

Работа 2 Моделирование работы многоканальной системы передачи с частотным разделением каналов (МСП с ЧРК)

Порядок выполнения работы

1. Установите амплитуды частотных составляющих первичного сигнала, частоту первой частотной составляющей первичного сигнала F_1 и шаг приращения частоты df в соответствии с заданием (табл. 1).

Таблица 1.

№ варианта	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	F_1 , кГц	df , кГц
0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0	1	1
1	0,10	0,15	0,20	0,25	0,05	0,30	0	2	1
2	0,15	0,20	0,25	0,05	0,10	0,30	0	3	1
3	0,20	0,25	0,05	0,10	0,15	0,30	0	1	2
4	0,25	0,05	0,10	0,15	0,20	0,30	0	2	2
5	0,15	0,25	0,10	0,20	0,05	0,30	0	3	2
6	0,05	0,15	0,25	0,10	0,20	0,30	0	1	3
7	0,20	0,05	0,15	0,25	0,10	0,30	0	2	3
8	0,10	0,20	0,05	0,15	0,25	0,30	0	3	3

Рассчитайте частоты всех составляющих первичного сигнала, заполните табл. 2 и зафиксируйте форму первичного сигнала и его спектр.

Таблица 2.

№ варианта							
i	1	2	3	4	5	6	7
F_i , кГц							
A_i							

2. Установите вид модуляции **АМ-ДБП** и частоту сигнала-переносчика (несущего колебания) первого канала в соответствии с заданием (табл. 3).

Таблица 3.

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8
f_{c1} , кГц	32	16	20	26	28	30	36	38	40

Рассчитайте частоты несущих колебаний во 2-м и 3-м канале. Расстояние между несущими соседних каналов ΔF_H принять равными ширине спектра канального сигнала $\Delta F_K + 1$ кГц. Максимальной частотой первичного сигнала считать частоту F_6 . Определите диапазоны частот, занимаемые каждым канальным сигналом ($F_{K1min} \div F_{K1max}$). Заполните табл. 4.

Таблица 4 АМ-ДБП.

№ варианта	ΔF_K	ΔF_H	f_{c1}	f_{c2}	f_{c3}	$F_{K1min} \div F_{K1max}$	$F_{K2min} \div F_{K2max}$	$F_{K3min} \div F_{K3max}$

Установите частоты несущих колебаний второго и третьего каналов в соответствии с расчётами (табл. 4).

Установите одинаковую длину оси частот на спектрограммах сигнала-переносчика, модулированного и канального сигналов такой, чтобы модулированный сигнал на спектрограмме **третьего** канала отображался полностью¹.

¹ Спектр сигнала должен занимать не менее 2/3 поля.

Зафиксируйте форму и спектр сигнала-переносчика, модулированного и канального сигналов всех трёх каналов.

3. Подключите источники всех трёх первичных сигналов.

Установите одинаковую длину оси частот на спектрограммах группового сигнала, демодулированного и принимаемого сигналов такой, чтобы демодулированный сигнал на спектрограмме **первого** канала отображался полностью.

Зафиксируйте форму и спектр группового сигнала, а также форму и спектр демодулированных и принимаемых сигналов всех трёх каналов².

Оцените искажения принимаемых сигналов.

4. Отключите источник второго первичного сигнала.

Зафиксируйте спектр группового сигнала и демодулированного сигнала второго канала, убедитесь, что на выходе второго канала сигнал отсутствует.

Установите амплитуду $A_7 = 0,5$. Зафиксируйте:

- а) форму и спектр первичного сигнала;
- б) спектры группового сигнала и демодулированного сигнала второго канала;
- в) спектр и форму принимаемого сигнала второго канала.

Объясните появление помех на выходе второго канала и рассчитайте их частоты. Результаты занесите в табл. 5

Таблица 5.

№ варианта	№ п/п	№ влияющего канала	Механизм образования помехи	Частота помехи, кГц
	1			
	2			

5. Установите амплитуду $A_7 = 0$. Установите вид модуляции **АМ-ОБП**.

Рассчитайте частоты несущих колебаний во 2-м и 3-м канале. Расстояние между несущими соседних каналов ΔF_n принять равными ширине спектра канального сигнала $\Delta F_k + 1$ кГц. Максимальной частотой первичного сигнала считать частоту F_6 . Определите диапазоны частот, занимаемые каждым канальным сигналом ($F_{k1_{\min}} \div F_{k1_{\max}}$) при использовании нижней боковой полосы частот. Заполните табл. 6.

Таблица 6 АМ-ОБП.

№ варианта	ΔF_k	ΔF_n	f_{c1}	f_{c2}	f_{c3}	$F_{k1_{\min}} \div F_{k1_{\max}}$	$F_{k2_{\min}} \div F_{k2_{\max}}$	$F_{k3_{\min}} \div F_{k3_{\max}}$

Установите частоты несущих колебаний второго и третьего каналов в соответствии с расчётами (табл. 5).

На спектрограмме модулированного сигнала включите отображение характеристики канального фильтра F_k , заменив множитель 0 на 1.

Установите одинаковую длину оси частот на спектрограммах сигнала-переносчика, модулированного и канального сигналов такой, чтобы модулированный сигнал на спектрограмме **третьего** канала отображался полностью.

² Форму и спектр принимаемых сигналов следует фиксировать вместе с таблицей Spof^T и значениями A^T , расположенными ниже их.

Зафиксируйте форму и спектр сигнала-переносчика, модулированного и канального сигналов всех трёх каналов.

6. Подключите источники всех трёх первичных сигналов. На спектрограмме группового сигнала включите отображение характеристики канального фильтра F_k , заменив множитель 0 на 1.

Установите одинаковую длину оси частот на спектрограммах группового сигнала, демодулированного и принимаемого сигналов такой, чтобы демодулированный сигнал на спектрограмме **второго** канала отображался полностью.

Зафиксируйте форму и спектр группового сигнала. Зафиксируйте спектр демодулированного, а также форму и спектр принимаемых сигналов всех трёх каналов.

Оцените искажения принимаемых сигналов.

7. Отключите источник второго первичного сигнала. Зафиксируйте спектр группового сигнала и демодулированного сигнала второго канала, убедитесь, что на выходе второго канала сигнал отсутствует.

Установите амплитуду $A_7 = 0,5$.

Зафиксируйте спектры группового сигнала и демодулированного сигнала второго канала, убедитесь, что на выходе второго канала сигнал отсутствует.

Объясните отсутствие помех на выходе второго канала.

8. Подключите источник второго первичного сигнала.

Установите амплитуду $A_7 = 0$, остальные амплитуды равными 0,5 и зафиксируйте форму первичного сигнала и его спектр.

Выберите вид искажений «Линейные искажения».

Установите одинаковую длину оси частот на спектрограммах группового сигнала, демодулированного и принимаемого сигналов такой, чтобы групповой сигнал на спектрограмме отображался полностью.

Зафиксируйте форму и спектр группового сигнала. Зафиксируйте спектр демодулированного, а также форму и спектр принимаемых сигналов всех трёх каналов.

Сравните уровень искажений принимаемых сигналов во всех трёх каналах, рассчитав отношение $SpF(F_6)$ к $SpF(F_i)$.

Таблица 7.

№ варианта						
№ канала	1 канал		2 канал		3 канал	
i	1	6	1	6	1	6
F_i (кГц)						
$SpF(F_i)$						
$\frac{SpF(F_6)}{SpF(F_i)}$						

9. Отключите источник первого первичного сигнала (два других источника остаются подключёнными) и зафиксируйте спектр группового сигнала. Сделайте вывод о наличии или отсутствии переходных помех в канале.

Повторите эти действия с остальными каналами.

По окончании подключите все источники первичных сигналов.

10. Измерьте амплитуды сигналов с частотой F_4 на выходах всех трёх каналов и рассчитайте снижение помехозащищённости во втором и третьем каналах по сравнению с помехозащищённостью в первом³. Результаты занесите в табл. 8

Таблица 8.

$$\Delta A_{zk} = A_{z1} - A_{zk}$$

$$A_{zi} = 20 \lg(U_{ci}/U_{\text{п}}), \text{ где}$$

U_{ci} , $U_{\text{п}}$ – действующие (эффективные) напряжения сигнала и помехи;

F_{ki} – частота канального сигнала.

Дайте оценку полученным результатам.

11. Отключите вид искажений «Линейные искажения» и выберите «Нелинейные искажения». Установите амплитуды с A_2 по A_5 равными нулю, оставив $A_1 = A_6 = 0,5$. Зафиксируйте спектры, частоты и амплитуды составляющих сигналов на выходах каналов.

Оцените полученные результаты.

12. Для количественной оценки влияния нелинейных искажений на качество передачи проведите измерение защищённости принимаемого сигнала от помех нелинейного происхождения в канале, подверженном влиянию. Номер подверженного влиянию канала указан в табл. 9. Оставшиеся каналы – влияющие.

Таблица 9.

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8
№ подверженного влиянию канала	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Оставьте подключённым только источник первичного сигнала канала, подверженного влиянию.

Зафиксируйте спектры группового сигнала и принимаемого сигнала в канале, подверженном влиянию. Зафиксируйте частоты и амплитуды составляющих сигналов на выходе канала, подверженного влиянию.

Занесите в табл. 10 значения частот и амплитуд составляющих принимаемого сигнала в канале, подверженном влиянию.

Отключите источник первичного сигнала канала, подверженного влиянию, и подключите источники во влияющих каналах.

Зафиксируйте спектры группового сигнала и принимаемого сигнала в канале, подверженном влиянию. Зафиксируйте частоты и амплитуды составляющих сигналов на выходе канала, подверженного влиянию.

Занесите в табл. 10 значения частот и амплитуд помех в канале, подверженном влиянию.

³ Все выполняемые расчёты следует привести в отчёте.

Значения действующих напряжений сигнала и помех рассчитываются по формуле:

$$U_{\text{эфф}} = \sqrt{\frac{\sum_n U_n^2}{2}}$$

Таблица 10.

№ варианта							
	Составляющие принимаемого сигнала		Помехи нелинейности				
n	1	2	1	2	3	...	N
F , кГц							
$\text{SpF}(F)$							
$U_{\text{эфф}}$							
$A_{\text{зн}}$, дБ							

Рассчитайте защищённость сигнала от помех нелинейного происхождения $A_{\text{зн}}$.

По результатам выполнения п.п. 8-12 сделайте вывод о влиянии линейных и нелинейных искажений на качество передачи сигналов в МСП с ЧРК.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чём заключается принцип частотного разделения каналов?
2. Назовите основные достоинства и недостатки использования метода амплитудной модуляции по сравнению с методами угловой модуляции при формировании канальных сигналов в аппаратуре МСП с ЧРК.
3. Сравните ДБП и ОБП методы передачи сигналов с амплитудной модуляцией. Назовите их достоинства и недостатки.
4. Как влияют линейные искажения, возникающие в групповом линейном тракте, на качество связи?
5. Как влияют нелинейные искажения, возникающие в групповом линейном тракте, на качество связи?
6. Как влияет на качество связи сдвиг частот сигнала при передаче по каналам из-за асинхронности генераторов несущих частот мультиплексора и демultipлексора?