонных аппаратах; их устройство, принцип действия, типы и основные характеристики.
3. Телефоны, их устройство, принцип действия, элементы теории; типы и их основные характеристики.
4. Разговорные и вызывные приборы телефонных аппаратов. Громкоговорители.
5. Противоместные схемы телефонных аппаратов.
6. Современные ТА и перспективы их совершенствования.

2. Многоканальная телефонная связь. Способы образования каналов тональной частоты. (Частотное разделение каналов связи)

Методы оценки качества телефонной передачи.

Аппаратура многоканальной связи с частотным разделением каналов связи на примере аналоговой системы передач К-60П

Коммутационные приборы.

Раздел 3 «Дальнейшее развитие первичной сети связи ОАО «РЖД»».

1. Формирование потока E1.
2. Плезиохронная цифровая иерархия (PDH). Принципы мультиплексирования цифровых потоков. Согласование скоростей.
3. Аппаратура плезиохронной цифровой иерархии на жд. ТЛС-31.
4. Синхронная цифровая иерархия (SDH).
5. Общие особенности построения SDH. Обобщенная схема мультиплексирования потоков в SDH.
6. Синхронный транспортный модуль STM-1.
7. Функциональные модули сетей SDH. Мультиплексоры. Концентраторы. Регенераторы. Коммутаторы.
8. Архитектура сетей SDH на ВСЖД.
9. Способы самовосстановления и повышения живучести сетей SDH.
10. Волновое уплотнение каналов ВОЛС. Технология DWDM.

Раздел 4. «Общетехнологическая и оперативно-технологическая телефонная связь».

1. Цифровые системы передач на примере ИКМ-30.
2. Автоматические телефонные станции. Классификация и оборудование АТС. АТС декадно-шаговой и координатной систем.
3. Цифровые автоматические телефонные станции.
4. Технологическая связь. Виды станционной оперативной связи и применяемое оборудование.
5. Использование КС СМК-30.

Раздел 5. «Радиосвязь на железнодорожном транспорте».

1. Аналоговые системы радиосвязи, используемые на жд транспорте
2. Стандарт DMR и его использование на железнодорожном транспорте.
3. Радиорелейные линии связи.
4. Системы сотовой связи, используемые на железнодорожном транспорте.
5. Телевидение. Основные принципы получения и передачи изображений. Области применения телевидения на железнодорожном транспорте.
6. Радиолокационные устройства. Измерители скорости и устройства считывания номеров локомотивов и вагонов.
7. Спутниковые системы связи на железнодорожном транспорте.
8. Использование навигационных спутниковых систем.
9. Поездное радиовещание.
10. Принципы организации систем индуктивной и громкоговорящей связи на территории станция и применяемая аппаратура.
11. Единая система мониторинга и администрирования на жд транспорте.

Критерии оценки:

оценка «зачтено» выставляется обучающейся, если обучающийся, если показал понимание содержания сформулированного вопроса.

«не зачтено» выставляется обучающемуся, если не понимает содержание поставленного вопроса.

4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Контрольная работа (КР)	Контрольные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов КР по теме не менее двух. Во время выполнения КР пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения КР, доводит до обучающихся: тему КР, количество заданий в КР, время выполнения КР. Преподаватель информирует обучающихся о результатах проверки работы на следующем занятии после проведения контрольно-оценочного мероприятия; оцененные/проверенные работы преподаватель возвращает обучающимся
Собеседование	Преподаватель в свободной форме задаёт вопросы по лекционному материалу, после ответа студента задаёт уточняющие вопросы. В случае непонимания рассматриваемого материала доводит до студента необходимую информацию и требует к следующему собеседованию детально разобраться с результатами проведённого собеседования. Преподаватель информирует обучающихся о результатах о результате контрольно-оценочного мероприятия.

Коллоквиум	Преподаватель и присутствующие на занятии студенты заслушивают ответ выступающего студента по заданному вопросу. Желающие студенты могут задать вопросы и дополнить информацию. Преподаватель констатирует степень информированности аудитории и дополняет, в случае необходимости, совокупность высказанных сообщений. Преподаватель информирует выступающего об оценке его выступления.
Защита лабораторной работы	Преподаватель просматривает письменный отчет по выполненной лабораторной работе. Задаёт вопросы и в зависимости от степени усвоения материала студентом принимает решение об оценке выполненной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах проверки работы; отчёт о работе преподаватель возвращает обучающимся

ТЕСТ

для дисциплины «Системы железнодорожной связи»

1. Роль связи в работе ж.д.транспорта.
 - a. Обеспечение организации перевозочного процесса.
 - b. Обеспечение возможности руководящих работников железнодорожного транспорта получать информацию on-line о действиях исполнителей.
 - c. Обеспечивать руководство ОАО «РЖД» и Министерство транспорта РФ информацией о действиях персонала в условиях чрезвычайной ситуации.
2. Плезиохронная цифровая иерархия (PDH). Реализуемая скорость передачи на ВСЖД.
 - a. ПЦИ реализует скорости передачи информации до 2,5 Гбит\с
 - b. ПЦИ работает только с потоком E1.
 - c. ПЦИ реализует поток E3.
3. Требования к стабильности частоты генераторов, используемых для первичной синхронизации сети ПЦИ.
 - a. 10^{-6} .
 - b. 10^{-8} .
 - c. 10^{-12} .
4. Области применения телевидения на железнодорожном транспорте.
 - a. Контроль поведения пассажиров на вокзалах.
 - b. Выявление неисправности стрелочных узлов.
 - c. Контроль отказа тормозов при движении поезда.
5. Сеть связи. Этапы развития сети связи.
 - a. Первый этап развития железнодорожной связи 1860-1917 гг.
 - b. Первый этап развития связи 1860 –1957 гг.
 - c. Первый этап развития связи 1860- 1880 гг.
6. Синхронная цифровая иерархия (SDH). Требования к стабильности частоты генераторов, используемых для первичной синхронизации.
 - a. 10^{-6} .
 - b. 10^{-8} .
 - c. 10^{-12} .
7. Радиолокационные устройства.
 - a. Используются для контроля скорости скатывающихся отцепов с горки.
 - b. Для контроля исправности контактной сети.
 - c. Для контроля свободности используемого маршрута движения поезда.

8. Устройства считывания номеров локомотивов и вагонов. Для работы используется:
 - a. Радиолокатор.
 - b. Лазер.
 - c. Ультразвук.

9. Максимальная реализуемая скорость передачи информации на ВСЖД с помощью СЦИ.
 - 9.1. STM-1
 - 9.2. STM-4
 - 9.3. STM-64
10. При временном разделении каналов связи байт информации, получаемой на выходе АЦП о:
 - 10.1. О величине амплитуды импульса.
 - 10.2. Об его фазе.
 - 10.3. О частоте следования импульсов.
11. При организации потока Е1 частота дискретизации сигнала составляет:
 - 11.1. 3,4 кГц.
 - 11.2. 8 кГц.
 - 11.3. 24 кГц.
12. Время, выделяемое на 1 бит в потоке Е1.
 - 12.1. 125 мкс
 - 12.2. 1 мс.
 - 12.3. 488 нс.

13. Какая из приведённых ниже частот системы ИКМ-30 называется тактовой?
 - 13.1. 2048 кГц.
 - 13.2. 8 кГц.
 - 13.3. 500 Гц.
14. Какая из приведённых ниже частот системы ИКМ-30 называется сверхцикловой?
 - 14.1. 2048 кГц.
 - 14.2. 8 кГц.
 - 14.3. 500 Гц.
15. Какая из приведённых ниже частот системы ИКМ-30 называется цикловой?
 - 15.1. 2048 кГц.
 - 15.2. 8 кГц.
 - 15.3. 500 Гц.
16. В настоящее время в поездном радиовещании для передачи информации пользователя используются:
 - 16.1. Аналоговые сигналы
 - 16.2. Цифровые сигналы
 - 16.3. Кодовые сигналы

17. Типы громкоговорителей, используемые в поездном радиовещании:
 - 17.1. Электродинамические.
 - 17.2. Конденсаторные.
 - 17.3. Электретные.
18. В телефонных аппаратах какой тип микрофонов в настоящее время не применяется:
 - 18.1. Угольный.
 - 18.2. Электретный.
 - 18.3. Конденсаторный.

19. Используется ли в телефонном электронном аппарате как вызывное устройство:
 - 19.1. Электрический звонок.
 - 19.2. Электромагнитный громкоговоритель.
 - 19.3. Пьезоэлектрический преобразователь.
20. Диапазон частот, используемый для передачи на АТС номера вызываемого абонента при тональном наборе:
 - 20.1. 0,3-3,4 кГц.
 - 20.2. 0,5- 2,0 кГц.
 - 20.3. 0,03-20 кГц.
21. Какой диапазон частот речи абонента используется при временном разделении каналов связи
 - 21.1. 0,3-3,4 кГц.
 - 21.2. 0,5- 2,0 кГц.
 - 21.3. 0,03-20 кГц.
22. Какой диапазон длин волн используется для волнового уплотнения каналов связи из нижеприведенных:
 - 22.1. 1,5-1,7 мкм
 - 22.2. 0,85-1,3 мкм
 - 22.3. 0,4-0,8 мкм
23. Число уровней эталонной модели связи:
 - 23.1 Три.
 - 23.2. Пять.
 - 23.3. Семь.
24. Тип электроакустического преобразователя наиболее используемого в телефонных аппаратах.
 - 24.1. Конденсаторный.
 - 24.2. Пьезоэлектрический
 - 24.3. Электродинамический.
25. Какой из нижеперечисленных электроакустических преобразователей используется как микрофон и телефон.
 - 25.1. Электретный.
 - 25.2. Электромагнитный.
 - 25.3. Электродинамический.
26. Какой из нижеперечисленных электроакустических преобразователей используется как микрофон и телефон.
 - 26.1. Электретный.
 - 26.2. Конденсаторный.
 - 26.3. Пьезоэлектрический.
27. Какой тип вызывного устройства использует для работы постоянный ток.
 - 27.1. Пьезоэлектрический.
 - 27.2. Электродинамический.
 - 27.3. Электрический звонок.
28. Период обращения геостационарного спутника связи вокруг Земли.
 - 28.1. Одни сутки.
 - 28.2. Около года.
 - 28.3. неподвижен относительно Земли.
29. Радиус орбиты геостационарного спутника равен:
 - 29.1. Радиусу орбиты Луны.
 - 29.2. 6,6 радиуса Земли.

- 29.3. 19 500 км.
- 30. Минимальное количество ИСЗ на геостационарной орбите, обеспечивающие связь на земном шаре.
 - 30.1. Три.
 - 30.2. Пять.
 - 30.3. Шесть.
- 31. Спутниковая резервная система связи ВСЖД использует систему связи на ИСЗ, которые имеет орбиту:
 - 31.1. Геостационарную.
 - 31.2. С радиусом орбиты 7-8 тысяч км.
 - 31.3. С радиусом орбиты 17-30 тысяч км.
- 32. Спутниковые навигационные системы, используемые ОАО «РЖД» для определения скорости и местоположения подвижных объектов находятся на удалении от Земли:
 - 32.1. Порядка 20 тысяч км.
 - 32.2. На геостационарной орбите.
 - 32.3. 150 млн. км.
- 33. Минимальное количество ИСЗ спутниковой навигационной системы, которое должно регистрироваться приёмником, который используется на объектах ОАО «РЖД» для определения скорости и местоположения подвижных объектов:
 - 33.1. Три.
 - 33.2. Пять.
 - 33.3. Четыре.
- 34. Погрешность определения координат подвижной единицы, определяемой с помощью спутниковой навигационной системы на ОАО «РЖД» не больше:
 - 34.1. 15 м
 - 34.2. 5 м.
 - 34.3. 1 м.
- 35. Радиорелейные линии связи в диапазоне:
 - 35.1. Метровых волн.
 - 35.2. Сантиметровых волн.
 - 35.3. Миллиметровых волн.
- 36. Реализуемая система цифровой радиосвязи на ОАО «РЖД» использует диапазон:
 - 36.1. Гектометровых волн.
 - 36.2. Дециметровых волн.
 - 36.3. Метровых волн.
- 37. Стандарт DMR использует для увеличения числа каналов:
 - 37.1. Частотное уплотнение.
 - 37.2. Временное уплотнение.
 - 37.3. Частотно-временное уплотнение.
- 38. Существующие аналоговые системы радиосвязи на ОАО «РЖД» используют:
 - 38.1. Частотную модуляцию.
 - 38.2. Амплитудную модуляцию.
 - 38.3. Амплитудно=фазовую манипуляцию.
- 39. В цифровой автоматической телефонной станции каналы коммутируются:
 - 39.1. Мультиплексором.
 - 39.2. Регенератором.
 - 39.3. Процессором.
- 40. Назначение мультиплексора в цифровой системе связи:
 - 40.1. Коммутация каналов связи.

- 40.2. Понижение уровня шумов в каналах связи.
- 40.3. Уплотнение каналов связи.

- 41. Назначение регенератора в цифровой системе связи:
 - 41.1. Коммутация каналов связи.
 - 41.2. Понижение уровня шумов в каналах связи.
 - 41.3. Уплотнение каналов связи.
- 42. Назначение коммутатора в цифровой системе связи:
 - 42.1. Коммутация каналов связи.
 - 42.2. Понижение уровня шумов в каналах связи.
 - 42.3. Уплотнение каналов связи.
- 43. Порог акустического сигнала, воспринимаемого ухом человека по давлению:
 - 43.1. 1 Па.
 - 43.2. 0,0001 Па.
 - 43.3. 0,00002 Па.
- 44. Пороговый поток акустического сигнала, воспринимаемого ухом человека:
 - 44.1. 10^{-12} Вт/м².
 - 44.2. 10^{-10} Вт/м².
 - 44.3. 10^{-8} Вт/м².

- 45. Диапазон частот, воспринимаемый ухом человека.
 - 45.1 30 Гц-20 кГц.
 - 45.2 0,3-3,4 кГц.
 - 45.3. 1-5 кГц.
- 46. Архитектура сетей SDH на ВСЖД.
 - 46.1. Плоское кольцо.
 - 46.2. Пространственное кольцо.
 - 46.3. Звезда.
- 47. Способы самовосстановления и повышения живучести сетей SDH.
 - 47.1. Контроль дежурного системного администратора сети и включение резервного мультиплексора взамен отказавшего.
 - 47.2. Автоматическое переключение потока передаваемой информации ближайшими с месту повреждения мультиплексорами, не получившим переданную информацию из встречного (допустим направление «запад») потока, в поток на «восток».
 - 47.3. Автоматическое образование резервного кольца связи регенераторами, ближайшими к месту повреждения.

- 48. Системы сотовой связи, используемые на отечественном железнодорожном транспорте.
 - 48.1. Стандарт GSM-R.
 - 48.2. Стандарт CDMA.
 - 48.3. Стандарты GSM-R и CDMA.

- 49. Рабочий диапазон частот стандарта GSM-R.
 - 49.1. Для системы выделена полоса шириной 4 МГц в диапазоне 876–880 МГц для передачи от подвижной к базовой станции (БС) и 921–925 МГц для передачи от базовой к подвижной станции.
 - 49.2. Диапазон частот 1,9-2 ГГц.
 - 49.3. Диапазон частот 450-460 МГц

- 50. Аппаратура многоканальной связи с частотным разделением каналов связи К-60П.

- 50.1. Рабочий диапазон 12-252 кГц.
- 50.2. Рабочий диапазон 512-752 кГц.
- 50.3. Рабочий диапазон 3-249 кГц.
- 51. Аппаратура, реализующая оперативно-технологическую связь на железной дороге.
 - 51.1. Коммутационная станции СМК-30.
 - 51.2. Квазиэлектронная АТС «Квант».
 - 51.3. Аппаратура ТЛС-31.
- 52. Громкоговорящая связь на железной дороге реализуется посредством использования:
 - 52.1. Громкоговорителей электромагнитной и электродинамических систем.
 - 52.2. Магнитострикционных громкоговорителей и электретных микрофонов.
 - 52.3. Пьезоэлектрических электроакустических преобразователей
- 53. Частотный диапазон индуктивной связи на жд.
 - 53.1. 80-100 кГц
 - 53.2. 5-15 кГц.
 - 53.3. 15-30 КГц.
- 54. Единая система мониторинга и администрирования на жд транспорте обеспечивает:
 - 54.1. Автоматическое восстановление связи в случае выхода из строя коммутаторов.
 - 54.2. Контроль действий персонала, автоматическое информирование об отказе и включение резервного оборудования в случае отказы отдельных узлов.
 - 54.3. Обеспечение визуального контроля выполняемых работ персоналом по устранению неисправностей оборудования.

Составитель Климов Н.Н.

