

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. Н.П. ОГАРЁВА»

(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»)

Институт электроники и светотехники

Кафедра инфокоммуникационных технологий и систем связи

ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 4  
по общей теории связи

УМНОЖЕНИЕ ЧАСТОТЫ

Автор работы (подпись) (дата) Хамидов.З.Ш

Обозначение лабораторной работы ЛР–02069964–11.03.02 –13–21

Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы  
связи

Руководитель работы (подпись) (дата) Л.Ю.Королев

Саранск 2021

**Цель работы:** Исследовать зависимость формы выходного напряжения умножителя частоты от угла отсечки; научиться рассчитывать угол отсечки выходного напряжения умножителя частоты по временной диаграмме; исследовать спектры сигналов на входе и выходе умножителя частоты; исследовать зависимость спектра выходного напряжения умножителя частоты от угла отсечки.

**Аппаратное и программное обеспечение**

- 1 Рабочая станция локальной сети (персональный компьютер).
- 2 Графический манипулятор мышь.
- 3 Программа **Electronics Workbench 5.12.**

**Ход работы:**

Соберем схему согласно лабораторной работе и варианту:

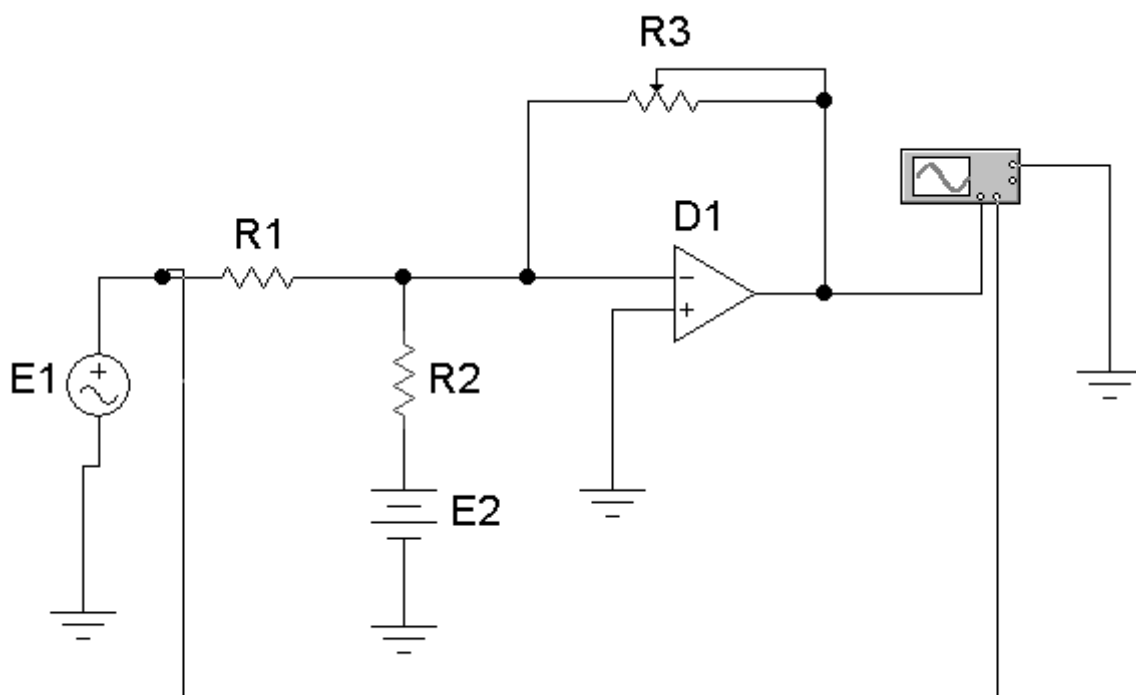


Рисунок 1 Схема исследований

Установим значения резисторов  $R1 - 10 \text{ кОм}$ ,  $R2 - 10 \text{ кОм}$ ,  $R3 - 250 \text{ кОм}$ ,  $E1 - 3 \text{ В}$ , значение частоты  $3 \text{ кГц}$ , начальная фаза  $- 0 \text{ град.}$ ,  $E2 - 5 \text{ В}$ , значение потенциометру  $R3 - 75\%$

					<b>ЛР-02069964-11.03.02 -13-21</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Хамидов.ЗШ.			<b>Дискретизация и восстановление непрерывного сигнала</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Королев Л.Ю.					2	8
<i>Реценз.</i>						<b>МГУ ИЭС</b>		
<i>Н.контр</i>						<b>231 ИКТuСС</b>		
<i>Утвержд.</i>								

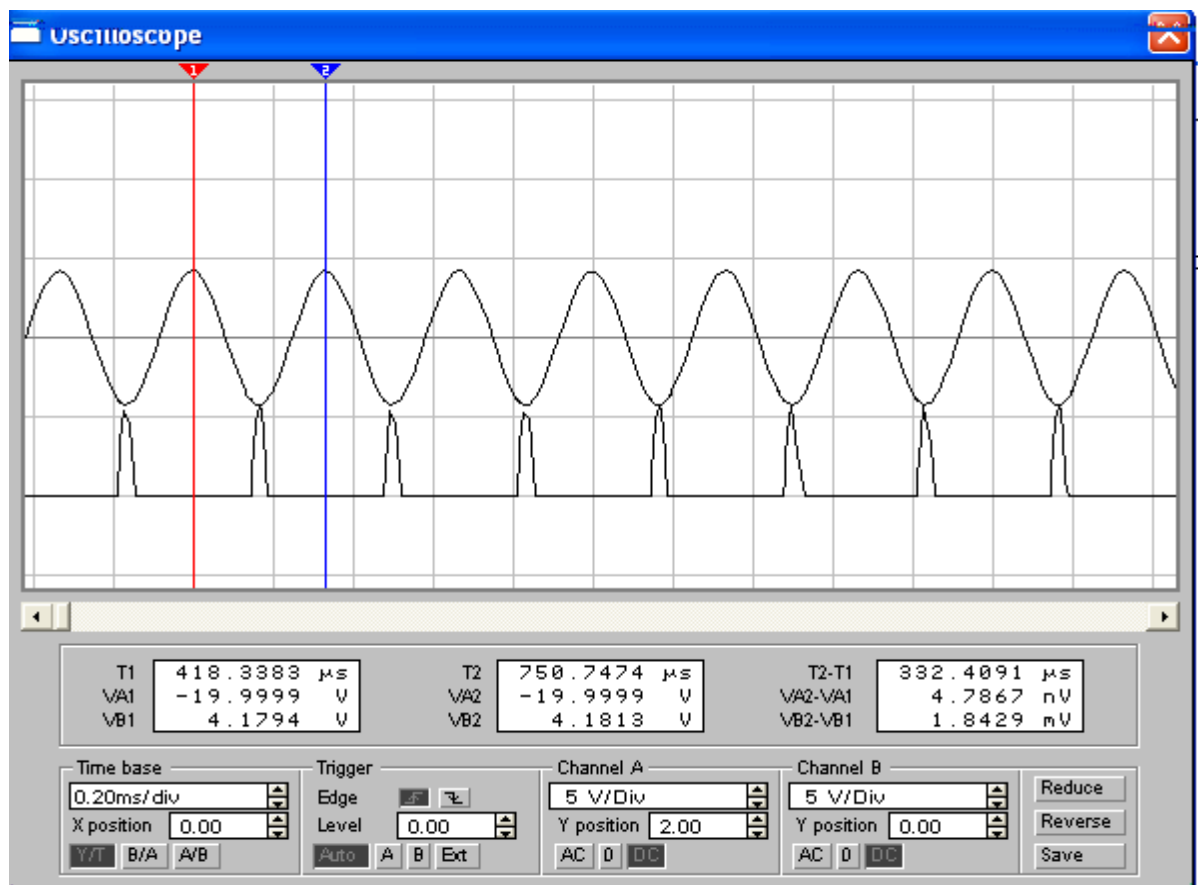


Рисунок 2 Временная диаграмма сигналов

Определим время начала и окончания периода сигналов:

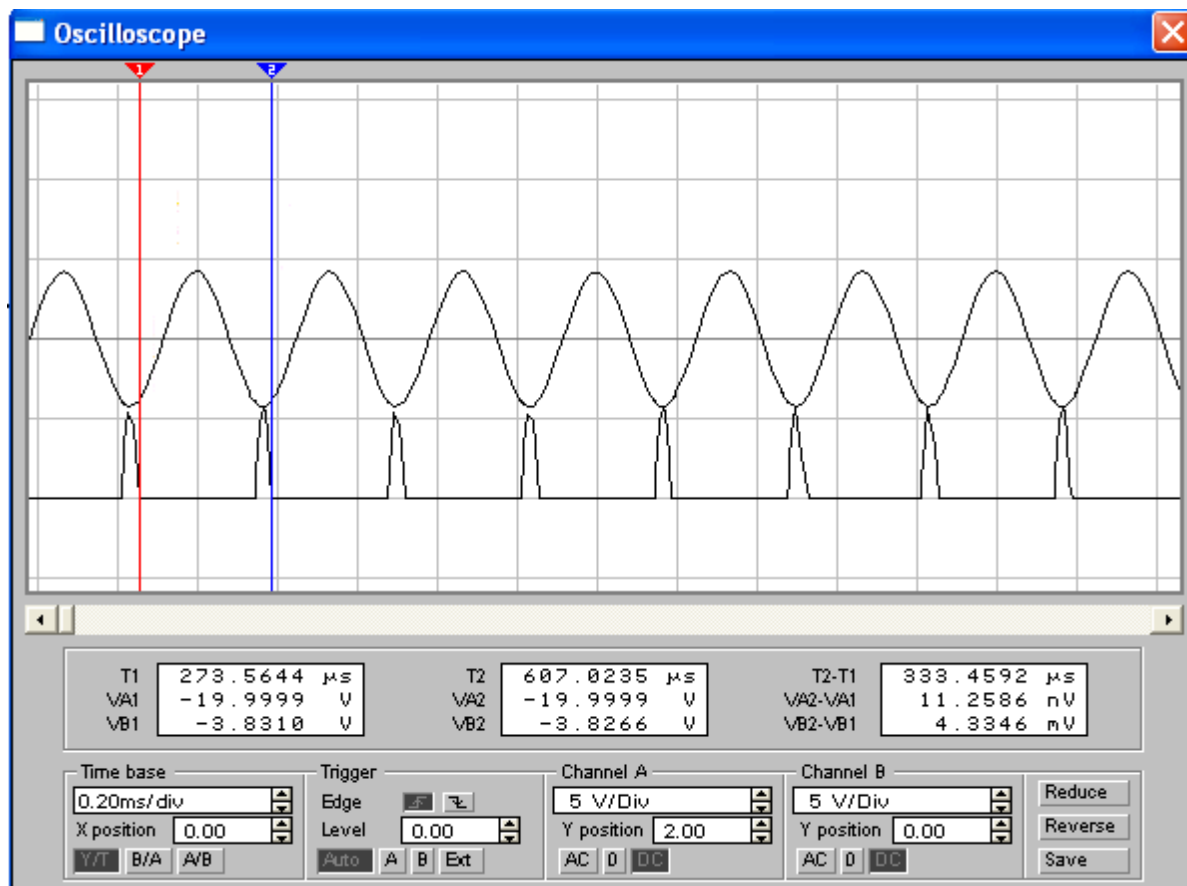


Рисунок 3 Определения периода сигнала

Получившийся результат:

$T1=273,5644$  мс;

$T2=607,0235$  мс;

$T2-T1=333,4592$  мс – период сигнала;

Измерим минимальное и максимальное значение напряжения сигнала:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

ЛР-02069964-11.03.02-13-21

Лист

4

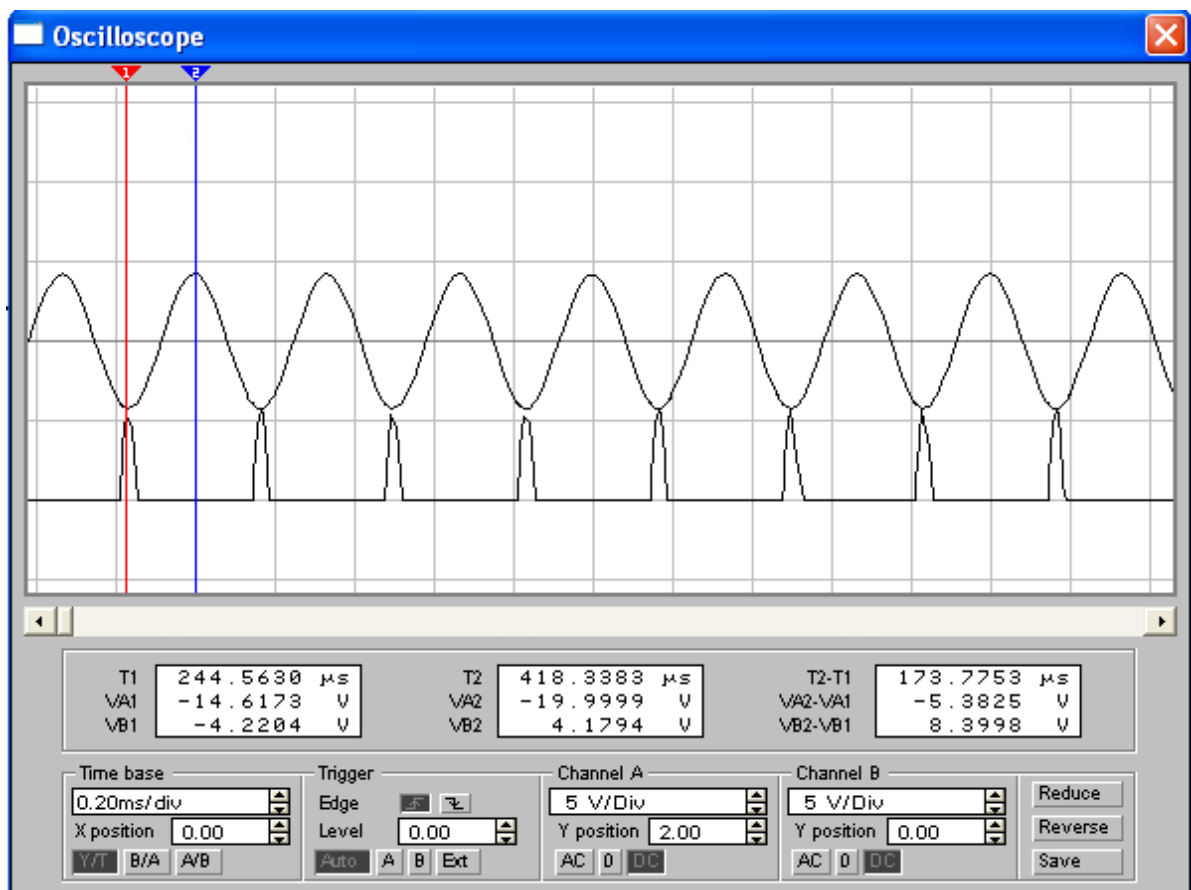


Рисунок 4 Измерение размаха сигнала

Получившийся результат:

VA1=-14,6173 В;

VA2=-19,9999 В;

Up=VA2-VA1=5,3825 В - размах сигнала;

Um=Up/2=5,3825/2=2,69 В – амплитуда сигнала;

VB1=-4,2204 В;

VB2=4,1794 В;

Up=VB2-VB1=8,3998

Um=Up/2=4,2

Расчитаем угол отсечкт:

$$\theta = \frac{180^{\circ} \cdot t_u}{T}$$

$t_u=49,45$  с;

$T=333,45$  с;

$\theta=26,69^{\circ}$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

ЛР-02069964-11.03.02-13-21

Лист

5

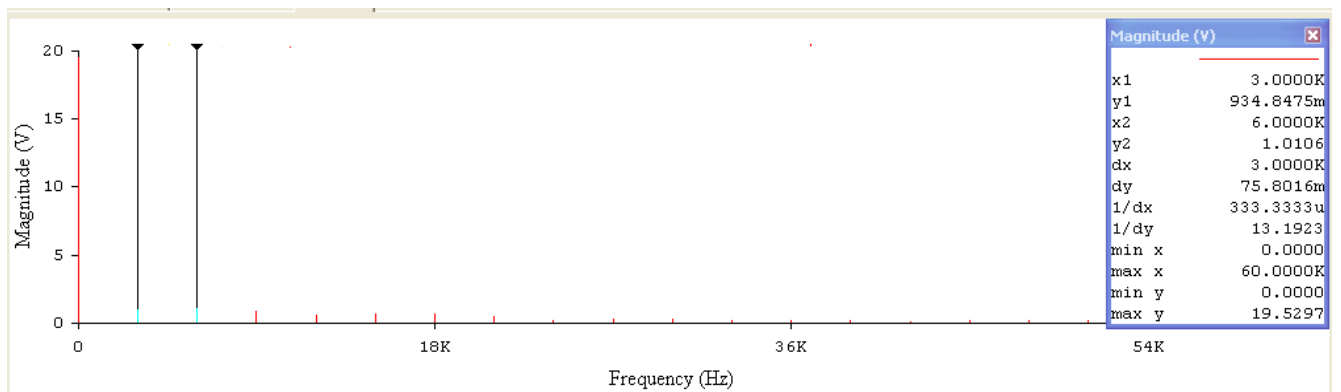


Рисунок 5 Спектральная диаграмма амплитуд выходного сигнала

$X_2=3$  Гц,  $X_3=6$  Гц,  $X_4=9$  Гц - частота  
 $Y_2=934,85$  мВ,  $Y_3=1,01$  В,  $Y_4=830,8$  В - амплитуда

Установим значение потенциометра  $R_3$  - 10%. Рассчитаем угол отсечки и запишем в таблицу 1.

Получив спектральные диаграммы на выходе нелинейной цепи и измерив значения напряжений для трёх спектральных составляющих (гармоник)  $U_{\text{вых.2}}$ ,  $U_{\text{вых.3}}$ ,  $U_{\text{вых.4}}$ . Данные запишем в таблицу.

Изменяя положения потенциометра  $R_3$  -20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100%. Данные запишем в таблицу 1.

Таблица 1- Зависимости  $U_{\text{вых}}$  от угла отсечки

$R_3, \%$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\Theta$ , град	135	81	60	47	35	30	28	19	16	0
$U_{\text{вых2}}$ , В	9,61	7,43	5,343	3,842	2,725	1,87	1,2	0,698	0,334	0,140
$U_{\text{вых3}}$ , В	0,87	4,25	4,045	3,23	2,52	1,83	1,257	0,788	0,429	0,187
$U_{\text{вых4}}$ , В	0,566	0,978	2,16	2,934	1,93	1,485	1,038	0,637	0,320	0,139

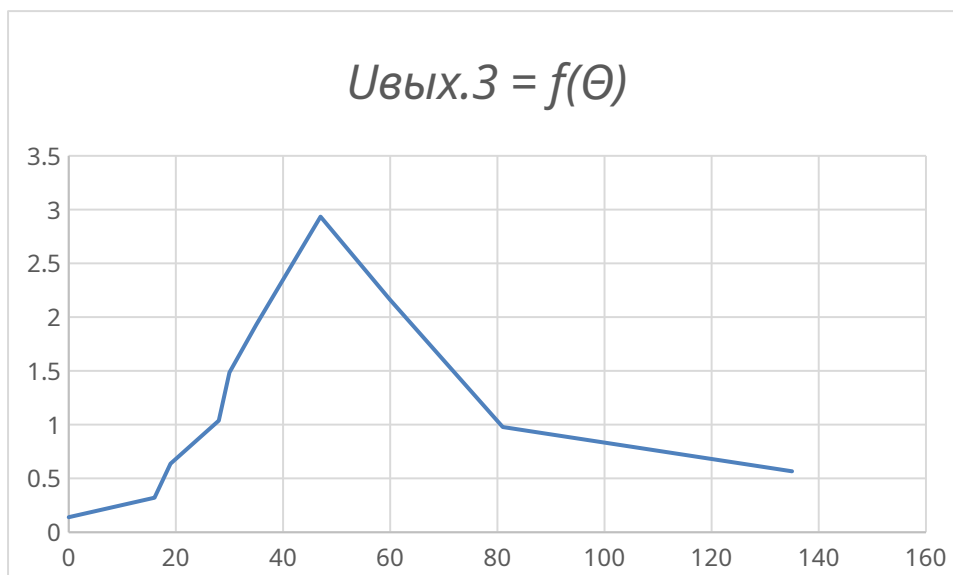
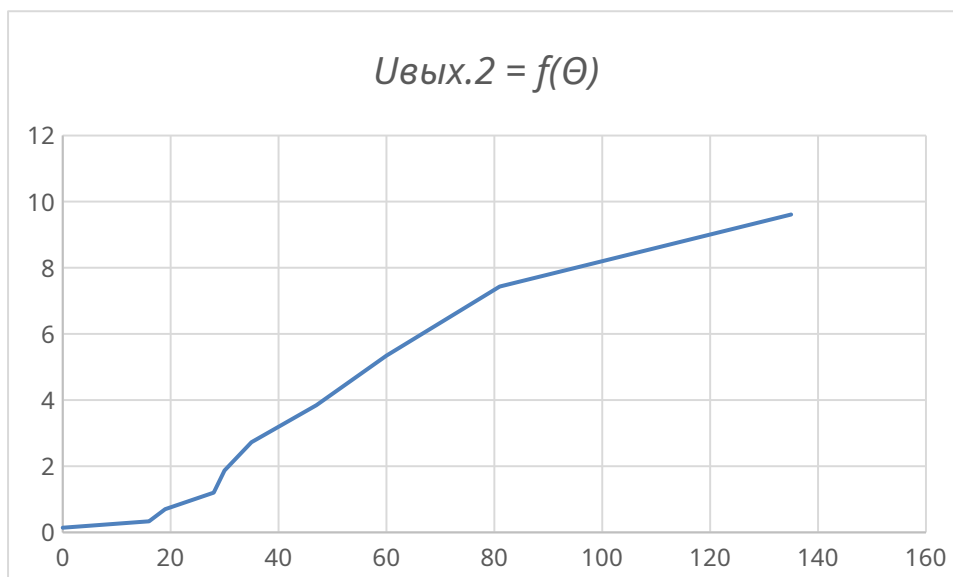
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

ЛР-02069964-11.03.02-13-21

Лист

6

Построить зависимости  $U_{вых.n} = f(\Theta)$  для второй, третьей и четвёртой гармоник.

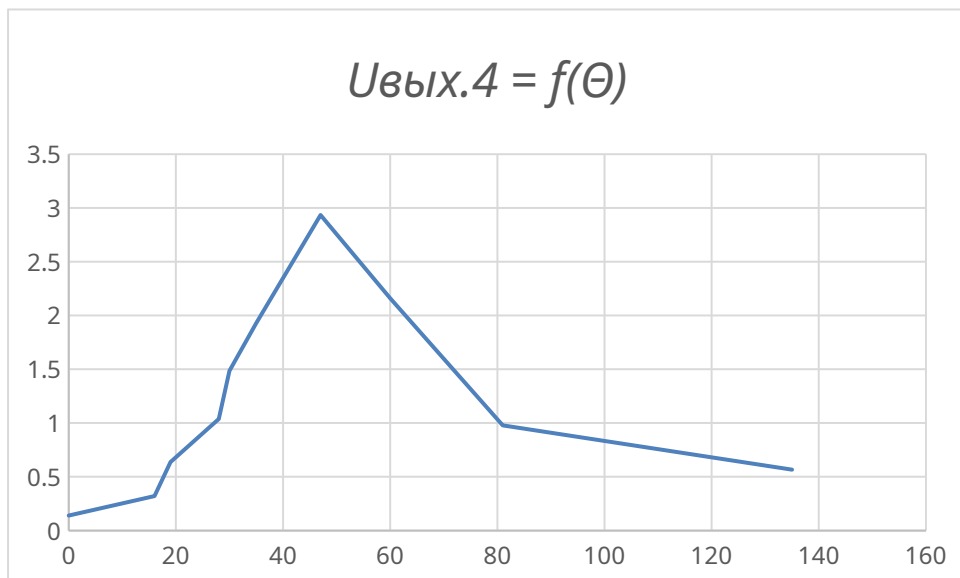


Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

ЛР-02069964-11.03.02-13-21

Лист

7



Вывод: в ходе выполнения лабораторной работы я исследовал зависимость формы выходного напряжения умножителя частоты от угла отсечки; научился рассчитывать угол отсечки выходного напряжения умножителя частоты по временной диаграмме; исследовал спектры сигналов на входе и выходе умножителя частоты; исследовал зависимость спектра выходного напряжения умножителя частоты от угла отсечки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

ЛР-02069964-11.03.02-13-21

Лист

8