

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ФТИ

\_\_\_\_\_ В.П. Кривобоков  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2010 г.

**А.Г. Горюнов, Ю.А. Чурсин**

## **РАЗДЕЛЕНИЕ КАНАЛОВ СВЯЗИ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ  
по курсу «Телеконтроль и телеуправление» для студентов V курса,  
обучающихся по специальности 140306 «Электроника и  
автоматика физических установок»  
направления 140300 «Ядерная физика  
и технологии»

Издательство  
Томского политехнического университета  
2010

УДК 66.011

**Горюнов А.Г.**

Разделение каналов связи: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Телеконтроль и телеуправление» для студентов V курса, обучающихся по специальности 140306 «Электроника и автоматика физических установок» направления 140300 «Ядерная физика и технологии» / А.Г. Горюнов, Ю.А. Чурсин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 12 с.

**УДК 66.011**

Методические указания рассмотрены и рекомендованы  
к изданию методическим семинаром кафедры  
электроники и автоматики физических установок ФТИ  
«9» сентября 2010 г.

Зав. кафедрой ЭАФУ  
доктор технических наук

\_\_\_\_\_ *С.Н. Ливенцов*

Председатель учебно-методической  
комиссии

\_\_\_\_\_ *В.Д. Каратаев*

*Рецензент*

Доктор технических наук, профессор,  
Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники  
*Н.В. Замятин*

© ГОУ ВПО «Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет», 2010  
© Горюнов А.Г., Чурсин Ю.А., 2010  
© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Цель работы.....	4
2	Содержание работы.....	4
2.1	Частотное разделение каналов связи .....	4
2.2	Временное разделение каналов связи .....	8
2.3	Сравнить между собой рассмотренные системы телеизмерения по сложности реализации и точности передачи измеряемых сигналов .. .....	10
3	Содержание отчёта .....	10
	ПЕРЕЧЕНЬ ИСТОЧНИКОВ.....	11

## 1 Цель работы

Ознакомление с основами построения многоканальных телемеханических систем с одной линией связи. Исследование данных систем при изменении их параметров (влияние параметров системы на передаваемые сигналы).

## 2 Содержание работы

В данной работе рассматриваются основы обеспечения независимой передачи и приема многих сигналов по одной линии связи (в одной полосе частот). Исследуются искажения, вносимые телемеханической системой в передаваемые сигналы.

Работа выполняется в среде пакета схемотехнического моделирования Electronics Workbench 5.12. В ходе выполнения работы необходимо выполнить следующие пункты.

### 2.1 Частотное разделение каналов связи

1. В пакете Electronics Workbench собрать схему модели двухканальной системы телеизмерения, которая представлена на рис. 1.

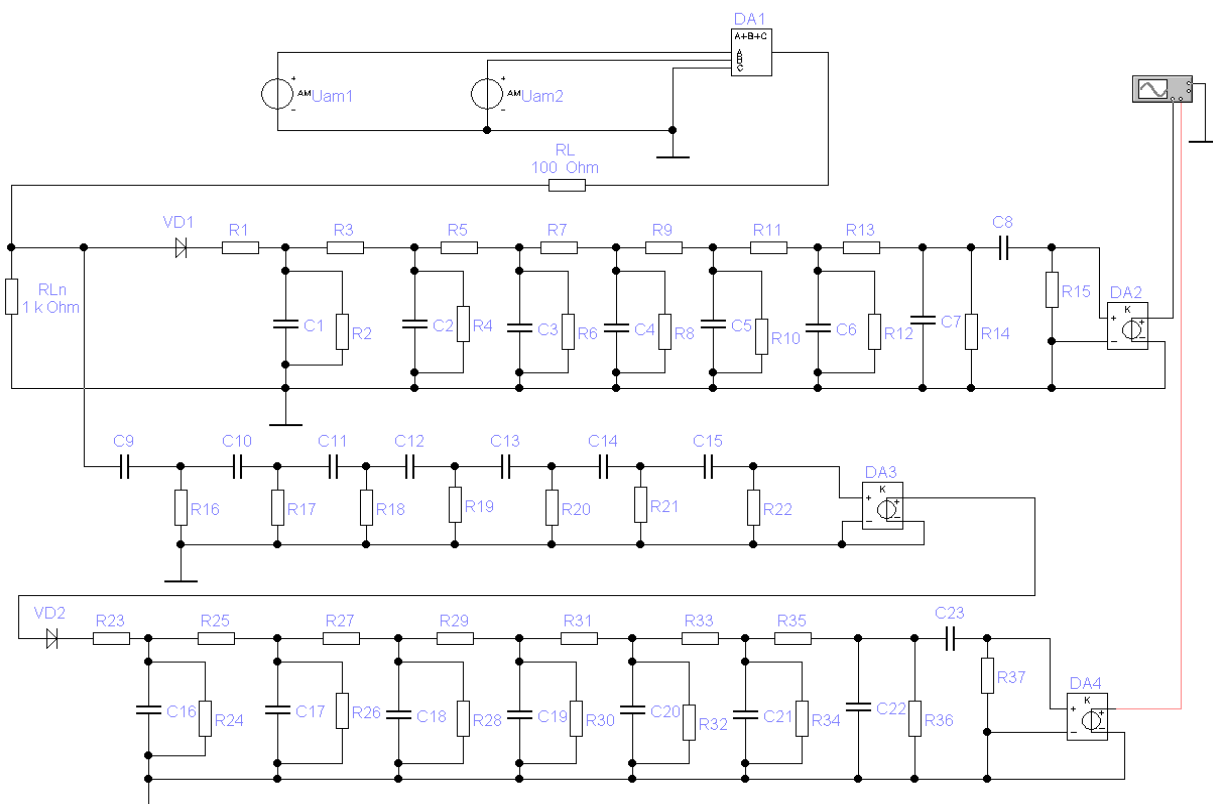


Рис. 1. Модель двухканальной системы телеизмерения с частотным разделением каналов

Состав схемы на рис. 1:

- $U_{am1}$ ,  $U_{am2}$  – источники сигналов с амплитудной модуляцией;
- DA1 – сумматор сигналов  $U_{am1}$ ,  $U_{am2}$ ;
- VD1, R1 ... R15, C1 ... C8 – детектор сигнала первого канала;
- C9 ... C15, R16 ... R22 – фильтр верхних частот для выделения  $U_{am2}$  из общего сигнала;
- VD2, R23 ... R37, C16 ... C23 – детектор сигнала второго канала;
- DA1 ... DA4 – усилители.

Параметры, которые необходимо ввести в источники амплитудно-модулированного сигнала, представлены на рис. 2.

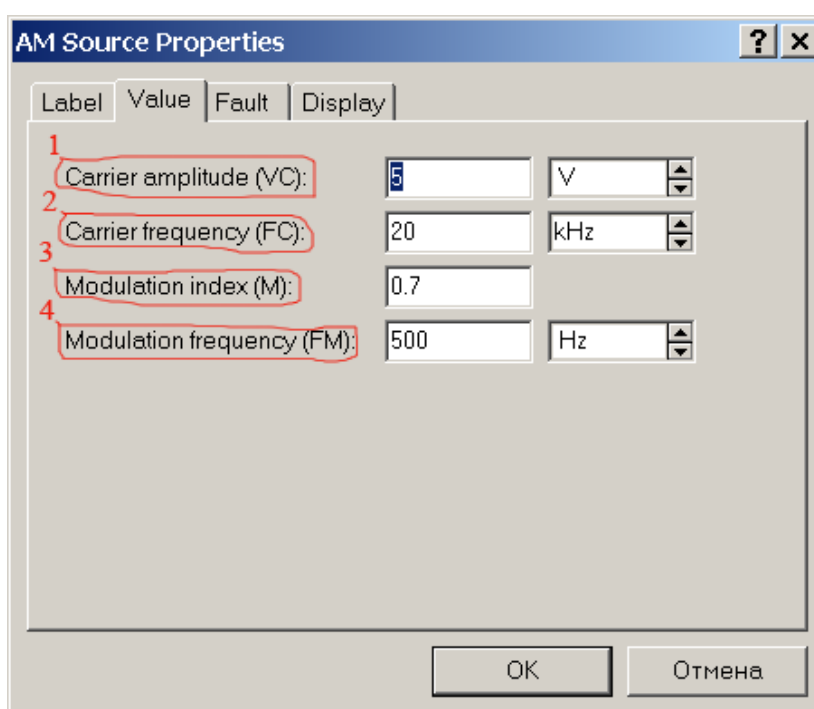


Рис. 2.

На рис. 2 введены обозначения: 1 – амплитуду несущей (амплитуда  $U_{am}$ , при нулевом сигнале сообщения), 2 – частота несущей, 3 – глубина модуляции (индекс амплитудной модуляции), 4 – частота сигнала сообщения.

2. Настроить схему рис. 1 в соответствии с индивидуальным вариантом (см. табл. 1). Частоты несущей и глубину модуляций для  $U_{am1}$  и  $U_{am2}$  выбрать самостоятельно.

Табл. 1.

Таблица индивидуальных параметров

№ Вариант а	Передаваемый сигнал			
	Действующее напряжение, В		Частота, Гц	
	Первый канал	Второй канал	Первый канал	Второй канал
1	1	2	60	300
2	5	6	120	600
3	7	8	50	250
4	10	9	100	500
5	4	3	50	250
6	2	3	30	150
7	1	2	600	3000
8	5	6	1200	6000
9	7	8	1000	5000
10	10	11	500	2500
11	4	5	1000	5000
12	2	3	300	1500

Произвести выбор амплитуды и частоты несущей [1], рассчитать фильтр верхних частот и фильтр нижних частот [2, 3] для схемы рис. 1. Частоту среза фильтра верхних частот установить на уровне близком к частоте несущей  $U_{ам2}$ .

3. Произвести моделирование системы телеизмерения рис. 1. При правильной работе данной системы сигналы сообщений должны проходить с малыми искажениями, как показано на рис. 3.

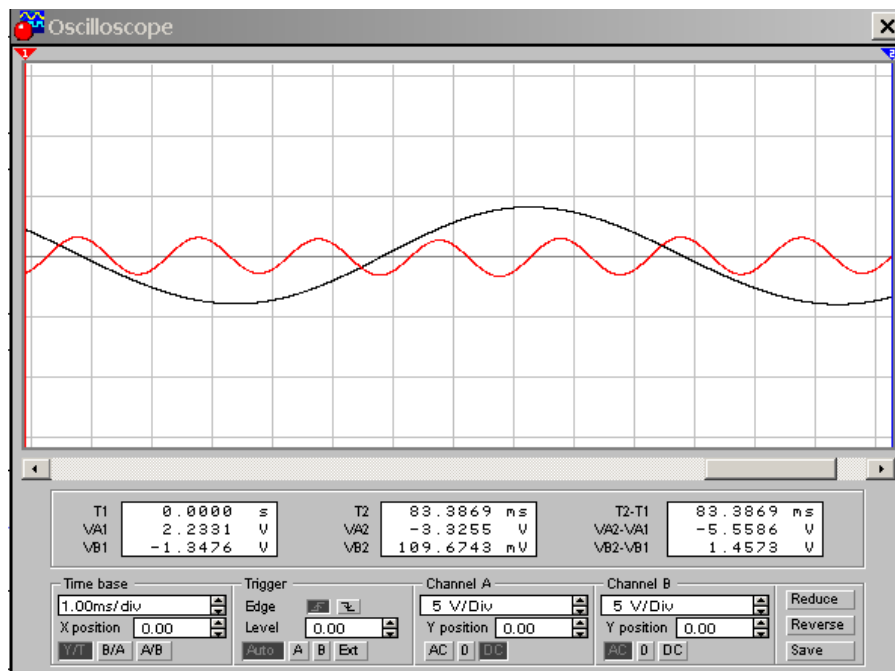


Рис. 3.

Зарисовать осциллограммы напряжения на выходе приемника и в линии связи. Какие искажения вносит частотное разделение каналов в сигналы на выходе приемника?

4. Исследовать работу системы при изменении ее параметров. Установить частоту несущей второго канала на уровне первого +20%. Зарисовать осциллограммы напряжения на выходе приемника и в линии связи. Какие искажения вносит частотное разделение каналов в сигналы на выходе приемника в данном случае?

5. Перенастроить частоты среза фильтров высоких частот и нижних частот второго канала для п. 4. Зарисовать осциллограммы напряжения на выходе приемника и в линии связи. Удастся ли уменьшить искажения передаваемых сигналов?

## 2.2 Временное разделение каналов связи

1. В пакете Electronics Workbench собрать схему модели двухканальной системы телеизмерения с временным разделением каналов, которая представлена на рис. 4.

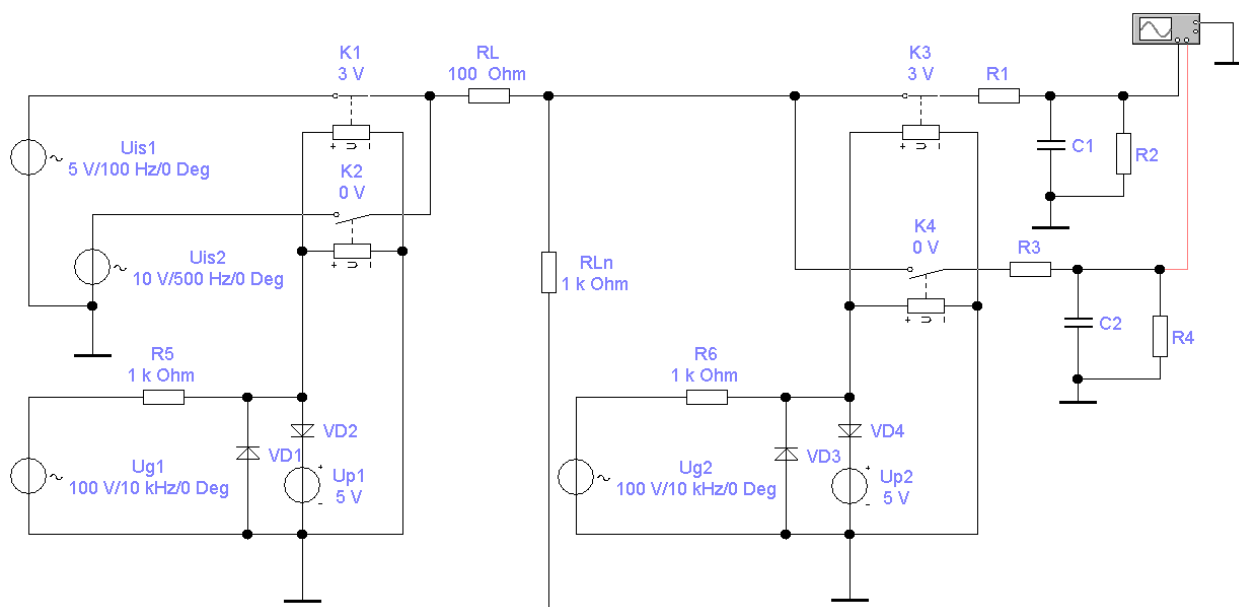


Рис. 4. Модель двухканальной системы телеизмерения с временным разделением каналов

Состав схемы на рис. 4:

- Uis1, Uis2 – источники сигналов первого и второго каналов;
- K1 ... K2 – коммутаторы аналоговых сигналов;
- R5, Ug1, VD1, VD2, Up1 – генератор сигнала синхронизации первого канала;
- R6, Ug2, VD3, VD4, Up2 – генератор сигнала синхронизации второго канала;
- R1, R2, C1 и R3, R4, C2 – фильтры нижних частот первого и второго каналов.

В данной схеме генераторы сигналов синхронизации – синхронные, синфазные.

2. Настроить схему рис. 4 в соответствии с индивидуальным вариантом (см. табл. 1). Частоту сигналов синхронизации выбрать самостоятельно [1].



3. Произвести моделирование системы телеизмерения (рис. 4). При правильной работе данной системы сигналы сообщений должны проходить с малыми искажениями, как показано на рис. 5.

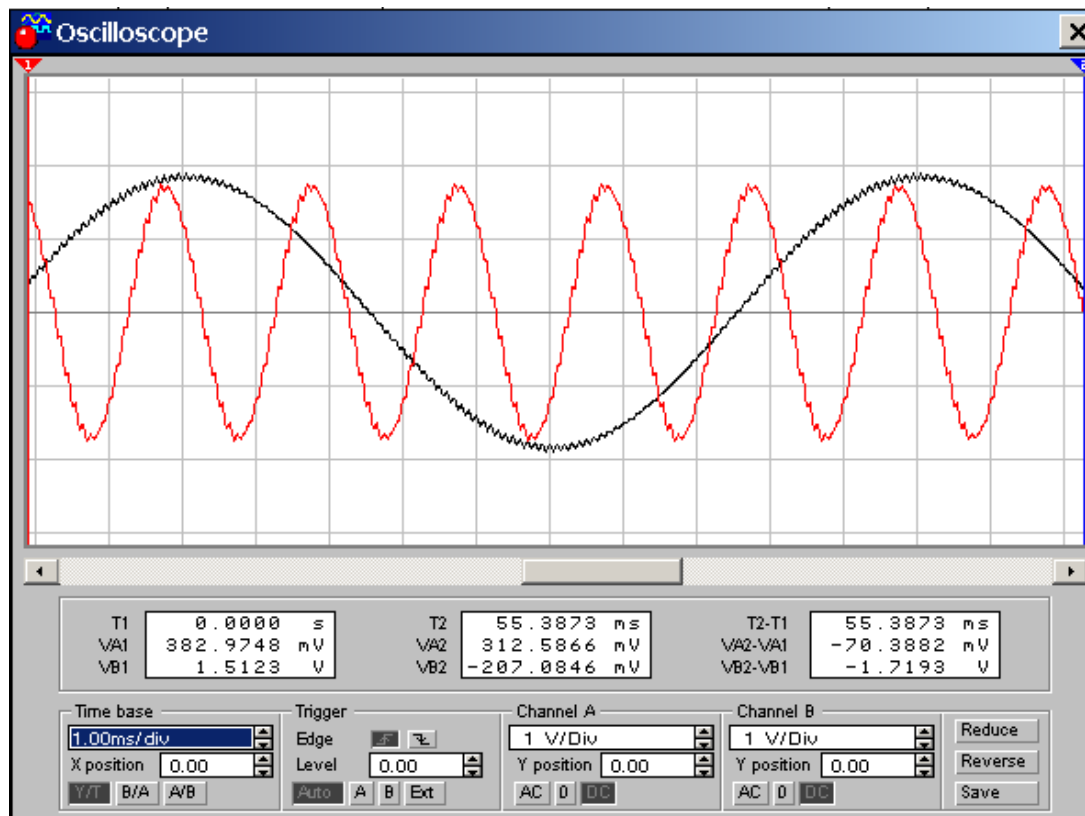


Рис. 5.

Зарисовать осциллограммы напряжения на выходе приемника и в линии связи. Какие искажения вносит временное разделение каналов в сигналы на выходе приемника?

4. Исследовать влияние рассинхронизации генераторов на искажения передаваемых сигналов. Для этого необходимо изменить частоту одного из генераторов на 10%.

Зарисовать осциллограммы напряжения на выходе приемника и в линии связи. Какие искажения вносит временное разделение каналов в сигналы на выходе приемника при рассинхронизации генераторов?

5. Исследовать влияния смещения фаз генераторов на искажения передаваемых сигналов. Для этого в **исходной** схеме изменить фазу одного из генераторов на 20 градусов.

Зарисовать осциллограммы напряжения на выходе приемника и в линии связи. Какие искажения вносит временное разделение каналов в сигналы на выходе приемника при смещении фаз генераторов?

### ***2.3 Сравнить между собой рассмотренные системы телеизмерения по сложности реализации и точности передачи измеряемых сигналов***

## **3 Содержание отчёта**

После выполнения работы необходимо оформить отчет, который должен содержать:

- титульный лист;
- цель работы;
- схемы моделируемых систем;
- снятые осциллограммы;
- все проделанные расчеты;
- выводы.

## ПЕРЕЧЕНЬ ИСТОЧНИКОВ

1. Тугевич В.Н. Телемеханика. Учебное пособие для ВУЗов.- 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1985.
2. Гусев В. Г., Гусев Ю. М. Электроника: Учеб. Пособие для приборостроит. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш. шк. 1991. – 622 с.: ил.
3. Хоровиц П. Хилл У. Искусство схемотехники: В 3-х томах: Т. 1. Пер. с англ. – 4-е изд. Перераб. И доп. – М.: Мир, 1993. – 413 с., ил.

Учебное издание

ГОРЮНОВ Алексей Германович  
ЧУРСИН Юрий Александрович

## РАЗДЕЛЕНИЕ КАНАЛОВ СВЯЗИ

Методические указания к выполнению лабораторных работ  
по курсу «Телеконтроль и телеуправление» для студентов V курса,  
обучающихся по специальности 140306 «Электроника и  
автоматика физических установок»  
направления 140300 «Ядерная физика  
и технологии»


**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати \_\_\_\_\_. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл.печ.л. \_\_\_\_\_. Уч.-изд.л. \_\_\_\_\_.  
Заказ \_\_\_\_\_. Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2008



**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru