

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Самарский государственный университет путей сообщения» в г.Саратове
Филиал СамГУПС в г. Саратове

КУРС ЛЕКЦИЙ

ПМ.02 Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт транспортного
радиоэлектронного оборудования
МДК 02.01. Основы построения и техническая эксплуатация многоканальных
систем передачи
Тема 1.2 Системы передачи данных
для специальности

11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного
оборудования(по видам транспорта) (на железнодорожном транспорте)

Саратов 2023

РАССМОТРЕНО

на заседании методического совета

Протокол №1 от 21.09.2023

СОГЛАСОВАНО

Протокол №1 от 31.08.2023

Председатель ЦМК 11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта)

_____/Ю.А. Солдатенко/

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной работе

_____/С.А. Крижановский/

Автор (составитель)

Соболева А.Б. – преподаватель высшей квалификационной категории филиал СамГУПС в г. Саратове

Рецензент:

Глухова И.В.- преподаватель высшей квалификационной категории филиала СамГУПС в г. Саратове

§1 Принципы организации передачи дискретной информации (ПДИ)

На железнодорожном транспорте передача дискретной информации занимает особое, видное место. Она подразделяется на телеграфную связь и передачу данных.

Телеграфная связь (от греческого *tele* – далеко и *grapho* – пишу) – это область электрической связи, предназначенная для передачи буквенно - цифровых смысловых письменных документов на расстояние для восприятия их человеком.

На железнодорожном транспорте используется для передачи приказов, распоряжений, предупреждений, писем. Например, предупреждение о снижении скорости на данном участке или распоряжении о проведении совещания по безопасности движения. Устройства этого вида связи, являясь составной частью комплекса технических средств связи железнодорожного транспорта, обеспечивают оперативное руководство и правильную организацию производственных процессов обширного транспортного хозяйства. Характерными особенностями телеграфной связи являются документальность, точность и высокая скорость доставки сообщений. Надежное и высококачественное ее действие способствует круглосуточному безопасному движению поездов, скорейшей доставке грузов и пассажиров. Однако в последнее время сложилась тенденция в переводе данного вида связи на электронную почту, входящую в состав передачи данных.

Передача данных - это область электрической связи, предназначенная для передачи информации между электронными вычислительными машинами. Под термином «данные» понимают формализованную цифровую информацию, циркулирующую между объектами управления и вычислительным центром автоматизированной системы управления. На железной дороге передача данных позволяет передавать бухгалтерскую и статистическую отчетность, информацию о наличии свободных мест в пассажирских поездах в рамках системы «Экспресс», организовать такие виды автоматизированных систем управления, как организация управления процессом пассажирских (АСОУПП) грузовых (АСОУГП) перевозок, интегральной обработки маршрута машиниста (ИОММ) и дорожной ведомости (ИОДВ), обслуживания вагонного парка (ДИСПАРК), системы фирменного транспортного обслуживания (СФТО), а также организацию электронной почты. Также передача данных позволяет автоматизировать рабочие места. Например, автоматизированное рабочее место поездного диспетчера (АРМ ДНЦ). Это способствует быстрому решению многих технологических задач и ведет к улучшению качественных показателей работы железнодорожного транспорта в целом. В данных видах документальной связи для передачи информации используются дискретные сигналы, имеющие фиксированное число значений. Как правило, применяются двоичный дискретный сигнал с двумя значениями «1» и «0» и единая терминология.

Однако к этим видам связи предъявляются разные требования к скорости и вероятности ошибки. Скорость обусловлена физиологическими особенностями человека по восприятию информации и составляет 50, 100 или 200 импульсов/с. В передаче данных скорость зависит от возможности ЭВМ обработать информацию (скорости работы процессора) и составляет от 50 до миллиона операций/с.

В виду того, что в передаче данных информация передается в цифровом виде, то к ней предъявляются более жесткие требования по вероятности ошибки (1 ошибочный знак на триллион принятых). В телеграфной связи телеграфист обнаруживает и устраняет ошибку в тексте телеграмме. В этом виде связи коэффициент вероятности ошибки составляет $P_{ош} = 3 \cdot 10^{-5}$ (три ошибочных знака на сто тысяч принятых).

Факсимильная связь – это область документальной электросвязи, предназначенная для передачи и воспроизведения на расстоянии неподвижных изображений. Изображения могут быть черно-белыми, имеющими только две градации яркости – черную и белую (машинописный или рукописный текст, чертежи, графики); полутоновыми, состоящими из светлых, темных или серых тонов (фотографии); цветными. При этом воспроизводимое изображение сохраняет как форму и очертание, так и оттенки передаваемого изображения. На железнодорожном транспорте факсимильная связь находит широкое применение для передачи буквенно-цифровых сообщений, графиков, чертежей, рисунков, фотографий. В современных факсимильных аппаратах имеет место совмещение функций факса, телефона с автоответчиком, копировального аппарата. Кроме того, выпускаются модели факсов, позволяющие подключать их к персональным компьютерам. Появляется возможность управлять факсимильным аппаратом с компьютера, а также хранить полученные сообщения не только на бумажном носителе, но и в электронном виде, что повышает эффективность использования факсимильных аппаратов.

§2. Методы и схемы ПДИ. Построение кодовых таблиц и комбинаций первичных стандартных кодов Верность передачи дискретной информации Д (ПДИ) — это точность воспроизведения приемником переданной информации. Оценкой верности Д является отношение числа правильно принятых знаков к общему числу переданных знаков

$$D = n_{\text{пр}} / n_{\text{общ}}, \quad (1)$$

где $n_{\text{пр}}$ — количество правильно принятых знаков;

$n_{\text{общ}}$ — общее количество принятых знаков.

При отсутствии ошибок $D = 1$.

При передаче дискретной информации появляются искажения сигналов, приводящие к ошибкам. Поэтому необходимо применять меры для повышения верности передачи сообщений, в качестве которых используют:

Метод многократной передачи кодовой комбинации. В этом случае кодовая комбинация одного и того же символа, формируемая передатчиком, передается последовательно в линию несколько раз. На приеме данные комбинации фиксируются и за правильную принимается та, которая имеет наибольшее число совпадений. Данный способ является самым простым, оправдано его использование в низкоскоростных системах передачи дискретной информации. Однако такой метод обладает большим временем на передачу информации, каналы используются, при этом, неэффективно, так как одно и то же сообщение передается не менее трех раз.

Метод параллельной передачи. В этом методе для передачи одного сообщения задействуют несколько каналов связи, передатчиков и приемников. Кодовые комбинации одного и того же символа передаются одновременно по нескольким каналам. За правильную принимается та комбинация, которая имеет наибольшее число совпадений. Данный метод обладает большим быстродействием, однако требует несколько дорогостоящих каналов для передачи одного и того сообщения, что не приводит к эффективному использованию каналов.

Использование систем с обратной связью. В этом случае передатчик и приемник соединены с помощью двух каналов: прямого и обратного. Передатчик выдает первую

порцию информации в прямой канал, которая на приеме запоминается и возвращается на передающую станцию по обратному каналу. Здесь происходит сравнение переданной ранее информации и принятой по обратному каналу. Если при сравнении они совпадают, следовательно, ошибки отсутствуют, то передатчик выдает вторую порцию информации в прямой канал. Прием второй порции для приемника является сигналом правильности ранее полученной, которую он выдает получателю. При этом, запоминает вторую порцию и отправляет на передающую станцию по обратному каналу. Если при сравнении обнаруживаются несовпадения, следовательно, произошли ошибки. Тогда передатчик повторно выдает первую порцию информации, при приеме которой приемник стирает ранее записанную информацию. В этом методе предъявляют большие требования по помехозащищенности к обратному каналу.

Использование корректирующих кодов. В данном методе используется для передачи информации один канал. Приемник, получая информацию, анализирует ее на правильность. В случае обнаружения ошибок приемник устраняет их. Все корректирующие коды делятся на ошибко-обнаруживающие (удостоверяется факт наличия ошибки, устранение невозможно) и ошибко-устраняющие (обнаруживают ошибку и ее устраняют). Для этого в кодовые комбинации, помимо информационных разрядов, добавляют контрольные разряды, формирующиеся по определенным правилам. Данный метод получил наибольшее распространение благодаря эффективному использованию каналов.

Понятие кода и его параметры

Кодом называется совокупность правил и условий, в соответствии с которыми строится кодовая комбинация. Кодовая комбинация — это двоичное число, соответствующее одному символу сообщения. Любой код обладает следующими параметрами:

основание кода a показывает, какое число значений может принять каждый элемент кодовой комбинации. Как правило, основание кода равно выбранной системе счисления. По основанию коды бывают двоичными, третичными, восьмиричными, десятиричными и т.д. Наибольшее распространение получили двоичные коды ($a = 2$). Информация предстает в виде 1 и 0.

длина кодовой комбинации n — это совокупность информационных (k) и контрольных (r) разрядов.

число возможных комбинаций кода S_o определяется по формуле:

$$S_o = a^n \quad (2)$$

вес кодовой комбинации w — это число «1» в кодовой комбинации.

Например, в комбинации 110010010 $w = 4$.

кодвое расстояние $d(V)$ – это количество разрядов, в которых одна кодовая комбинация отличается от другой. Например, заданы две комбинации 110110 и 010011. Различия данных комбинаций в первом, четвертом и шестом разрядах. Следовательно, $d(V) = 3$.

Классификация корректирующих кодов

Блочные коды характеризуются тем, что кодовая комбинация состоит из блока информационных разрядов и блока контрольных разрядов.

Непрерывные — контрольные разряды по определенному правилу размещаются между информационными разрядами и код представляет собой непрерывную последовательность. Например, рекуррентный код.

Разделимые — можно указать, где находятся информационные и контрольные разряды в комбинации.

Неразделимые — деление на информационные и контрольные разряды отсутствует. Например, код с постоянным весом.

Линейные — контрольные разряды формируются как линейное уравнение информационных. Пример, циклический код, матричный код, код Хэмминга.

Нелинейные — контрольные разряды заранее известны.

Основы построения кодов по кодовым таблицам

Код МТК-2

Управляющие символы				
Двоичный код	Десятичный код	Назначение		
01000	8	Возврат каретки		
00010	2	Перевод строки		
11111	31	Буквы латинские		
11011	27	Цифры		
00100	4	Пробел		
00000	0	Буквы русские		
Буквы, цифры и остальные символы				
Двоичный код	Десятичный код	Латинская буква	Русская буква	Цифры и прочие символы
00011	3	A	A	-
11001	25	B	Б	?
01110	14	C	Ц	:
01001	9	D	Д	Кто там?
00001	1	E	Е	3
01101	13	F	Ф	Э
11010	26	G	Г	Ш
10100	20	H	Х	Щ
00110	6	I	И	8
01011	11	J	Й	Ю
01111	15	K	К	(
10010	18	L	Л	)
11100	28	M	М	.
01100	12	N	Н	,
11000	24	O	О	9
10110	22	P	П	0
10111	23	Q	Я	1
01010	10	R	Р	4
00101	5	S	С	'
10000	16	T	Т	5
00111	7	U	У	7
11110	30	V	Ж	=
10011	19	W	В	2
11101	29	X	Ь	/
10101	21	Y	Ы	6
10001	17	Z	З	+

Номера							б ₇	0	0	0	0	1	1	1	1
разрядов							б ₆	0	0	1	1	0	0	1	1
							б ₅	0	1	0	1	0	1	0	1
б ₇	б ₆	б ₅	б ₄	б ₃	б ₂	б ₁	№	0	1	2	3	4	5	6	7
			0	0	0	0	0	ПУС	AP1	Пробел	0	@	P		p
			0	0	0	1	1	НЗ	(СУ1)	!	1	A	Q	a	q
			0	0	1	0	2	НТ	(СУ2)	"	2	B	R	b	r
			0	0	1	1	3	КТ	(СУ3)	#	3	C	S	c	s
			0	1	0	0	4	КП	СТП	□	4	D	T	d	t
			0	1	0	1	5	КТМ	НЕТ	%	5	E	U	e	u
			0	1	1	0	6	ДА	СИН	&	6	F	V	f	v
			0	1	1	1	7	ЗВ	КБ		7	G	W	g	w
			1	0	0	0	8	ВШ	АН	(	8	H	X	h	x
			1	0	0	1	9	ГТ	КН	)	9	I	Y	i	y
			1	0	1	0	10	ПС	ЗМ	*	:	J	Z	j	z
			1	0	1	1	11	ВТ	AP2	+	;	K	[	k	{
			1	1	0	0	12	ПФ	РФ	,	<	L	\	l	
			1	1	0	1	13	ВК	РГ	—	=	M	]	m	}
			1	1	1	0	14	ВЫХ	РЗ	.	>	N	^	n	_
			1	1	1	1	15	ВХ	РЭ	/	?	O	-	o	ЗБ

				b8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
				b7	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	
				b6	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	
				b5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	
b4	b3	b2	b1		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
0	0	0	0	00	ПУС	AP1	ПР	0	@	Р	'	р			НПР	А	Р	а	Р	
0	0	0	1	01	НЗ	СУ1	1	1	А	Q	а	q			Ё	Б	С	б	с	ё
0	0	1	0	02	НТ	СУ2	"	2	В	Р	б	г				В	Т	в	т	
0	0	1	1	03	КТ	СУ3	#	3	С	Ч	с	ч				Г	У	г	у	
0	1	0	0	04	КП	СУ4	\$	4	D	T	d	t				Д	Ф	д	ф	
0	1	0	1	05	КТМ	НЕТ	%	5	E	U	e	u				Е	Х	е	х	
0	1	1	0	06	ДА	СИН	&	6	F	V	f	v				Ж	Ц	ж	ц	
0	1	1	1	07	ЗВ	КБ	'	7	G	W	g	w				З	Ч	з	ч	
1	0	0	0	08	ВШ	АН	(	8	H	X	h	x				И	Ш	и	ш	
1	0	0	1	09	ГТ	КН	)	9	I	Y	i	y				Й	Щ	й	щ	
1	0	1	0	10	ПС	ЗМ	*	:	J	Z	j	z				К	Ъ	к	ъ	
1	0	1	1	11	ВТ	AP2	+	:	K	{	k	{				Л	Ы	л	ы	
1	1	0	0	12	ПФ	РИ4	,	<	L	\	l	;				М	Ь	м	ь	
1	1	0	1	13	ВК	РИ3	-	=	M	]	m	}			ГД	Н	Э	н	э	
1	1	1	0	14		РИ2	.	>	N	^	n	~				О	Ю	о	ю	
1	1	1	1	15		РИ1	/	?	O	-	o	35				П	Я	п	я	

Код ASCII

Сводная таблица кодов ASCII
ASCII таблица кодов символов Windows (Win-1251)

Dec	Hex	Символ	Dec	Hex	Символ	Dec	Hex	Символ	Dec	Hex	Символ	Dec	Hex	Символ	Dec	Hex	Символ	Dec	Hex	Символ
0	0	сneu. NOP	32	20	сneu. SP (Пробел)	64	40	@	96	60	.	128	80	Ђ	160	A0		192	C0	А
1	1	сneu. SOH	33	21	!	65	41	A	97	61	a	129	81	Г	161	A1	Ў	193	C1	Б
2	2	сneu. STX	34	22	"	66	42	B	98	62	b	130	82	,	162	A2	ѐ	194	C2	В
3	3	сneu. ETX	35	23	#	67	43	C	99	63	c	131	83	і	163	A3	Ј	195	C3	Г
4	4	сneu. EOT	36	24	\$	68	44	D	100	64	d	132	84	...	164	A4	о	196	C4	Д
5	5	сneu. ENQ	37	25	%	69	45	E	101	65	e	133	85	...	165	A5	Г	197	C5	Е
6	6	сneu. ACK	38	26	&	70	46	F	102	66	f	134	86	†	166	A6	і	198	C6	Ж
7	7	сneu. BEL	39	27	'	71	47	G	103	67	g	135	87	‡	167	A7	§	199	C7	З
8	8	сneu. BS	40	28	(	72	48	H	104	68	h	136	88	€	168	A8	Е	200	C8	И
9	9	сneu. Tabуляция	41	29	)	73	49	I	105	69	i	137	89	‰	169	A9	©	201	C9	Й
10	0A	сneu. LF (Возвр. каретки)	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j	138	8A	Љ	170	AA	€	202	CA	К
11	0B	сneu. VT	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k	139	8B	«	171	AB	«	203	CB	Л
12	0C	сneu. FF	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l	140	8C	Ђ	172	AC	™	204	CC	М
13	0D	сneu. CR (Новая строка)	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m	141	8D	Њ	173	AD	™	205	CD	Н
14	0E	сneu. SO	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n	142	8E	Ђ	174	AE	®	206	CE	О
15	0F	сneu. SI	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o	143	8F	Ш	175	AF	І	207	CF	П
16	10	сneu. DLE	48	30	0	80	50	P	112	70	p	144	90	ђ	176	B0	°	208	D0	Р
17	11	сneu. DC1	49	31	1	81	51	Q	113	71	q	145	91	‘	177	B1	±	209	D1	С
18	12	сneu. DC2	50	32	2	82	52	R	114	72	r	146	92	’	178	B2	ı	210	D2	Т
19	13	сneu. DC3	51	33	3	83	53	S	115	73	s	147	93	“	179	B3	ı	211	D3	У
20	14	сneu. DC4	52	34	4	84	54	T	116	74	t	148	94	”	180	B4	ı	212	D4	Ф
21	15	сneu. NAK	53	35	5	85	55	U	117	75	u	149	95	•	181	B5	ı	213	D5	Х
22	16	сneu. SYN	54	36	6	86	56	V	118	76	v	150	96	—	182	B6	ı	214	D6	Ц
23	17	сneu. ETB	55	37	7	87	57	W	119	77	w	151	97	—	183	B7	ı	215	D7	Ч
24	18	сneu. CAN	56	38	8	88	58	X	120	78	x	152	98	◆	184	B8	ё	216	D8	Ш
25	19	сneu. EM	57	39	9	89	59	Y	121	79	y	153	99	™	185	B9	№	217	D9	Щ
26	1A	сneu. SUB	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z	154	9A	љ	186	BA	€	218	DA	Ъ
27	1B	сneu. ESC	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{	155	9B	»	187	BB	»	219	DB	Ы
28	1C	сneu. FS	60	3C	<	92	5C	\	124	7C		156	9C	њ	188	BC	ј	220	DC	Ь
29	1D	сneu. GS	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}	157	9D	ќ	189	BD	š	221	DD	Э
30	1E	сneu. RS	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~	158	9E	ћ	190	BE	š	222	DE	Ю
31	1F	сneu. US	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	~	159	9F	и	191	BF	ı	223	DF	Я

Код Хемминга

Bit position		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Encoded data bits		p1	p2	d1	p4	d2	d3	d4	p8	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	p16	d12	d13	d14	d15
Parity bit coverage	p1	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
	p2		X	X			X	X			X	X			X	X			X	X	
	p4				X	X	X	X					X	X	X	X					X
	p8								X	X	X	X	X	X	X	X					
	p16																X	X	X	X	X

§3. Методы коммутации и их сравнительный анализ. Сети с коммутацией каналов и пакетов, принципы построения и протоколы

В 1983 году Международной организацией стандартов МОО (OSI) была принята эталонная модель взаимодействия открытых систем ЭМ ВОС (модель OSI). Она была поддержана Международным Консультативным Комитетом по телефонии и телеграфии (ныне Международный Союз Электросвязи, секция телекоммуникаций МСЭ-Т).

Стандартом предусмотрена семиуровневая организация открытых систем. Каждый уровень имеет свое название и номер, изменяющийся снизу вверх. Уровни с меньшим номером называются низкими, а с большим – высшими.

Таблица 1 - Эталонная модель взаимодействия открытых систем ЭМ
BOC (OSI)

Номер уровня	Международное название уровня	Русское название уровня	Сокращенное название уровня	Назначение уровня
7	Application	Прикладной	A	Определяет способ взаимодействия с прикладным процессом, предоставление прикладному процессу набора услуг
6	Presentation	Представительный	P	Осуществляет преобразование данных из внутреннего числового формата в стандартный коммуникационный формат
5	Session	Сеансовый	S	Организует соединение, передачу данных и отбой, обеспечивая взаимодействие отдельных сетевых устройств
4	Transport	Транспортный	T	Контроль качества обмена информацией между открытыми системами на выбранном маршруте, контроль за соблюдением параметров соединения, контроль передачи
3	Network	Сетевой	N	Выбор оптимального маршрута передачи

				сообщения, управление потоком информации, организация обходных маршрутов
2	Data Link	Канальный	DL	Формирование пакета данных, управление каналом на звене, контроль качества передачи (исправление ошибок)
1	Physical	Физический	PL	Взаимодействие с физической средой, формирование и контроль сигнала, синхронизация, организация физического канала и контроль за работоспособностью канала

Передача данных между двумя оконечными устройствами осуществляется через промежуточные сетевые устройства, называемые узлами коммутации.

Совокупность оконечных устройств и узлов коммутации образуют сеть передачи данных.

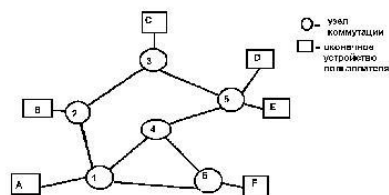


Рисунок 1- Организация сетей передачи данных

На железнодорожном транспорте используются для организации сетей передачи данных два метода коммутации: каналов и пакетов. Их организацию будем рассматривать на примере передачи информации от пользователя А к пользователю Е.

Организация сети передачи данных с коммутацией каналов, ее свойства

При использовании коммутации каналов подразумевается наличие выделенного коммутируемого канала между взаимодействующими оконечными устройствами. Коммутируемым называется канал, занимаемый только на время передачи информации.

Данный метод имеет три фазы установления соединения:

Установления маршрута – пользователь А посылает запрос в узел 1 с требованием установить соединение с пользователем Е. Узел по номеру запрашиваемого абонента определяет, что соединение является исходящим, так как абонент Е к данному узлу не подключен. Узел 1 проверяет на свободу каналы в направлении узла назначения. Если таковые имеются, то занимает канал. Допустим, свободен канал к узлу 4, следовательно, занимает канал между узлами 1-4. После ответа узла 4, узел 1 передает ему номер запрашиваемого абонента. Узел 4 определяет по номеру, что соединение для данного узла является транзитным, так как ни вызывающий, ни вызываемый абоненты к данному узлу не подключены. Узел 4 проверяет на свободу канал в направлении узла назначения 5, и в случае его свободы занимает канал. После ответа узла 5 узел 1 передает номер запрашиваемого абонента, по которому узел определяет, что соединение относится к данному узлу и является входящим. Узел 5 проводит тестирование на свободу оконечного устройства пользователя Е и при его свободе завершает соединение;

Передача данных – пользователи передают информацию в обоих направлениях;

Отбой – при передаче любого из пользователя команды «отбой» каналы и узлы от данного маршрута освобождаются.

Свойства метода коммутации каналов:

- каналы используются неэффективно, так как даже при установлении соединения или в паузу между сообщениями они заняты и другим абонентам недоступны;
- метод для абонента с отказами, так как при установлении соединения какой-либо участок маршрута может оказаться занятым и абоненту идет отказ в соединении (занято);
- большое время на организацию сеанса связи из-за отказов абонентам;
- возможен диалоговый режим;
- установление соединения начинается до начала передачи информации, то есть вначале устанавливается маршрут, а только затем передается информация;
- сеть должна работать на одной фиксированной скорости.

Коммутация каналов на разных скоростях (сеть ISDN)

Для преодоления негибкости метода коммутации каналов разработана технология коммутации каналов на разных скоростях – коммутация каналов с мультиплексированием ISDN. ISDN обеспечивает коммутируемую систему связи с комплексом услуг как по передаче данных, так и голосовых сообщений. Содержит два интерфейса:

- интерфейс базового доступа BRI (144 кбит/с), к которому подключаются два речевых канала со скоростью передачи 64 кбит/с и один сигнальный канал со скоростью 16 кбит/с;

-интерфейс основного доступа PRI обеспечивает работу с каналами T1 со скоростью 155 Мбит/с и E1 со скоростью 2,048 Мбит/с.

За счет введения в узлы мультиплексоров можно изменять скорость передачи информации на разных участках маршрута.

Организация сети с коммутацией пакетов, ее свойства

Технология пакетной коммутации характерна для локальных и глобальных вычислительных сетей. Данные в такой технологии передаются в виде небольших блоков, называемых пакетом или кадром.

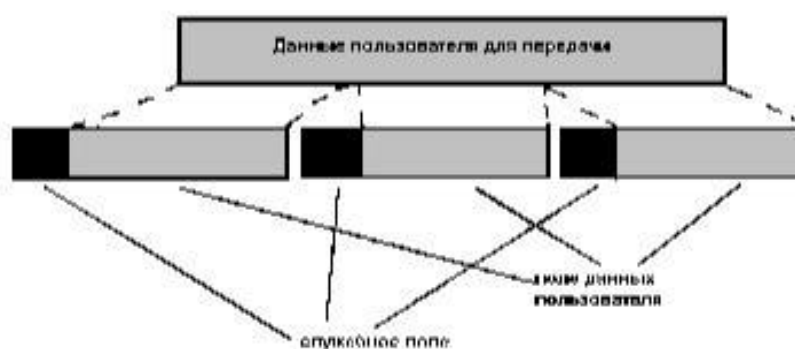


Рисунок 2- Построение пакетов

В служебное поле помещаются:

- номер пакета из скольки (если сообщение состоит из нескольких пакетов);
- адрес узла отправления;
- адрес узла назначения;
- контрольная сумма, по которой приемный узел определяет правильность содержимого пакета.

В поле данных помещается информация от пользователя. Данный метод имеет три фазы установления соединения:

передача сообщения в узел назначения - пользователь А посылает запрос в узел 1, после ответа узла 1 передает ему сообщение для пользователя Е. Получив подтверждение о приеме сообщения, абонент А от маршрута отключается. В узле 1 данное сообщение разбивается на пакеты.

передача сообщения по сети – осуществляется двумя способами:

-**дейтаграммный** (датаграммный)- узел отправляет пакет по любому свободному каналу в направлении узла назначения. При этом пакеты одного сообщения могут проходить по сети разными маршрутами. Например, в данный момент времени свободен канал на участке 1-6. Узел 1 посылает запрос на узел 6, и после его ответа передает пакет на

данный узел. Получив подтверждение в получение пакета, канал между узлами 1 и 6 освобождается. Далее передача пакета происходит аналогично. Если свободные каналы отсутствуют, то пакет ставится в очередь.

-виртуальный – узел отправления выбирает оптимальный маршрут (кратчайшее расстояние и меньшее число каналов, участвующих в маршруте). После выбора оптимального маршрута узел 1 отправляет пакеты строго друг за другом по данному маршруту. При этом, если канал свободен, то отправляет пакет и после подтверждения канал освобождает. Если канал занят, то ставит данный пакет в очередь(остальные пакеты сообщения ждут отправки предыдущего пакета).

передача сообщения пользователю – в узле назначения пакеты объединяются по номерам в сообщение, которое затем передается пользователю.

При пропаже какого-либо пакета или при принятии его с ошибкой посылается запрос по адресу отправителя на повторную передачу пакета. При дейтаграммном способе пропажу пакета обнаруживает только узел назначения, а при виртуальном – любой узел маршрута.

Свойства метода коммутации пакетов:

-каналы используются эффективно, так как занимаются на время передачи пакета между соседними узлами маршрута, а это доли секунды;

-метод для абонента безотказен, так как при установлении соединения, как правило, узел, к которому подключен вызывающий абонент, всегда отвечает на запрос;

-сообщение по сети проходит за несколько секунд;

-диалоговый режим возможен только при виртуальном способе. За счет высокой скорости передачи создается иллюзия непосредственного общения;

-одновременно и устанавливается маршрут, и осуществляется передача информации;

-на разных участках маршрута может быть использована разная скорость передачи.

Под **протоколом** понимается некая совокупность правил и условий, регламентирующих формат и процедуры обмена информацией. В частности, он определяет, как выполняется соединение, обеспечивается помехозащищенность безошибочная передача данных между модемами. Стандарт, в свою очередь, включает в себя общепринятый протокол или набор протоколов.

Различают три вида процессов, протекающих в сети:

-информационные,

-транспортные,

-коммуникационные.

Информационные процессы определяются тремя верхними уровнями сетевой архитектуры:

-уровнем приложений,

-уровнем представления,

-сеансовым уровнем.

Уровень приложений, обеспечивающий взаимодействие удаленных прикладных процессов, включает в себя достаточно большое количество протоколов, которые обслуживают задачи по передаче данных и доступу к сетевым ресурсам:

NM (Network Management) — управление сетью;

X.400 — электронная почта;

X.500 — организация справочника сетевых данных;

FTAM (File Transfer Access and Management) — доступ и управление пересылкой файлов;

JTM (Job Transfer and Manipulation) — пересылка и обработка заданий;

VTP (Virtual Terminal Protocol) — протокол виртуального терминала;

MMS (Manufacturing Message Service) — служба производственных сообщений;

Стандарты на уровень представления данных определяют форматы данных, алфавиты и коды (ASCII, EBCDIC, ISO 8859, ISO 6937), обеспечивают трансляцию и форматизацию данных и команд (ASN.1, X.409). функции протоколов сеансового уровня, таких, как X.215, X.225, стандартах ISO 8326/8327, входит управление началом и завершением сеанса, взаимодействием пользователей и прикладных процессов, определение правил диалога, рестарта и проверки прав доступа, обеспечение надежности выполнения сеанса путем организации контрольных точек и восстановления после ошибок.

Транспортный процесс поддерживается транспортным уровнем, определяющим процедуры и формы передачи информации от одной системы к другой. Протоколы TP (Transport Protocol) обеспечивают надежную передачу и доставку блоков информации адресатам и управляют этой доставкой.

Коммуникационные процессы определяются сетевым, канальным и физическим уровнями, обеспечивающими передачу данных между множеством систем, действующих в сети. Они определяют процедуры передачи кадров с обработкой ошибок, описывают структуры и процедуры передачи пакетов

Коммуникационные процессы в передаче данных, обеспечиваются следующими протоколами:

X.25 — обеспечивает доступ ЭВМ к серверу. Он разработан Международным Консультативным Комитетом по телефонии и телеграфии МККТТ для работы по аналоговым телефонным линиям с аналоговыми системами передачи и скоростью 64

кбит/с. Для обеспечения требуемой достоверности передачи информации используется многоуровневая система обнаружения и коррекции ошибок. Каждый узел по пути следования пакета проверяет его целостность, читает контрольную сумму, записанную в служебное поле, и сравнивает с контрольной суммой, вычисленной при приеме пакета. При небольшом количестве ошибок узел способен восстановить пакет и передать его дальше. Если пакет невозможно восстановить, то делается запрос на его повторную передачу.

Frame Relay - разработан для волоконно-оптических магистралей со скоростью 2,048 Мбит/с с цифровыми системами передачи и волоконно-оптической аппаратурой. Узел проверяет целостность полученного пакета. За счет использования высокоскоростных волоконно-оптических магистралей уровень ошибок снизился, поэтому узел выполняет контроль ошибок только для адресного поля. Если пакет не проходит хотя бы один тест, то узел делает запрос на повторную передачу. Главным достоинством протокола является низкая избыточность информации в пакете, что увеличивает производительность передачи данных в сети.

Недостатком считается использование разной длины пакета. Данный протокол еще называют ретрансляцией кадров.

Cell Relay - разработан для волоконно-оптических магистралей со скоростью от десятков до сотен Мбит/с с цифровыми системами передачи и волоконно-оптической аппаратурой. Главным отличием от предыдущего протокола, является то, что пакеты имеют фиксированную длину, их называют ячейками, и сокращенное до минимума служебное поле. Данный протокол еще называют ретрансляцией ячеек.

§4..Локальные вычислительные сети (ЛВС): принципы организации и архитектура. Порядок проектирования и расчета сети ЛВС

Развитие информационных технологий, успехи в создании волоконно-оптических линий связи и сверхбольших интегральных схем с большой памятью и огромным быстродействием привели к разработке новых телекоммуникационных технологий.

К ним можно отнести:

Локальные вычислительные сети (ЛВС);

Цифровые сети с интеграцией обслуживания (ЦСИО);

Широкополосные сети с интегральным сервисом (Ш – ЦСИО);

Системы синхронной цифровой иерархии (SDH)

Системы асинхронного метода передачи (ATM).

Первые ЛВС появились в 1975 году. На сегодня они получили большое распространение. В отличие от глобальных сетей данные сети занимают незначительные территории, строятся по линейной или кольцевой структуре с общим каналом и селекцией информации.

Локальная сеть – это комплекс технических средств, который обеспечивает обмен информацией на небольшой территории, использует простейшие структуры и распределяет информацию методом селекции. Локальные сети обладают высокой скоростью передачи (от 1 до 500 Мбит/с и выше), малой вероятностью ошибки 10⁻⁸.

Локальная вычислительная сеть (ЛВС) — последовательная бит-ориентированная передача информации между связанными друг с другом независимыми устройствами. Эта сеть обычно находится в частном ведении пользователя и занимает некоторую ограниченную территорию (определение ISO - международной организации по стандартизации).

ЛВС — это несколько вычислительных механизмов, объединенных между собой в единое информационное пространство с целью упрощения процесса функционирования этих механизмов.

Применение локальных вычислительных сетей повышает эффективность работы предприятия благодаря возможности разделения дорогостоящих ресурсов – дисковых массивов большой емкости, цветных принтеров, графопостроителей, модемов; улучшает коммуникации за счет ускорения процесса обмена информацией и взаимодействия между сотрудниками предприятия, стоимость принятия решения.

Функции ЛВС

-разделение ресурсов. Позволяет совместно использовать ресурсы сети (например, принтеры и дисковое пространство). Услуги предоставляет сетевое программное обеспечение (в данном случае это сервер печати и файл-сервер).

-разделение данных. Предоставляет возможность доступа и управления базами данных с рабочих мест. Услуги такого рода предоставляет ПО, называемое сервер баз данных - Oracle, Informix, PostgreSQL. Эти программы разрабатываются под различные операционные системы (UNIX, NetWare, Windows). Некоторые продукты несут в себе необходимые функции операционной системы (управление файлами, поддержка оборудования и т.д.). Такие системы сами являются сетевой операционной системой ориентированной на управление БД и предоставления данных сетевым клиентам (рабочим станциям).

-разделение программных средств. Предоставляет возможность одновременного использования централизованных, заранее установленных программ. ПО, предоставляющее такие услуги называется сервер приложений.

-разделение ресурсов процессора. Возможность использования вычислительных мощностей для обработки данных другими системами, входящими в сеть.

-средства коммуникации. Интерактивный обмен информацией между рабочими станциями сети, обмен сообщениями между пользователями.

Топология ЛВС

Существуют следующие топологии ЛВС:

Шина - при шинной топологии среда передачи информации представляется в форме коммуникационного пути, доступного для всех рабочих станций. К этому коммуникационному пути они все должны быть подключены, при этом рабочие станции могут непосредственно вступать в контакт с любой рабочей станцией. Рабочие станции в любое время могут быть подключены к ней или отключены. Функционирование вычислительной сети не зависит от состояния отдельной рабочей станции.

Звезда - в данной топологии головная машина получает и обрабатывает все данные с периферийных устройств как активный узел обработки данных. Вся информация между двумя периферийными рабочими станциями проходит через центральный узел вычислительной сети. Топология в виде звезды является наиболее быстродействующей из всех топологий вычислительных сетей, поскольку передача данных между рабочими станциями проходит через центральный узел (при его хорошей производительности) по отдельным линиям, используемым только этими рабочими станциями. Частота запросов передачи информации от одной станции к другой невысокая, по сравнению с другими топологиями.

Кольцо - рабочие станции связаны одна с другой по кругу, т.е. рабочая станция 1 с рабочей станцией 2, рабочая станция 3 с рабочей станцией 4 и т.д. Последняя рабочая станция связана с первой. Коммуникационная связь замыкается в кольцо. Сообщения циркулируют регулярно по кругу.

Рабочая станция посылает по определенному конечному адресу информацию, предварительно получив из кольца запрос. Пересылка сообщений является очень эффективной, так как большинство сообщений можно отправлять «в дорогу» по кабельной системе одно за другим. Очень просто можно сделать кольцевой запрос на все станции. Продолжительность передачи информации увеличивается пропорционально количеству рабочих станций, входящих в вычислительную сеть.

Основная проблема при кольцевой топологии заключается в том, что каждая рабочая станция должна активно участвовать в пересылке информации в случае выхода из строя хотя бы одной из них вся сеть парализуется. Неисправности в кабельных соединениях локализуются легко. Подключение новой рабочей станции требует краткосрочного выключения сети, так как во время установки кольцо должно быть разомкнуто. Ограничения на протяженность вычислительной сети не существует, так как оно определяется исключительно расстоянием между двумя рабочими станциями.

Кольцевая логическая - физически она монтируется как соединение звездных топологий, отдельные «звезды» включаются с помощью специальных коммутаторов (англ. Hub – концентратор). В зависимости от числа рабочих станций и длины кабеля между рабочими станциями применяют активные или пассивные концентраторы. Активные концентраторы дополнительно содержат усилитель для подключения от 4 до 16 рабочих станций. Пассивный концентратор является исключительно разветвительным устройством (максимум на три рабочие станции). Управление отдельной рабочей

станцией в логической кольцевой сети происходит так же, как и в обычной кольцевой сети. Каждой рабочей станции присваивается соответствующий ей адрес, по которому передается управление (от старшего к младшему и от самого младшего к самому старшему). Разрыв соединения происходит только для ниже расположенного (ближайшего) узла вычислительной сети, так что лишь в редких случаях может нарушаться работа всей сети.

Древовидная - основание дерева вычислительной сети (корень) располагается в точке, в которой собираются коммуникационные линии информации (ветви дерева). Вычислительные сети с древовидной структурой применяются там, где невозможно непосредственное применение базовых сетевых структур в чистом виде. Для подключения большого числа рабочих станций соответственно адаптерным платам применяют сетевые усилители или коммутаторы. Коммутатор, обладающий одновременно и функциями усилителя, называют активным концентратором. На практике применяют две их разновидности обеспечивающие подключение соответственно восьми или шестнадцати

линий. Устройство, к которому можно присоединить максимум три станции называют пассивным концентратором. Пассивный концентратор обычно используют как разветвитель(он не нуждается в усилителе). Предпосылкой для подключения пассивного концентратора является то, что возможное максимальное расстояние до рабочей станции не должно превышать нескольких десятков метров.

Виды ЛВС и область применения

В качестве физической среды в ЛВС используют:

- коаксиальный кабель, обладающий пропускной способностью до 20 Мбит/с, обладают высокой степенью помехозащищенности и механической прочностью, но требуют специального приспособления (трансивера) для прокладывания кабеля;

- кабель с витой парой с экранированными (STP) и неэкранированными (UTP) жилами с пропускной способностью до 100 Мбит/с, скручивание проводников уменьшает электрические помехи извне при распространении сигналов по кабелю.;

- волоконно-оптический кабель (ВОК) с пропускной способностью от 500 и выше Мбит/с, с большей помехозащищенностью, но дорогой. Центральная стеклянная нить толщиной несколько микрон покрыта полимерным слоем. Информация кодируется путем изменения интенсивности света.

На приемном конце детектор преобразует световые импульсы в электрические сигналы.

К видам ЛВС относят:

- широкополосную (ШЛС) – использует аналоговые сигналы, модемы и частотное мультиплексирование;

- однополосную (ОЛС) – цифровые сигналы, временное мультиплексирование и множественный доступ.

Наибольшее распространение получили ОЛС. Услугами ЛВС удобно пользоваться в рамках:

одного предприятия;

замкнутого технологического процесса на небольшой территории;

информационно-справочных систем;

систем автоматизированного проектирования.

Компоненты ЛВС

Компьютеры, при чем в одной сети может быть набор разных типов компьютеров от персонального до супер-серверов и мэйнфреймов;

Рабочие станции предназначены для пользователей. Для доступа в ЛВС необходимо пройти процедуру входа в систему. При этом на файловых серверах появляются дисковые накопители, обозначаемые дополнительными буквами, становится возможной работа с удаленными принтерами. Перезагружается рабочая станция, не оказывая влияния на ЛВС.

Серверы представляют собой комбинацию из аппаратных и программных средств. Они служат для коммуникационных связей всех других компьютеров, входящих в сеть, а также предоставляют им доступ к общим сетевым ресурсам – дисковому пространству, принтерам, межсетевым интерфейсам.

Файл-сервер – это выделенный компьютер, отвечающий за коммуникационные связи всех других компьютеров, входящих в состав ЛВС, а также предоставляет им общий доступ к дисковому пространству, принтерам, межсетевым интерфейсам.

Сервер приложений – выделенный компьютер, выполняющий одну или несколько прикладных задач, которые запускают пользователи со своих терминалов, включенных в данную ЛВС.

Факс-сервер - выделенный компьютер, использующий программы распознавания символов, преобразование полученного факсимильного сообщения в текстовый файл для последующей маршрутизации и редактирования.

Принт-сервер обеспечивает доступ к принтерам, используемыми всеми клиентами групповой сети и обладает высокой производительностью, высокой степенью надежности.

Коммуникационное оборудование ЛВС

Сетевой адаптер – это сетевая интерфейсная плата для обмена данными в ЛВС. Сетевой адаптер принимает все сообщения, которые передаются по кабелю, и отбирает те, которые адресованы данной станции. Полученное сообщение задерживается адаптером до тех пор, пока рабочая станция не будет готова принять его. Когда рабочая станция отправляет сообщение в поток данных (трафик), адаптер дожидается перерыва в трафике и выставляет сообщение в окно. Адаптер автоматически проверяет то, чтобы сообщение было передано без ошибок. Рабочая станция отправляет запрос через сетевой адаптер к файловому серверу и получает ответ через сетевой адаптер.

Мосты (bridges) предназначены для соединения между собой ЛВС с различными аппаратными средствами и протоколами. Они определяют и анализируют адреса сообщений, проверяют пакеты и направляют их по заданным адресам. Мосты могут фильтровать пакеты согласно предварительно заданным критериям оптимизации. При этом большая сеть делится на несколько небольших подсетей, соединяемых мостами. В результате уменьшается перегрузка и повышается быстродействие.

Маршрутизаторы (routers) передают сообщения между компьютерными сетями, использующими одинаковые протоколы, но с разным сетевым оборудованием. Сложные маршрутизаторы способны направлять пакеты в другие сети, даже если в них используются другие способы адресации и алгоритмы коррекции ошибок. «Интеллект» маршрутизаторов используется для определения оптимального пути соединения двух ЛВС, выполнения сегментации и сборки пакетов, необходимой для прохождения по транзитным сетям.

Коммутаторы (switch) позволяют выделять пользователей одной рабочей группы с общими интересами в отдельный сегмент (виртуальная сеть). Они представляют собой мосты с множеством портов, направляющие пакеты сообщений из одной сети (логического сегмента) в другую. Коммутаторы снимают физические ограничения концентраторов, поскольку могут группировать пользователей, создавая независимые группы. Коммутаторы фильтруют пакеты и коммутируют их между портами. Процесс фильтрации пакетов напоминает обработку пакетов в маршрутизаторах, только вместо сетевых адаптеров выступают идентификаторы пакетов. Его достоинством является простая переконфигурация сети при любом перемещении пользователя без изменения адреса независимо от места его нахождения.

Шлюз (gateway) используется при объединении двух систем, имеющих, проходящих между ЭВМ.

Мэйнфрейм-система IBM (сетевая архитектура SNA) предназначена для освобождения главного компьютера для выполнения задач обработки числовых данных. Это делается благодаря перекладыванию задач по обслуживанию сети (опрос устройств, контроль и исправление ошибок) и передаче данных (преобразование кодов символов и динамическое управление буферами) на остальные процессоры.

Сеть Ethernet, основанная на применении протоколов TCP/IP, начала создаваться в середине 70-х годов 20 столетия как средство объединения локальных сетей. Первоначально стандарт Ethernet разрабатывался компанией Xerox для сети передачи данных со случайным доступом и скоростью 2,94 Мбит/с. Сеть объединяла более 100 рабочих станций в пределах 1 км. В качестве физической среды использовался тонкий и толстый коаксиальный кабель.

Позже три компании Xerox, Dec, Intel разработали стандарт, обеспечивающий скорость 10 Мбит/с, который стал основой современного международного стандарта IEEE 802.3. В данном стандарте предпочтение отдается кабелю с неэкранированными жилами и оптическому кабелю.

В настоящее время термин Ethernet используется для описания всех локальных сетей, использующих режим коллективного доступа к среде передачи данных с опознанием несущей и обнаружением коллизий.

Этот метод используется в сетях, построенных по логической топологии с общей шиной. При такой топологии все компьютеры локальной сети имеют непосредственный доступ к физической среде передачи данных (общая шина), поэтому она может быть использована для обмена данными между двумя любыми узлами сети. Одновременно (с учетом задержки распространения сигнала по физической среде) все компьютеры сети имеют возможность получать данные, которые любой из компьютеров начал передавать на общую шину. Кабель, к которому подключены все компьютеры, работает в режиме коллективного доступа. В конкретный момент времени передавать данные на общую шину может только один компьютер в сети. При этом все компьютеры сети обладают равными правами доступа к среде.

Формат кадра

Преамбула	SFD	DA	SA	L	LLC	Data	Pad	FCS
7 байт	1 байт	2/6	2/6	2				4 байта
		байт	байт	байт				

Рисунок 3- Формат кадра

Преамбула – состоит из 7 байтов, каждый из которых представляет чередование единиц и нулей состоит из 7 байтов, каждый из которых представляет чередование единиц и нулей 10101010, позволяет установить битовую синхронизацию на приемной стороне;

Метка начала пакета SFD – имеет емкость 1 байт и представляет собой последовательность 10101011;

Адрес узла назначения DA – емкостью 6 байт, может быть индивидуальным, групповым или широковещательным;

Адрес отправителя SA – емкостью 6 байт указывает адрес станции, которая отправляет пакет;

Поле длины пакета L – емкостью 2 байта указывает емкость поля данных;

Данные LLC Data - информация

Поле Pad – если поле данных меньше 64 байта, то данное поле удлиняет длину поля данных до 64 байт;

Контрольная сумма пакета FCS – для повышения верности передачи информации, вычисляется циклическим кодом по полям пакета за исключением метки начала пакета.

Таблица 2 - Разновидности сетей Ethernet

Параметр	Сети Ethernet		
	Ethernet	FAST Ethernet	Gigabit Ethernet
Год появления	1975	1995	1996
Скорость передачи информации	10 Мбит/с	100 Мбит/с	1 Гбит/с
Физическая среда	Коаксиальный кабель Кабель с витой парой ВОК	Кабель с витой парой ВОК	ВОК

§5. Коммутационное оборудование и аппаратура доступа в сети передачи данных

Модемы сети передачи данных:

- осуществляют преобразование сигналов, поступающих от оконечного оборудования;
- выполняют коррекцию ошибок и сжатие данных;
- выбирают оптимальную скорость передачи в зависимости от напряжения помех в канале;
- корректируют амплитудно-частотную и фазочастотную характеристики каналов;
- тестируют состояние линии и оборудования с выводом результатов на дисплей и печать;
- определяют номер вызывающего абонента и выполняют функцию автоответчика;
- обеспечивают безопасность и конфиденциальность.

1. По применяемому протоколу

- взаимодействия модема с каналом - V.2; V.25

- согласования параметров при установлении связи - V.8
- соединения алгоритмов взаимодействия - V.10, V.11, V.24, V.28
- виду модуляции – V.21,V.22,V.23,V27, V.29,V.33,V34, V.90; Bell103, 202,208; U.S/Robotics, ZyXEL и др.
- сжатие данных – V.42bis; MNP5, MNP7

2. По скорости передачи

- низкоскоростные – 200; 300 бит/с
- среднескоростные – 600; 1200; 2400; 4800; 9600; 14400; 19200 бит/с
- высокоскоростные – 48000; 56000; 64000; 72000 бит/с и выше

3. По виду модуляции

- частотная (ЧМ);
- двойная относительная фазовая модуляция (ДОФМ);
- тройная относительная фазовая модуляция (ТОФМ);
- квадратурная амплитудная модуляция (КАМ);
- сигнально-кодовая конструкция (СКК).

4. По методу передачи сигналов

- асинхронные (вводятся стартовый и стоповый символы, используют АМ и ЧМ);
- синхронные (информационные символы объединяются в отдельные кадры, используют ДОФМ, ТОФМ и КАМ);
- синхронно-асинхронные (на этапе модем-модем работают в синхронном режиме, а модем – окончательное оборудование в асинхронном).

5. По виду реализуемой коррекции

- с постоянными корректорами характеристик,
- с изменяемыми вручную характеристиками;
- с автоматически подстраиваемыми под параметры канала корректорами.

6. По конструкции

- Внешние;
- Внутренние.

Таблица 3 - Основные параметры модемов

Рекомендации	Скорость,	Вид	Метод передачи	Коррекция
--------------	-----------	-----	----------------	-----------

МСЭ-Т	бит/с	модуляции		канала
V.21	200/300	ЧМ	Асинхронный	Постоянная
V.22	600/1200	ДОФМ	Асинхронно-синхр	автоматическая
V.23	600/1200	ЧМ	асинхронный	Постоянная
V.26	1200/2400	ДОФМ	Синхронный	Постоянная
V.27	4800	ТОФМ	Синхронный	Ручная
V.29	4800/9600	КАМ	синхронный	Автоматическая
V.32	4800/9600	КАМ	Асинхронно-синхр	Автоматическая
V.33	14400/28800	КАМ	синхронный	Автоматическая
V.34	28800	СКК	синхронный	Автоматическая
V.90	56000	СКК	синхронный	Автоматическая

Структура пакета модема

Таблица 4 - Структура пакета модема

Флаг	Поле управления	Поле информации	Поле циклического кода	Флаг
Начало кадра	Команды контроля прохождения данных	Данные пользователя, передаваемые получателю	Контрольная последовательность пакета	Конец пакета

Скоростные характеристики модемов:

- cps — скорость передачи, символов(байт)/с — параметр, интересующий конечного пользователя, определяющий эффективную скорость работы;
- bps — скорость передачи, бит/с;
- baud — количество изменений сигнала в линии за 1 секунду (бод) — этот параметр ограничен полосой пропускания линии. Для повышения эффективной скорости работы при ограниченной полосе линии применяют различные методы кодирования и модуляции, при которых bps превышает baud.

Таблица 5- Стандарты на модуляцию

Стандарт	bps	baud	Примечания
Bell 103	300	300	
Bell 212A	1200	600	
V.21	300	300	несовместим с Bell 103

V.22	1200	600	несовместим с Bell 212A
V.22bis	2400	600	
V.23	1200		75 bps в дуплексном режиме
V.29	9600		полудуплекс, Fax Group III
V.32	9600	2400	дуплекс, доп. контроль
V.32bis	14400	2400	помехоустойчивый, быстрый
V.32fast	28800		
HST	14400	9600	При дуплексе в обратном направлении скорости 300/450. Удобен для диалога. Используется в U.S. Robotics.

Для коррекции ошибок и сжатия данных используются различные протоколы.

MNP — Microcom Networking Protocol — де-факто стандартный протокол коррекции ошибок и сжатия данных, введенный фирмой Microcom. Различают 9 классов MNP, определяющих различный сервис. Классы 2--4 — обеспечение безошибочной передачи, классы 5 и 7 — сжатие данных, класс 6 — расширенный сервис, класс 9 — оптимизация протокольных процедур, класс 10 — адаптация к каналам связи, класс 8 — пропущен. Старшие классы обычно включают в себя и возможности младших.

MNP-1. Асинхронный байт-ориентированный полудуплекс с минимальными требованиями к скорости процессора. Только исправление. Эффективность передачи данных 70% от обычного варианта, в модемы уже не включается.

MNP-2. Асинхронный байт-ориентированный дуплекс. Только исправление. Эффективность 84%.

MNP-3. Бит-ориентированный дуплекс с синхронной связью между модемами, асинхронный для пользователя. Эффективность 108% (254 cps при 2400 bps).

MNP-4. Адаптивная сборка пакетов (длина пакета зависит от качества линии) и сокращение избыточности (повторяющаяся служебная информация удаляется из потока данных). Эффективность 120% (до 150%).

MNP-5. Сжатие данных в реальном времени. Эффективность 150%. На сжатых (ZIP, ARJ...) файлах СНИЖАЕТ скорость.

MNP-6. Выполняет универсальное согласование связи — настройку скорости модема в диапазоне 300--9600 бод в зависимости от возможностей модема на другом конце линии. Симулирует дуплекс ("статистический дуплекс").

MNP-7. Выполняет более эффективное сжатие данных, чем MNP-5. Эффективность 300%.

MNP-9. Сокращает время на протокольные процедуры подтверждения приема сообщения и повторной передачи после ошибки.

MNP-10. Борьба с плохими линиями: множественные агрессивные попытки установления связи, адаптация размера пакета к уровням помех, согласование и динамическое изменение скорости.

MNPX. Возможность переключения протокола безошибочной передачи с MNP на LAPM и обратно.

В Hayes-модемах применяется собственный протокол исправления — Hayes V-Series.

CCITT рекомендует следующие стандарты:

V.42 — коррекция ошибок. На 20% эффективнее MNP-4. Использует стандарт LAPM (Link Access Procedure for Modems) — протокол безошибочной передачи данных по телефонным линиям.

V.42bis — сжатие данных. Включает в себя V.42 — коррекцию ошибок. На 35% эффективнее MNP-5, не пытается сжимать уже сжатые данные (многие V.42bis-модемы имеют режим MNP-5).

Протоколы исправления и сжатия реализуются программно (дешевле, но загружается CPU), или аппаратно (дороже, но эффективнее). На серверах и станциях, использующих модемы в фоновом режиме, лучше использовать модемы с аппаратной компрессией и исправлением ошибок.

§6.Оборудование для объединения сетей передачи данных

В современных сетях используются различные сетевые устройства. Каждое сетевое устройство выполняет специфические функции.

Сетевые устройства

Устройства, подключенные к какому-либо сегменту сети, называют сетевыми устройствами. Их принято подразделять на 2 группы:

1. **Устройства пользователя.** В эту группу входят компьютеры, принтеры, сканеры и другие устройства, которые выполняют функции, необходимые непосредственно пользователю сети;
2. **Сетевые устройства.** Эти устройства позволяют осуществлять связь с другими сетевыми устройствами или устройствами конечного пользователя. В сети они выполняют специфические функции.

Ниже более подробно описаны типы устройств и их функции.

Типы сетевых устройств

Сетевые карты

Устройства, которые связывают конечного пользователя с сетью, называются также **оконечными узлами или станциями (host)**. Примером таких устройств является обычный персональный компьютер или **рабочая станция** (мощный компьютер, выполняющий определенные функции, требующие большой вычислительной мощности. Например, обработка видео, моделирование физических процессов и т.д.). Для работы в сети каждый **хост** оснащен **платой сетевого интерфейса (Network Interface Card — NIC)**, также называемой **сетевым адаптером**. Как правило, такие устройства могут функционировать и без компьютерной сети.

Сетевой адаптер представляет собой печатную плату, которая вставляется в слот на материнской плате компьютера, или внешнее устройство. Каждый адаптер NIC имеет уникальный код, называемый MAC-адресом. Этот адрес используется для организации работы этих устройств в сети. Сетевые устройства обеспечивают транспортировку данных, которые необходимо передавать между устройствами конечного пользователя. Они удлиняют и объединяют кабельные соединения, преобразуют данные из одного формата в другой и управляют передачей данных. Примерами устройств, выполняющих перечисленные функции, являются **повторители, концентраторы, мосты, коммутаторы и маршрутизаторы**.



Рисунок 4-Сетевой адаптер (NIC)

Повторители (repeater) представляют собой сетевые устройства, функционирующие на первом (физическом) уровне эталонной модели OSI. Для того чтобы понять работу повторителя, необходимо знать, что по мере того, как данные покидают устройство отправителя и выходят в сеть, они преобразуются в электрические или световые импульсы, которые после этого передаются по сетевой передающей среде. Такие импульсы называются **сигналами (signals)**. Когда сигналы покидают передающую станцию, они являются четкими и легко распознаваемыми. Однако чем больше длина кабеля, тем более слабым и менее различимым становится сигнал по мере прохождения по сетевой передающей среде. Целью использования повторителя является регенерация и ресинхронизация сетевых сигналов на битовом уровне, что позволяет передавать их по среде на большее расстояние. Термин повторитель (repeater) первоначально означал отдельный порт “на входе” некоторого устройства и отдельный порт на его “выходе”. В настоящее время используются также повторители с несколькими портами. В эталонной модели OSI повторители классифицируются как устройства первого уровня, поскольку они функционируют только на битовом уровне и не просматривают другую содержащуюся в пакете информацию.



Рисунок 5-Повторитель (Repeater)

Концентратор — это один из видов сетевых устройств, которые можно устанавливать на уровне доступа сети Ethernet. На концентраторах есть несколько портов для подключения узлов к сети. **Концентраторы** — это простые устройства, не оборудованные необходимыми электронными компонентами для передачи сообщений между узлами в сети. Концентратор не в состоянии определить, какому узлу предназначено конкретное сообщение. Он просто принимает электронные сигналы одного порта и воспроизводит (или ретранслирует) то же сообщение для всех остальных портов.

Для отправки и получения сообщений все порты концентратора Ethernet подключаются к одному и тому же каналу. Концентратор называется устройством с общей полосой пропускания, поскольку все узлы в нем работают на одной полосе одного канала.

Концентраторы и повторители имеют похожие характеристики, поэтому концентраторы часто называют **многопортовыми повторителями (multiport repeater)**. Разница между повторителем и концентратором состоит лишь в количестве кабелей, подсоединенных к устройству. В то время как повторитель имеет только два порта, концентратор обычно имеет от 4 до 20 и более портов.



Рисунок 6-Концентратор Cisco Fasthub 108T

Свойства концентраторов

Ниже приведены наиболее важные свойства устройств данного типа:

- концентраторы усиливают сигналы;
- концентраторы распространяют сигналы по сети;
- концентраторам не требуется фильтрация;
- концентраторам не требуется определение маршрутов и коммутации пакетов;
- концентраторы используются как точки объединения трафика в сети.

Функции концентраторов

Концентраторы считаются устройствами первого уровня, поскольку они всего лишь регенерируют сигнал и повторяют его на всех своих портах (на выходных сетевых соединениях). Сетевой адаптер узла принимает только сообщения, адресованные на правильный MAC-адрес. Узлы игнорируют сообщения, которые адресованы не им. Только узел, которому адресовано данное сообщение, обрабатывает его и отвечает отправителю.

Для отправки и получения сообщений все порты концентратора Ethernet подключаются к одному и тому же каналу. Концентратор называется устройством с общей полосой пропускания, поскольку все узлы в нем работают на одной полосе одного канала.

Через концентратор Ethernet можно одновременно отправлять только одно сообщение. Возможно, два или более узла, подключенные к одному концентратору, попытаются одновременно отправить сообщение. При этом происходит столкновение электронных сигналов, из которых состоит сообщение.

Столкнувшиеся сообщения искажаются. Узлы не смогут их прочесть. Поскольку концентратор не декодирует сообщение, он не обнаруживает, что оно искажено, и повторяет его всем портам. Область сети, в которой узел может получить искаженное при столкновении сообщение, называется доменом коллизий.

Внутри этого домена узел, получивший искаженное сообщение, обнаруживает, что произошла коллизия. Каждый отправляющий узел какое-то время ждет и затем пытается снова отправить или переправить сообщение. По мере того, как количество подключенных к концентратору узлов растет, растет и вероятность столкновения. Чем больше столкновений, тем больше будет повторов. При этом сеть перегружается, и скорость передачи сетевого трафика падает. Поэтому размер домена коллизий необходимо ограничить.

Мост (bridge) представляет собой устройство второго уровня, предназначенное для создания двух или более сегментов локальной сети LAN, каждый из которых является отдельным коллизионным доменом. Иными словами, мосты предназначены для более рационального использования полосы пропускания. Целью моста является фильтрация потоков данных в LAN-сети с тем, чтобы локализовать внутрисегментную передачу данных и вместе с тем сохранить возможность связи с другими частями (сегментами) LAN-сети для перенаправления туда потоков данных. Каждое сетевое устройство имеет связанный с NIC-картой уникальный MAC-адрес. Мост собирает информацию о том, на какой его стороне (порте) находится конкретный MAC-адрес, и принимает решение о пересылке данных на основании соответствующего списка MAC-адресов. Мосты осуществляют фильтрацию потоков данных на основе только MAC-адресов узлов. По этой причине они могут быстро пересылать данные любых протоколов сетевого уровня. На решение о пересылке не влияет тип используемого протокола сетевого уровня, вследствие этого мосты принимают решение только о том, пересылать или не пересылать фрейм, и это решение основывается лишь на MAC-адресе получателя. Ниже приведены наиболее важные свойства мостов.

Свойства мостов

- Мосты являются более «интеллектуальными» устройствами, чем концентраторы. «Более интеллектуальные» в данном случае означает, что они могут анализировать входящие фреймы и пересылать их (или отбросить) на основе адресной информации.

- Мосты собирают и передают пакеты между двумя или более сегментами LAN-сети.
- Мосты увеличивают количество доменов коллизий (и уменьшают их размер за счет сегментации локальной сети), что позволяет нескольким устройствам передавать данные одновременно, не вызывая коллизий.
- Мосты поддерживают таблицы MAC-адресов.



Рисунок 7-Сетевой мост

Функции мостов

Отличительными функциями моста являются фильтрация фреймов на втором уровне и используемый при этом способ обработки трафика. Для фильтрации или выборочной доставки данных мост создает таблицу всех MAC-адресов, расположенных в данном сетевом сегменте и в других известных ему сетях, и преобразует их в соответствующие номера портов. Этот процесс подробно описан ниже.

Этап 1.	Если устройство пересылает фрейм данных впервые, мост ищет в нем MAC-адрес устройства отправителя и записывает его в свою таблицу адресов.
Этап 2.	Когда данные проходят по сетевой среде и поступают на порт моста, он сравнивает содержащийся в них MAC-адрес пункта назначения с MAC-адресами, находящимися в его адресных таблицах.
Этап 3.	Если мост обнаруживает, что MAC-адрес получателя принадлежит тому же сетевому сегменту, в котором находится отправитель, то он не пересылает эти данные в другие сегменты сети. Этот процесс называется <i>фильтрацией (filtering)</i> . За счет такой фильтрации мосты могут значительно уменьшить объем передаваемых между сегментами данных, поскольку при этом

	исключается ненужная пересылка трафика.
Этап 4.	Если мост определяет, что MAC-адрес получателя находится в сегменте, отличном от сегмента отправителя, он направляет данные только в соответствующий сегмент.
Этап 5.	Если MAC-адрес получателя мосту неизвестен, он рассылает данные во все порты, за исключением того, из которого эти данные были получены. Такой процесс называется <i>лавинной рассылкой (flooding)</i> . Лавинная рассылка фреймов также используется в коммутаторах.
Этап 6.	Мост строит свою таблицу адресов (зачастую ее называют мостовой таблицей или таблицей коммутации), изучая MAC-адреса отправителей во фреймах. Если MAC-адрес отправителя блока данных, фрейма, отсутствует в таблице моста, то он вместе с номером интерфейса заносится в адресную таблицу. В коммутаторах, если рассматривать (в самом простейшем приближении) коммутатор как многопортовый мост, когда устройство обнаруживает, что MAC-адрес отправителя, который ему известен и вместе с номером порта занесен в адресную таблицу устройства, появляется на другом порту коммутатора, то он обновляет свою таблицу коммутации. Коммутатор предполагает, что сетевое устройство было физически перемещено из одного сегмента сети в другой.

Коммутаторы используют те же концепции и этапы работы, которые характерны для мостов. В самом простом случае коммутатор можно назвать многопортовым мостом, но в некоторых случаях такое упрощение неправомерно.

Коммутатор Ethernet используется на уровне доступа. Как и концентратор, коммутатор соединяет несколько узлов с сетью. В отличие от концентратора, коммутатор в состоянии передать сообщение **конкретному** узлу. Когда узел отправляет сообщение другому узлу через коммутатор, тот принимает и декодирует кадры и считывает физический (MAC) адрес сообщения.

В таблице коммутатора, которая называется таблицей MAC-адресов, находится список активных портов и MAC-адресов подключенных к ним узлов. Когда узлы обмениваются сообщениями, коммутатор проверяет, есть ли в таблице MAC-адрес. Если да, коммутатор устанавливает между портом источника и назначения временное соединение, которое называется канал. Этот новый канал представляет собой назначенный канал, по которому два узла обмениваются данными. Другие узлы, подключенные к коммутатору, работают на разных полосах пропускания канала и не принимают сообщения, адресованные не им. Для каждого нового соединения между узлами создается новый канал. Такие отдельные каналы позволяют устанавливать несколько соединений одновременно без возникновения коллизий.

Поскольку коммутация осуществляется на аппаратном уровне, это происходит значительно быстрее, чем аналогичная функция, выполняемая мостом с помощью программного обеспечения (Следует обратить внимание, что мост считается устройством с программной, коммутатор с аппаратной коммутацией.). Каждый порт коммутатора можно рассматривать как отдельный микромост. При этом каждый порт коммутатора предоставляет каждой рабочей станции всю полосу пропускания передающей среды. Такой процесс называется микросегментацией.

Микросегментация (microsegmentation) позволяет создавать частные, или выделенные сегменты, в которых имеется только одна рабочая станция. Каждая такая станция получает мгновенный доступ ко всей полосе пропускания, и ей не приходится конкурировать с другими станциями за право доступа к передающей среде. В дуплексных коммутаторах не происходит коллизий, поскольку к каждому порту коммутатора подсоединено только одно устройство.

Однако, как и мост, коммутатор пересылает широковещательные пакеты всем сегментам сети. Поэтому в сети, использующей коммутаторы, все сегменты должны рассматриваться как один широковещательный домен.

Некоторые коммутаторы, главным образом самые современные устройства и коммутаторы уровня предприятия, способны выполнять операции на нескольких уровнях. Например, устройства серий Cisco 6500 и 8500 выполняют некоторые функции третьего уровня.



Рисунок 8-Коммутаторы Cisco серии Catalyst 6500

Иногда к порту коммутатора подключают другое сетевое устройство, например, концентратор. Это увеличивает количество узлов, которые можно подключить к сети. Если к порту коммутатора подключен концентратор, MAC-адреса всех узлов, подключенных к концентратору, связываются с одним портом. Бывает, что один узел подключенного концентратора отправляет сообщения другому узлу того же устройства. В этом случае коммутатор принимает кадр и проверяет местонахождение узла назначения по таблице. Если узлы источника и назначения подключены к одному порту, коммутатор отклоняет сообщение.

Если концентратор подключен к порту коммутатора, возможны коллизии. Концентратор передает поврежденные при столкновении сообщения всем портам. Коммутатор принимает поврежденное сообщение, но, в отличие от концентратора, не переправляет его. В итоге у каждого порта коммутатора создается отдельный домен коллизий. Это хорошо. Чем меньше узлов в домене коллизий, тем менее вероятно возникновение коллизии.

Маршрутизаторы (router) представляют собой устройства объединенных сетей, которые пересылают пакеты между сетями на основе адресов третьего уровня. Маршрутизаторы способны выбирать наилучший путь в сети для передаваемых данных. Функционируя на третьем уровне, маршрутизатор может принимать решения на основе сетевых адресов вместо использования индивидуальных MAC-адресов второго уровня. Маршрутизаторы также способны соединять между собой сети с различными технологиями второго уровня, такими, как Ethernet, Token Ring и Fiber Distributed Data Interface (FDDI — распределенный интерфейс передачи данных по волоконно-оптическим каналам). Обычно маршрутизаторы также соединяют между собой сети, использующие технологию асинхронной передачи данных ATM (Asynchronous Transfer Mode — ATM) и последовательные соединения. Вследствие своей способности пересылать пакеты на основе информации третьего уровня, маршрутизаторы стали основной магистралью глобальной сети Internet и используют протокол IP.



Рисунок 9-Маршрутизатор Cisco 1841

Функции маршрутизаторов

Задачей маршрутизатора является инспектирование входящих пакетов (а именно, данных третьего уровня), выбор для них наилучшего пути по сети и их коммутация на соответствующий выходной порт. В крупных сетях маршрутизаторы являются главными устройствами, регулирующими перемещение по сети потоков данных. В принципе маршрутизаторы позволяют обмениваться информацией любым типам компьютеров.

Как маршрутизатор определяет нужно ли пересылать данные в другую сеть? В пакете содержатся IP-адреса источника и назначения и данные пересылаемого сообщения.

Маршрутизатор считывает сетевую часть IP-адреса назначения и с ее помощью определяет, по какой из подключенных сетей лучше всего переслать сообщение адресату.

Если сетевая часть IP-адресов источника и назначения не совпадает, для пересылки сообщения необходимо использовать маршрутизатор. Если узел, находящийся в сети 1.1.1.0, должен отправить сообщение узлу в сети 5.5.5.0, оно переправляется маршрутизатору. Он получает сообщение, распаковывает и считывает IP-адрес назначения. Затем он определяет, куда переправить сообщение. Затем маршрутизатор снова инкапсулирует пакет в кадр и переправляет его по назначению.

Термин **брандмауэр (firewall)** используется либо по отношению к программному обеспечению, работающему на маршрутизаторе или сервере, либо к отдельному аппаратному компоненту сети.

Брандмауэр защищает ресурсы частной сети от несанкционированного доступа пользователей из других сетей. Работая в тесной связи с программным обеспечением маршрутизатора, брандмауэр исследует каждый сетевой пакет, чтобы определить, следует ли направлять его получателю. Использование брандмауэра можно сравнить с работой сотрудника, который отвечает за то, чтобы только разрешенные данные поступали в сеть и выходили из нее.



Рисунок 10-Аппаратный брандмауэр Cisco PIX серии 535

Голосовые устройства, DSL-устройства, кабельные модемы и оптические устройства

Возникший в последнее время спрос на интеграцию голосовых и обычных данных и быструю передачу данных от конечных пользователей в сетевую магистраль привел к появлению следующих новых сетевых устройств:

- голосовых шлюзов, используемых для обработки интегрированного голосового трафика и обычных данных;
- мультиплексоров DSLAM, используемых в главных офисах провайдеров служб для концентрации соединений DSL-модемов от сотен индивидуальных домашних пользователей;
- терминальных систем кабельных модемов (Cable Modem Termination System — CMTS), используемых на стороне оператора кабельной связи или в головном офисе для концентрации соединений от многих подписчиков кабельных служб;

- оптических платформ для передачи и получения данных по оптоволоконному кабелю, обеспечивающих высокоскоростные соединения.

Беспроводные сетевые адаптеры

Каждому пользователю беспроводной сети требуется беспроводной сетевой адаптер NIC, называемый также адаптером клиента. Эти адаптеры доступны в виде плат PCMCIA или карт

стандарта шины PCI и обеспечивают беспроводные соединения как для компактных переносных компьютеров, так и для настольных рабочих станций. Переносные или компактные компьютеры PC с беспроводными адаптерами NIC могут свободно перемещаться в территориальной сети, поддерживая при этом непрерывную связь с сетью.

Беспроводные адаптеры для шин PCI (Peripheral Component Interconnect — 32-разрядная системная шина для подключения периферийных устройств) и ISA (Industry-Standard Architecture — структура, соответствующая промышленному стандарту) для настольных рабочих станций позволяют добавлять к локальной сети LAN конечные станции легко, быстро и без особых материальных

затрат. При этом не требуется прокладки дополнительных кабелей. Все адаптеры имеют антенну: карты PCMCIA обычно выпускаются со встроенной антенной, а PCI-карты комплектуются внешней антенной. Эти антенны обеспечивают зону приема, необходимую для передачи и приема данных.



Рисунок 11-Беспроводной сетевой адаптер

Точка доступа (Access Point — AP), называемая также базовой станцией, представляет собой беспроводной приемопередатчик локальной сети LAN, который выполняет функции концентратора, т.е. центральной точки отдельной беспроводной сети, или функции моста — точки соединения проводной и беспроводной сетей. Использование нескольких точек AP позволяет обеспечить выполнение функций роуминга (roaming), что предоставляет пользователям беспроводного доступа свободный доступ в пределах некоторой области, поддерживая при этом непрерывную связь с сетью.



Рисунок 12-Точка беспроводного доступа Cisco AP 541N

Беспроводной мост обеспечивает высокоскоростные беспроводные соединения большой дальности в пределах видимости⁵ (до 25 миль) между сетями Ethernet. В беспроводных сетях Cisco любая точка доступа может быть использована в качестве повторителя (точки расширения).



Рисунок 13-Беспроводной мост Cisco WET200-G5 с интегрированным 5-ти портовым коммутатором

Список используемых источников

- 1.О связи [Текст]: Федеральный закон от 07.07.2003 г. №126-ФЗ // Собрание Законодательства Российской Федерации. – 2003. - №28, (14 июля 2003 года) - Ст. 2895
- 2.ГОСТ Р 54720-2011 Национальный стандарт Российской Федерации. Железнодорожная электросвязь. Правила подвески самонесущего волоконно-оптического кабеля на опорах контактной сети железной дороги и линий электропередачи напряжением выше 1000 В .Дата введения - 2012-07-01
- 3.Шмытинский, В.В., Многоканальные системы передачи: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. / В.В.Шмытинский, В.П. Глушко — М.: Маршрут, 2002. — 558 с.
4. <http://www.informaticspoint.ru/forpois-345-2.html>
5. http://www.snip-info.ru/Rd_45_120-2000.htm