

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра промышленной электроники  
и информационно-измерительной техники

С. А. Сильвашко

# **РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО ДОКУМЕНТА С ПОМОЩЬЮ ОФИСНЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ**

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств и 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Оренбург  
2016

УДК 004.91(076.5)  
ББК 32.973-018.2я7  
С 36

Рецензент – доцент, кандидат технических наук А. Н. Колобов

**Сильвашко, С. А.**

С 36      Разработка комплексного документа с помощью офисных интегрированных программных средств : методические указания к курсовой работе / С. А. Сильвашко ; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2016. – 28 с.

В методических указаниях изложены требования к содержанию и оформлению курсовой работы, указаны сроки завершения и представления ее отдельных разделов, а также представления к защите и порядок защиты работы в целом.

Методические указания предназначены для выполнения курсовой работы по дисциплине «Информационные технологии в электронике, радиотехнике и системах связи» студентами первого курса направлений подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств и 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника всех форм обучения.

УДК 004.91(076.5)  
ББК 32.973-018.2я7

© Сильвашко С. А., 2016  
© ОГУ, 2016

## Содержание

1 Общие положения .....	4
2 Задание на курсовую работу. Требования к оформлению пояснительной записки, этапы выполнения и критерии оценки курсовой работы .....	5
2.1 Задание на курсовую работу.....	5
2.2 Требования к содержанию пояснительной записки и изложению материала.....	10
2.3 Этапы выполнения курсовой работы .....	12
2.4 Защита и методика оценки курсовой работы .....	13
3 Примеры решения задач в среде MS Excel.....	16
3.1 Расчет токов в ветвях электрической цепи.....	16
3.2 Вычисление определенных интегралов .....	20
3.2.1 Пример анализа спектра сигнала.....	24
4 Список рекомендованной литературы.....	28

## **1 Общие положения**

*Целью* курсовой работы «Разработка комплексного документа с помощью офисных интегрированных программных средств» является формирование у обучаемых элементов ряда общепрофессиональных и профессиональных компетенций, в частности, способности учитывать современные тенденции развития информационных технологий в своей профессиональной деятельности, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с помощью офисных интегрированных программных систем с учетом требований действующих стандартов.

Курсовая работа является одним из важнейших видов индивидуальной работы студента. В процессе выполнения курсовой работы студенты приобретают навыки использования учебной и методической литературы, в том числе информационных ресурсов глобальной сети Интернет. Выполнение курсовой работы играет важную роль в развитии навыков самостоятельного решения задач по профилю избранной профессии, является первым шагом в подготовке к выполнению выпускной квалификационной работы.

В процессе выполнения курсовой работы студенты решают простейшие прикладные задачи в области электроники с применением текстового процессора MS Word и табличного процессора MS Excel. Решение оформляют в виде пояснительной записки в среде текстового процессора MS Word с учетом требований стандарта организации СТО 02069024.101-2015.

## 2 Задание на курсовую работу. Требования к оформлению пояснительной записки, этапы выполнения и критерии оценки курсовой работы

### 2.1 Задание на курсовую работу

2.1.1 Выполнить форматирование текстового фрагмента с учетом требований стандарта организации СТО 02069024.101-2015. Текст для выполнения задания получить у преподавателя.

2.1.2 В табличном процессоре MS Excel выполнить расчет токов во всех ветвях электрической цепи, схема которой представлена на рисунке 1.

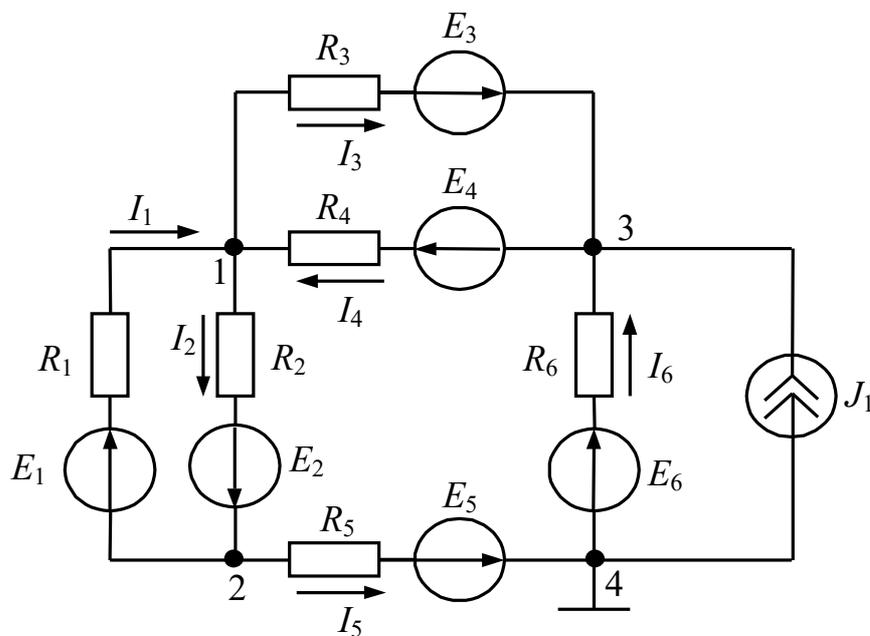


Рисунок 1 – Схема электрической цепи

Значения параметров элементов схемы по вариантам сведены в таблице 1.

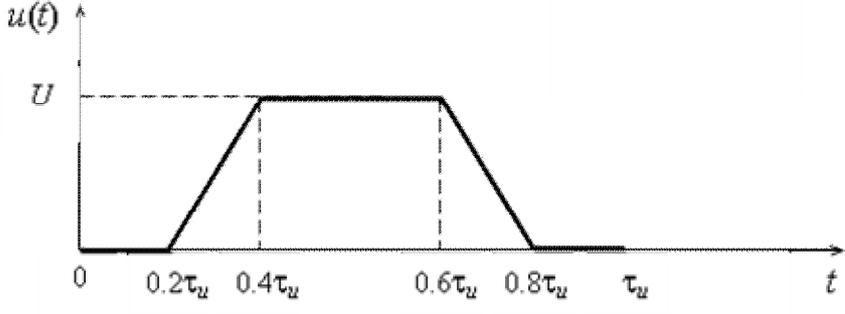
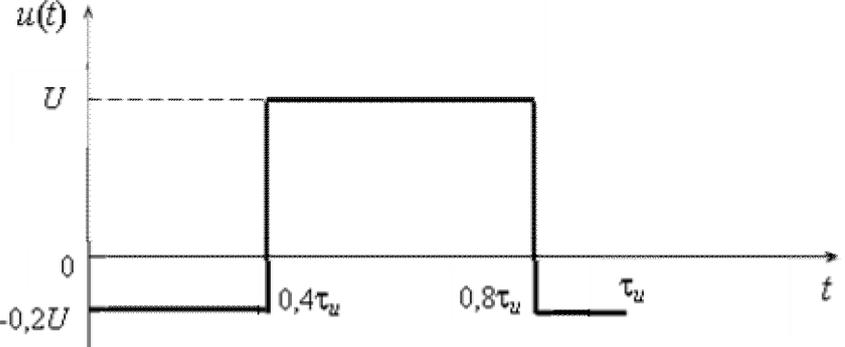
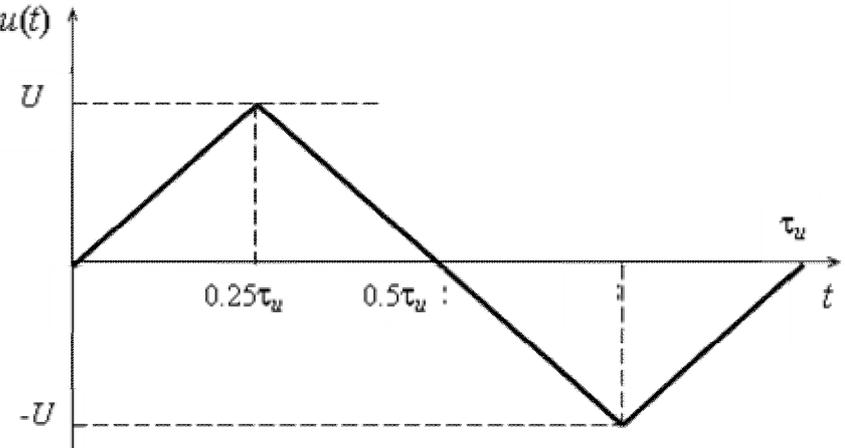
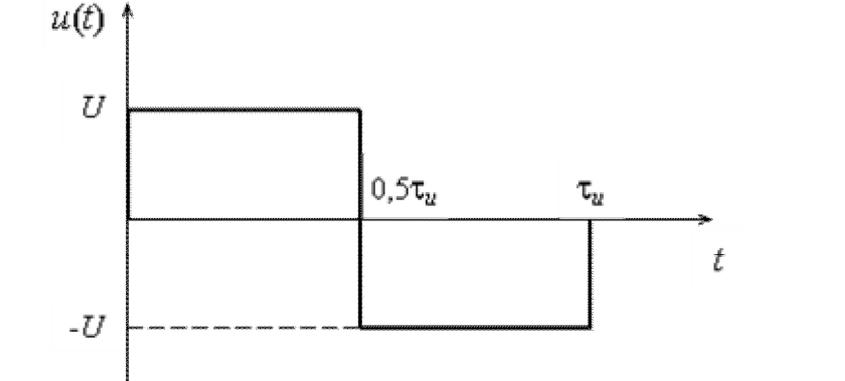
2.1.3 Выполнить спектральный анализ сигнала заданной формы средствами табличного процессора MS Excel. Временные диаграммы и параметры сигналов по вариантам заданы, соответственно, в таблицах 2 и 3. При выполнении задания вывести временную диаграмму сигнала, а также выполнить расчет постоянной составляющей и амплитуд первых десяти гармоник в амплитудном спектре сигнала.

Построить диаграмму амплитудного спектра.

Таблица 1 – Варианты исходных данных

Номер варианта	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_3$ , Ом	$R_4$ , Ом	$R_5$ , Ом	$R_6$ , Ом	$E_1$ , В	$E_2$ , В	$E_3$ , В	$E_4$ , В	$E_5$ , В	$E_6$ , В	$J_1$ , А
1	220	330	910	120	820	56	0	12	6	6	3	9	0,5
2	50	150	750	910	330	110	10	0	12	9	9	6	2,0
3	100	160	620	790	150	910	8	10	0	10	6	6	1,6
4	510	130	390	100	160	75	6	12	9	0	10	10	2,2
5	120	22	330	220	130	820	3	6	9	10	0	12	0,8
6	820	10	510	50	22	750	10	8	10	9	10	0	3,0
7	910	720	560	100	10	560	0	12	4	10	6	9	0
8	33	680	820	510	720	330	12	0	5	6	7	8	0
9	110	910	470	120	680	150	12	11	0	10	9	8	0
10	470	750	430	820	910	160	8	8	10	0	10	8	0
11	420	220	330	910	750	130	4	11	12	6	0	5	0
12	330	50	150	33	220	22	10	10	8	8	6	0	0
13	150	100	160	110	50	10	0	5	6	7	8	0	0,6
14	160	510	130	470	100	720	5	0	8	7	6	0	0,4
15	130	120	22	910	510	680	6	12	0	4	5	0	1,4
16	22	820	10	42	120	910	7	10	8	0	12	0	2,5
17	10	910	720	82	820	750	8	6	12	5	0	0	2,8
18	720	33	680	51	910	220	0	6	7	8	0	10	1,1
19	680	110	910	22	33	51	12	0	10	8	0	9	0
20	910	470	750	160	110	100	11	5	0	7	0	8	0
21	750	910	220	330	470	510	8	10	9	0	0	10	0
22	620	750	50	150	720	120	0	12	6	0	6	12	0
23	390	620	100	160	680	820	10	0	4	0	6	9	0
24	330	390	510	130	910	910	12	12	0	0	4	7	0
25	510	330	120	22	750	33	6	0	10	4	0	12	1,7
26	560	510	820	10	220	110	9	8	0	8	0	4	2,2
27	820	560	910	720	50	470	9	11	12	0	0	4	0,6
28	470	820	33	680	100	51	0	9	10	0	12	8	1,8
29	430	470	110	910	510	33	12	0	10	0	10	10	2,4
30	81	430	470	750	120	910	5	8	0	0	12	6	0,4

Таблица 2 – Временные диаграммы сигналов

Номер рисунка	Закон изменения напряжения
1	 <p>Graph 1 shows a trapezoidal voltage signal <math>u(t)</math> over time <math>t</math>. The signal is zero until <math>0.2\tau_u</math>, then rises linearly to a peak value <math>U</math> at <math>0.4\tau_u</math>. It remains constant at <math>U</math> until <math>0.6\tau_u</math>, then falls linearly to zero at <math>0.8\tau_u</math>, and remains at zero until <math>\tau_u</math>.</p>
2	 <p>Graph 2 shows a step-like voltage signal <math>u(t)</math> over time <math>t</math>. The signal is constant at <math>-0.2U</math> until <math>0.4\tau_u</math>, then jumps to <math>U</math> and remains constant until <math>0.8\tau_u</math>. At <math>0.8\tau_u</math>, it jumps to <math>-0.2U</math> and remains constant until <math>\tau_u</math>.</p>
3	 <p>Graph 3 shows a triangular voltage signal <math>u(t)</math> over time <math>t</math>. The signal starts at <math>-U</math> at <math>t=0</math>, rises linearly to a peak value <math>U</math> at <math>0.25\tau_u</math>. It then falls linearly, crossing zero at <math>0.5\tau_u</math>, and reaches a minimum value <math>-U</math> at <math>0.75\tau_u</math>. Finally, it rises linearly to zero at <math>\tau_u</math>.</p>
4	 <p>Graph 4 shows a step voltage signal <math>u(t)</math> over time <math>t</math>. The signal is constant at <math>U</math> until <math>0.5\tau_u</math>, then jumps to <math>-U</math> and remains constant until <math>\tau_u</math>.</p>

Продолжение таблицы 2

5	<p>Graph of <math>u(t)</math> vs <math>t</math>. The signal is zero until <math>0.2\tau_u</math>, then rises to <math>U</math> until <math>0.4\tau_u</math>, drops to <math>-U</math> until <math>0.8\tau_u</math>, and returns to zero until <math>\tau_u</math>.</p>
6	<p>Graph of <math>u(t)</math> vs <math>t</math>. The signal decreases linearly from <math>U</math> to <math>-U</math> over <math>0.5\tau_u</math>, then jumps to <math>-U</math> until <math>\tau_u</math>.</p>
7	<p>Graph of <math>u(t)</math> vs <math>t</math>. The signal increases linearly from <math>0</math> to <math>U</math> over <math>\tau_u</math>, then drops to <math>0</math>.</p>
8	<p>Graph of <math>u(t)</math> vs <math>t</math>. The signal increases linearly from <math>0</math> to <math>U</math> over <math>0.5\tau_u</math>, drops to <math>-U</math>, and then increases linearly back to <math>0</math> over <math>\tau_u</math>.</p>

Продолжение таблицы 2

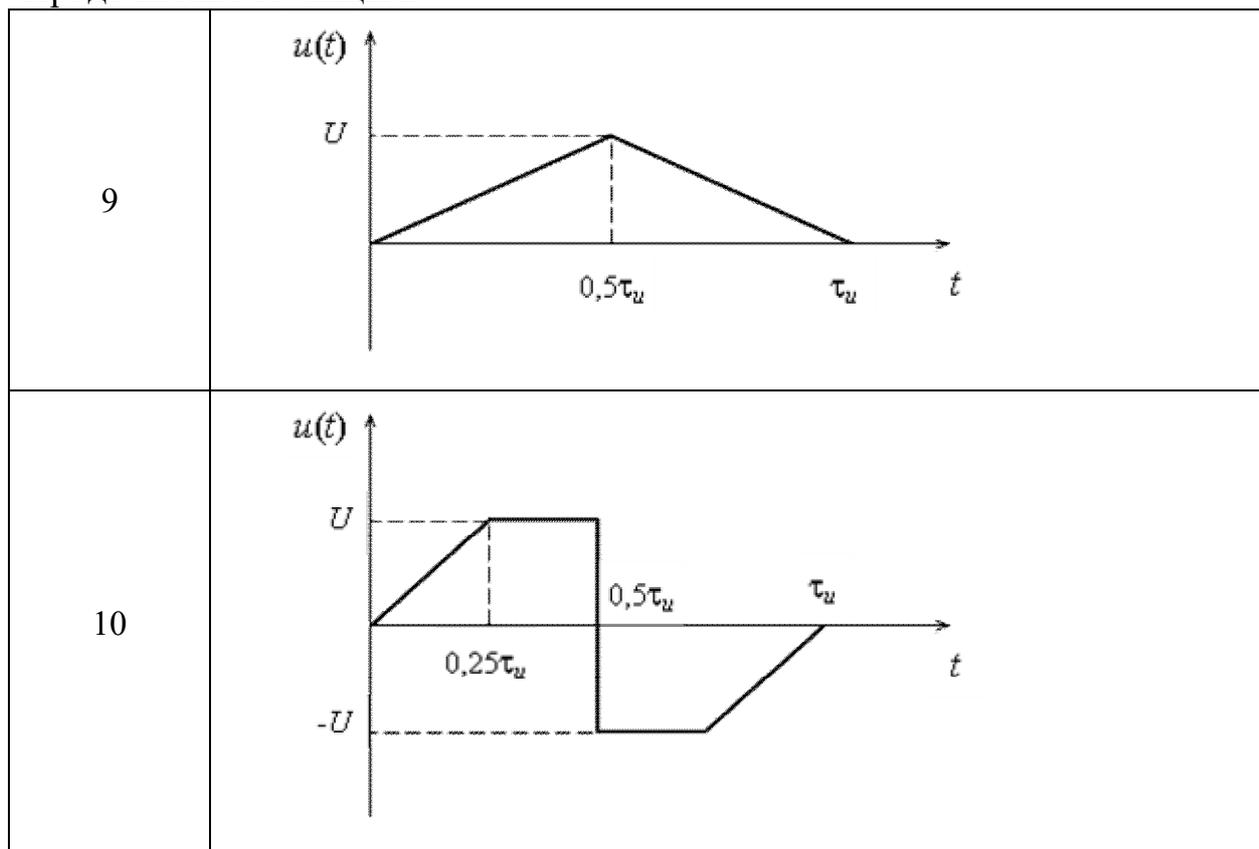


Таблица 3 – Параметры сигнала

Номер варианта	Амплитуда $U$ , В	Длительность имп. $\tau_u$ , мс	Период $T$ , мс	Номер рисунка
1	10	0,1	1	1
2	5	0,1	1,2	2
3	7	0,4	4	3
4	4	0,6	8	4
5	8	0,5	8	5
6	1	0,4	6	6
7	6	0,7	8	7
8	2	0,8	8	8
9	3	0,6	8	9
10	9	0,8	10	10
11	3	0,5	5	1
12	4	0,1	1,2	2
13	6	0,4	5	3
14	7	0,6	6	4
15	5	0,2	2	5
16	4	0,3	3	6

Продолжение таблицы 3

Номер варианта	Амплитуда $U$ , В	Длительность имп. $\tau_{и}$ , мс	Период $T$ , мс	Номер рисунка
17	2	0,5	6	7
18	6	0,2	3	8
19	7	0,4	4	9
20	9	0,4	4,2	10
21	10	0,5	6	1
22	8	0,5	5	2
23	4	0,4	5	3
24	3	0,6	6	4
25	1	0,1	1,4	5
26	5	0,3	3,3	6
27	7	0,2	2,2	7
28	5	0,4	4	8
29	8	0,2	2,2	9
30	2	0,6	6,6	10

## 2.2 Требования к содержанию пояснительной записки и изложению материала

В соответствии с требованиями СТО 02069024.101-2015, пояснительная записка к курсовой работе должна содержать следующие *структурные элементы*:

- титульный лист;
- задание;
- аннотацию;
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- список использованных источников.

Примеры оформления *титульного листа*, *бланка задания* на курсовую работу, *аннотации*, *содержания* и *списка использованных источников* приведены в СТО 02069024.101-2015 (соответственно, приложения Ф, Х, И, К и Л).

В *содержание* необходимо включить названия всех структурных элементов пояснительной записки, а также *заголовки* разделов (подразделов, пунктов, если такое деление текста в пояснительной записке используется). *Содержание* должно быть сформировано средствами MS Word в *автоматическом режиме* (добавление оглавления в документ).

Во *введении* дается общая характеристика курсовой работы: определяется цель работы и задачи, подлежащие решению для ее достижения; приводится краткая характеристика структуры пояснительной записки по разделам.

*Основная часть* должна содержать материал, отражающий пути достижения цели курсовой работы. Она включает в себя два раздела.

*Первый раздел* содержит текст и рисунок. Материал для выполнения раздела выдает преподаватель – руководитель курсовой работы.

*Рисунок* для первого раздела пояснительной записки необходимо **выполнить средствами** MS Word. Все элементы рисунка должны быть **сгруппированы**. Рисунок внедрить в текст через **Специальную вставку** как «**Метафайл Windows (EMF)**».

Во *втором разделе* необходимо изложить математическое решение (в алгебраической форме) и результаты выполнения в среде табличного процессора MS Excel заданий по п. 2.1.2 и 2.1.3 «Задания ...»:

– по п. 2.1.2 – записать исходную систему линейных уравнений и выражения для нахождения токов в ветвях схемы, а также вставить в виде рисунка фрагмент таблицы Excel с решением задачи;

– по п. 2.1.3 – привести *математическую модель сигнала во временной области*, пояснить, с помощью каких математических выражений вычисляются амплитуды гармоник амплитудно-частотного спектра (АЧС), каким методом реализовано интегрирование в среде MS Excel, а также вставить в виде рисунка (рисунков) фрагмент таблицы Excel с решением задачи (временная диаграмма сигнала, содержимое ячеек таблицы при вычислении постоянной составляющей и амплитуды первой гармоники, диаграмма АЧС, содержащая постоянную составляющую и первых десять гармоник).

Все *формулы* в пояснительной записке *должны быть выполнены с помощью редактора формул* MS Equation 3.0. Размеры шрифта в формулах – в соответствии с требованиями СТО 02069024.101-2015.

Изложение текстового материала во всех структурных элементах пояснительной записки (кроме первого раздела) необходимо вести *от третьего лица* (например «Автор полагает...») либо использовать *безличные конструкции* и *неопределенно-личные предложения* («... применяют соотношение ...», «... используют формулу ...», «Полученные результаты позволяют сделать выводы...» и т. п.).

В *список использованных источников* включить только те источники информации, которые действительно использовались при выполнении курсовой работы. *Список оформить в соответствии с требованиями* ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления (примеры приведены в СТО 02069024.101-2015, приложение Л).

### **2.3 Этапы выполнения курсовой работы**

С целью качественного выполнения и своевременной защиты курсовой работы устанавливаются следующие сроки представления преподавателю (руководителю курсовой работы) отдельных разделов и пояснительной записки в целом:

- первый раздел – седьмая учебная неделя семестра;
- второй раздел – тринадцатая учебная неделя семестра;
- оформленная в полном объеме пояснительная записка – шестнадцатая учебная неделя семестра.

Полностью оформленную с учетом установленных требований пояснительную записку студент не позднее указанного срока (**шестнадцатая неделя**) сдает на проверку руководителю. После проверки руководителем пояснительная записка возвращается студенту для подготовки к защите. В случае выявления в ходе проверки в тексте пояснительной записки существенных недостатков (грубое нарушение требований СТО 02069024.101-2015, задание выполнено неправильно или не в полном

объеме, исходные данные не соответствуют варианту студента и т. п.), она возвращается студенту для внесения исправлений (доработки).

Курсовая работа, удовлетворяющая предъявляемым требованиям, допускается к защите, о чем руководитель делает надпись на титульном листе пояснительной записки. В случае отрицательного заключения руководителя студент обязан доработать или переработать пояснительную записку. Срок повторной сдачи пояснительной записки на проверку устанавливается руководителем с учетом сущности замечаний и объема необходимой доработки.

## **2.4 Защита и методика оценки курсовой работы**

Защита курсовой работы по дисциплине проводится на *семнадцатой* учебной неделе. Дату и время проведения защиты назначает преподаватель (руководитель курсовой работы). Защита, как правило, проводится публично, в присутствии студентов всей группы.

На защиту каждый студент должен представить сброшюрованную пояснительную записку и подготовить короткий доклад на 3 – 5 минут. Доклад должен сопровождаться *демонстрацией презентации*, выполненной в среде MS PowerPoint. После доклада студент отвечает на вопросы преподавателя по существу работы. В ходе защиты курсовой работы студент должен показать способность использовать стандартные программные средства для решения прикладных задач в области электроники, а также оформлять результаты работы в соответствии с требованиями стандарта организации СТО 02069024.101-2015.

При выставлении оценки за курсовую работу учитывается:

- качество оформления пояснительной записки (соответствие требованиям СТО 02069024.101-2015, ЕСКД);
- полнота и правильность выполнения заданий;
- качество доклада и демонстрационного материала (презентации);
- наличие навыков работы в среде текстового процессора Word, табличного процессора Excel;

– ритмичность работы студента при выполнении курсовой работы (представление отдельных разделов пояснительной записки в установленные сроки).

Курсовая работа оценивается по четырехбальной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** выставляется за курсовую работу, если пояснительная записка выполнена в полном соответствии с требованиями СТО 02069024.101-2015, задание выполнено в полном объеме и результаты его выполнения грамотно (с инженерных позиций) представлены в пояснительной записке, при защите работы студент показал хорошие навыки работы в среде прикладных программ, отдельные разделы пояснительной записки были представлены в установленные сроки.

Оценка **«хорошо»** выставляется за курсовую работу, если пояснительная записка в основном удовлетворяет требованиям СТО 02069024.101-2015, но имеют место незначительные отклонения от этих требований, задание выполнено в полном объеме, но его результаты в пояснительной записке изложены некачественно (для понимания сути представленного материала требуются дополнительные пояснения), при защите работы студент показал достаточные для решения прикладных задач навыки работы в программной среде, отдельные разделы пояснительной записки были представлены в установленные сроки.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за курсовую работу, если пояснительная записка в основном выполнена в соответствии с СТО 02069024.101-2015, но не выполнены одновременно несколько требований стандарта (например, форматирование абзаца и размера символов в формулах, форматирование размера шрифта в тексте и оформление библиографической записи и т. п.), результаты выполнения заданий в пояснительной записке изложены некачественно (для понимания сути представленного материала требуются дополнительные пояснения), при защите работы студент показал недостаточные для решения прикладных задач навыки работы в программной среде, отдельные разделы пояснительной записки были представлены с нарушением установленных сроков.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за курсовую работу, если студент не допущен к защите по причине отсутствия пояснительной записки, оформ-

ленной в соответствии с установленными требованиями, или во время защиты студент не подтвердил готовности применять прикладные программные средства для решения задач в области своей профессиональной деятельности.

Если курсовой проект оценен «неудовлетворительно», студент обязан выполнить новый проект (с новым заданием) в указанные руководителем сроки.

### 3 Примеры решения задач в среде MS Excel

#### 3.1 Расчет токов в ветвях электрической цепи

Одним из известных методов расчета токов в ветвях электрической цепи является метод узловых потенциалов. При использовании данного метода для электрической цепи, приведенной на рисунке 1, можно составить систему уравнений:

$$\begin{cases} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) \cdot \varphi_1 - \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \cdot \varphi_2 - \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) \cdot \varphi_3 = \frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2} - \frac{E_3}{R_3} + \frac{E_4}{R_4}, \\ - \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \cdot \varphi_1 + \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_5} \right) \cdot \varphi_2 = -\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} - \frac{E_5}{R_5}, \\ - \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) \cdot \varphi_1 + \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_6} \right) \cdot \varphi_3 = \frac{E_3}{R_3} - \frac{E_4}{R_4} + \frac{E_6}{R_6} + J_1, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  – соответственно потенциалы первого, второго и третьего узлов электрической цепи.

В результате решения системы уравнений (1) находят значения неизвестных потенциалов  $\varphi_1, \varphi_2$  и  $\varphi_3$ . Токи в ветвях электрической цепи вычисляют через потенциалы узлов, используя соответствующие выражения:

$$I_1 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1 + E_1}{R_1}, \quad (2)$$

$$I_2 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + E_2}{R_2}, \quad (3)$$

$$I_3 = \frac{\varphi_1 - \varphi_3 + E_3}{R_3}, \quad (4)$$

$$I_4 = \frac{\varphi_3 - \varphi_1 + E_4}{R_4}, \quad (5)$$

$$I_5 = \frac{\varphi_2 + E_5}{R_5}, \quad (6)$$

$$I_6 = \frac{E_6 - \varphi_3}{R_6}. \quad (7)$$

Система линейных уравнений (1) может быть записана в матричной форме:

$$\mathbf{G} \cdot \boldsymbol{\varphi} = \mathbf{b}, \quad (8)$$

где  $\mathbf{G}$  – квадратная матрица коэффициентов (применительно к решаемой задаче – проводимостей);

$\boldsymbol{\varphi}$  – квадратная матрица переменных (искомых значений потенциалов узлов);

$\mathbf{b}$  – вектор-столбец правой части.

Тогда решение системы можно найти следующим образом:

$$\boldsymbol{\varphi} = \mathbf{G}^{-1} \cdot \mathbf{b}, \quad (9)$$

где  $\mathbf{G}^{-1}$  – матрица, обратная матрице  $\mathbf{G}$ .

В библиотеке функций MS Excel в категории «**Математические**» имеется три функции для работы с массивами (матрицами): **МОБР**, **МОПРЕД** и **МУМНОЖ**.

Синтаксис и назначение функций:

– **МОБР(массив)** – возвращает обратную матрицу;

– **МОПРЕД(массив)** – возвращает определитель матрицы;

– **МУМНОЖ(массив 1, массив 2)** – возвращает матричное произведение двух массивов.

При решении системы уравнений на основе выражения (9) в MS Excel используются функции **МОБР** и **МУМНОЖ**.

Примечание – Функция **МОБР** может быть применена только к квадратной матрице.

Порядок применения функции **МОБР**:

– выбрать место в таблице Excel, где будут размещены элементы обратной матрицы;

– в первую ячейку в месте размещения обратной матрицы (первая строка, первый столбец) ввести формулу «=МОБР(массив)», где в качестве параметра «массив» указать диапазон ячеек, в которых хранятся элементы исходной матрицы;

– выделить диапазон ячеек, где предполагается сохранить элементы обратной матрицы, начиная с ячейки, содержащей формулу. Нажать клавишу <F2>, а затем комбинацию клавиш <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>.

После выполнения указанных действий в ячейках, отведенных под обратную матрицу, будут помещены значения ее элементов. Пример применения функции МОБР показан на рисунке 2.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4			6	9	2	
5			5	4	7	
6			2	6	1	
7						
8						
9			0,368932	-0,02913	-0,53398	
10			-0,08738	-0,01942	0,31068	
11			-0,21359	0,174757	0,203883	
12						

Рисунок 2 – Пример использования функции МОБР

Функция **МУМНОЖ** реализует умножение одной матрицы на другую. В результате применения функции **МУМНОЖ** возвращается массив с таким же числом строк, что и в массиве 1, и с таким же числом столбцов, что и в массиве 2.

**Примечание** – Функция **МУМНОЖ** может быть применена только при условии, что количество столбцов аргумента «массив 1» совпадает с количеством строк аргумента «массив 2». Если это условие не выполняется, то функция возвращает значение ошибки «#ЗНАЧ!».

Порядок применения функции **МУМНОЖ**:

– выбрать место в таблице Excel, где будет размещен результат перемножения матриц;

– в первую ячейку в месте размещения результата перемножения ввести формулу «= **МУМНОЖ (массив 1, массив 2)**», где в качестве параметра «**массив 1**» указать диапазон ячеек, в которых хранятся элементы первой матрицы (множимого), а в качестве параметра «**массив 2**» – диапазон ячеек, в которых хранятся элементы второй матрицы (множителя);

– выделить диапазон ячеек, где предполагается сохранить элементы результата перемножения матриц, начиная с ячейки, содержащей формулу. Нажать клавишу <F2>, а затем комбинацию клавиш <CTRL> + <SHIFT> + <ENTER>.

Пример применения функции **МУМНОЖ** показан на рисунке 3.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3			Матрица A				Матрица B
4			6	9	2		4
5			5	4	7		7
6			2	6	1		3
7							
8					AxB		
9					93		
10					69		
11					53		
12							

Рисунок 3 – Пример использования функции **МУМНОЖ**

На рисунке 4 приведен пример выполнения п. 2.1.2 «Задания ...» в табличном процессоре Excel.

Примечание – Элементы матрицы коэффициентов и матрицы правой части системы уравнений вводить с помощью формул, используя ссылки на ячейки с исходными данными. Токи в ветвях также вычислять по формулам, аргументами которых должны

быть ссылки на ячейки, содержащие соответствующие значения потенциалов узлов и исходных данных (параметров источников энергии и сопротивлений резисторов).

A11								fx		=1/A3+1/B3+1/C3+1/D3		
	A	B	C	D	E	F	G	H				
1	Исходные данные											
2	$R_1, \text{ Ом}$	$R_2, \text{ Ом}$	$R_3, \text{ Ом}$	$R_4, \text{ Ом}$	$R_5, \text{ Ом}$	$R_6, \text{ Ом}$						
3	100	300	1200	470	20	100						
4												
5												
6	$E_1, \text{ В}$	$E_2, \text{ В}$	$E_3, \text{ В}$	$E_4, \text{ В}$	$E_5, \text{ В}$	$E_6, \text{ В}$	$J_1, \text{ А}$					
7	12	6	8	10	6	10	3					
8												
9												
10	Матрица коэффициентов				Матрица правой части							
11	0,016294	-0,01333	-0,00296					0,11461				
12	-0,01333	0,063333	0					-0,4				
13	-0,00296	0	0,012961					3,08539				
14												
15	Обратная матрица											
16	78,05879	16,43343	17,83286					$\varphi 1 =$	57,39426			
17	16,43343	19,24914	3,754285					$\varphi 2 =$	5,767212			
18	17,83286	3,754285	81,22857					$\varphi 3 =$	251,1639			
19												
20	Токи в ветвях											
21	$I_1, \text{ А}$	$I_2, \text{ А}$	$I_3, \text{ А}$	$I_4, \text{ А}$	$I_5, \text{ А}$	$I_6, \text{ А}$						
22	-0,396	0,192	-0,155	0,434	0,588	-2,412						
23												

Рисунок 4 – Пример выполнения задания

### 3.2 Вычисление определенных интегралов

При спектральном анализе сигнала вычисляют его АЧС (ФЧС) и оценивают амплитуды (фазы) гармоник в спектре сигнала. Амплитуды гармоник  $U_k$  (колебаний синусоидальной формы), определяющих форму сигнала  $u(t)$ , находят по формуле:

$$U_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}, \quad (10)$$

где  $k$  – номера гармоник,  $k = 1, 2, \dots, n$ ;

$a_k, b_k$  – коэффициенты ряда Фурье.

Коэффициенты ряда Фурье вычисляются по формулам:

$$a_k = \frac{2}{T_n} \int_{t_0}^{t_0+T_n} u(t) \cos(k\omega_1 t) dt, \quad (11)$$

$$b_k = \frac{2}{T_n} \int_{t_0}^{t_0+T_n} u(t) \sin(k\omega_1 t) dt, \quad (12)$$

где  $T_n$  – период повторения сигнала во времени;

$u(t)$  – математическое описание сигнала во временной области;

$t_0$  – смещение сигнала во времени относительно начала координат;

$\omega_1$  – частота первой гармоники в спектре сигнала, вычисляемая из выражения

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{T_n}. \quad (13)$$

Для вычисления постоянной составляющей (среднего значения напряжения за период) используют выражение

$$U_0 = \frac{1}{T_n} \int_{t_0}^{t_0+T_n} u(t) dt. \quad (14)$$

Поскольку заданный сигнал  $u(t)$  существует только на временном интервале  $t \in [0, \tau_u]$ , то в приведенных формулах (11), (12) и (14) нижний и верхний пределы интегрирования можно принять равными значениям переменной  $t$  в начале и в конце указанного интервала (то есть вычислять интеграл функции на интервале значений ее аргумента от нуля до  $\tau_u$ ).

Таким образом, чтобы определить постоянную составляющую и амплитуды десяти гармоник в АЧС сигнала, необходимо 21 раз вычислить определенный интеграл при разных значениях частот гармоник.

В библиотеке функций табличного процессора MS Excel отсутствует функция для непосредственного вычисления определенного интеграла. В связи с этим если возникает необходимость выполнить интегрирование некоторой функции  $f(x)$  на интервале  $x \in [a, b]$ , применяют методы приближенного интегрирования, основанные на использовании **геометрической интерпретации значения определенного интеграла**, как **площади криволинейной трапеции**, ограниченной осью абсцисс, прямыми  $x_1 = a$ ,  $x_n = b$  и кривой  $f(x)$  (рисунок 5). При этом, для уменьшения ошибки интегрирования необходимо разбить область криволинейной трапеции на  $(n - 1)$  частей с равномерным шагом, после чего вычислить и просуммировать  $(n - 1)$  площадей полученных фигур (криволинейных трапеций).

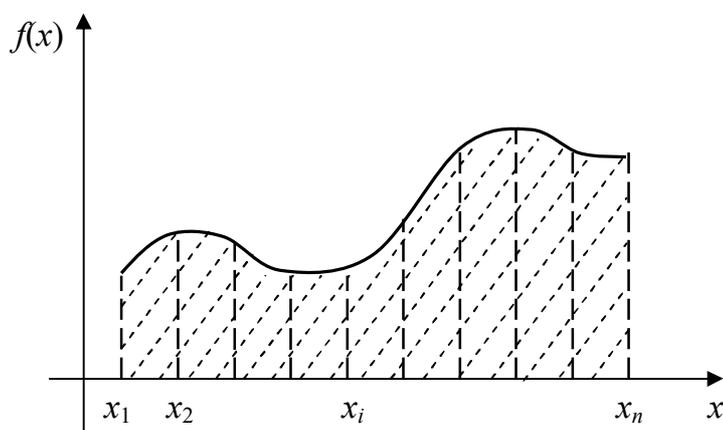


Рисунок 5 – Геометрическая интерпретация определенного интеграла

Известны несколько методов реализации приближенного интегрирования на основе геометрической интерпретации: **метод прямоугольников**, **метод трапеций**, **интегрирование по Ромбергу**, **метод Симпсона** и др. Каждый из последующих методов в приведенном перечне отличается более высокой точностью вычисления интеграла. Наиболее простыми при реализации в среде табличного процессора Excel являются первых два метода.

При использовании **метода прямоугольников**, область между точками разбиения интервала интегрирования  $[a, b]$  заменяется прямоугольником, высота которого соответствует координате  $y_i$  одной из точек, а ширина равна расстоянию между точками (рисунок 6). Значение интеграла определяется по следующей формуле:

$$I = \sum_{i=1}^{n-1} y_i (x_{i+1} - x_i). \quad (15)$$

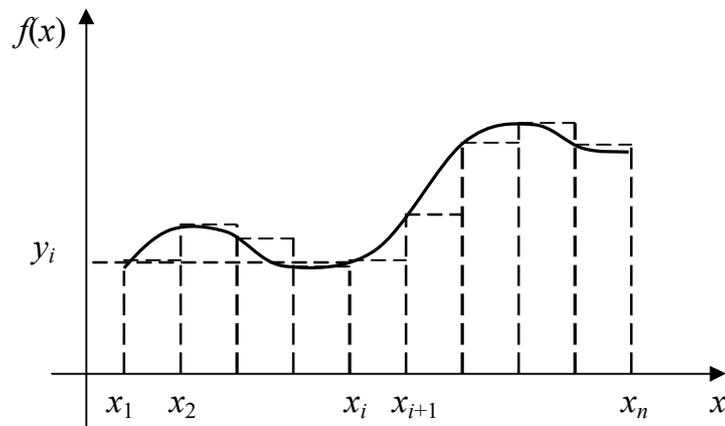


Рисунок 6 – Реализация правила прямоугольников

Такое приближение может показаться грубым, например, для функции, изображенной на рисунке, однако при малой ширине интервала и гладкой функции результаты интегрирования получаются достаточно точными. Кроме того, такой метод очень просто реализовать.

При использовании *метода трапеций* каждая пара соседних точек на графике функции, полученных в результате разбиения области интегрирования на  $(n - 1)$  равных отрезков, соединяется прямой линией, образуя последовательность трапеций (рисунок 7). Площадь трапеции находится как **полусумма** длин оснований, умноженная на высоту (при этом в качестве длин оснований элементарных трапеций принимаются значения функции в соответствующих точках, а в качестве высоты трапеции – расстояние между ближайшими точками по оси  $x$ ). Значение интеграла получают в результате суммирования площадей всех элементарных трапеций:

$$I = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(y_i + y_{i+1})}{2} (x_{i+1} - x_i). \quad (16)$$

Результат интегрирования при использовании выражения (16) будет тем точнее, чем меньше шаг приращения переменной интегрирования  $x$ , то есть интервал  $(x_{i+1} - x_i)$ .

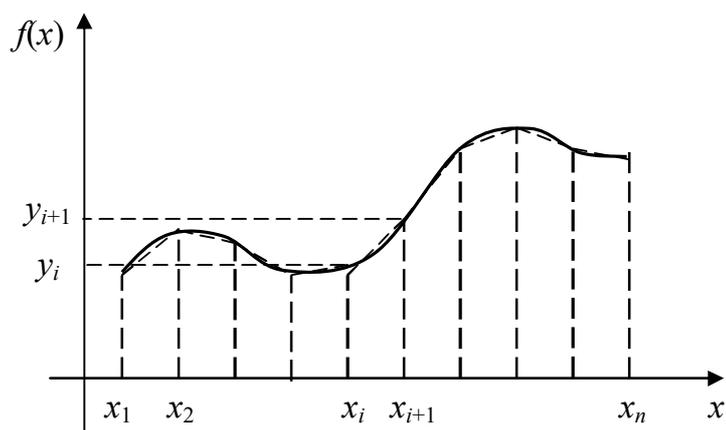


Рисунок 7 – Реализация правила трапеций

Для вычисления определенного интеграла функции  $f(x)$  в Excel необходимо в ячейки таблицы ввести значения аргумента функции с выбранным шагом, ввести формулы для вычисления значений функции при каждом значении аргумента, ввести формулы для вычисления площадей всех элементарных криволинейных трапеций и их суммы (с учетом выражений (15) или (16)).

### 3.2.1 Пример анализа спектра сигнала

Рассмотрим пример анализа АЧС бесконечной во времени импульсной последовательности  $u(t)$ . Временная диаграмма одного импульса представлена на рисунке 8. Параметры импульса: амплитуда  $U_m = 5$  В; длительность  $\tau_u = 0,1$  мс. Импульсы следуют во времени с периодом повторения  $T_n = 1$  мс.

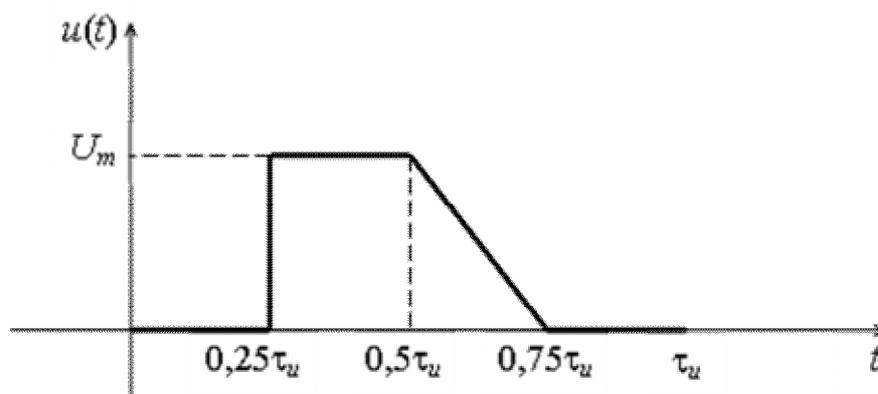


Рисунок 8 – Временная диаграмма сигнала

Во временной области математическая модель сигнала имеет вид:

$$u(t) = \begin{cases} 0, & \text{если } 0 \leq t < 0,25\tau_u, \\ U_m, & \text{если } 0,25\tau_u \leq t < 0,5\tau_u, \\ -4U_m \frac{t}{\tau_u} + 3U_m, & \text{если } 0,5\tau_u \leq t < 0,75\tau_u, \\ 0, & \text{если } 0,75\tau_u \leq t \leq \tau_u. \end{cases} \quad (17)$$

Анализ временной диаграммы сигнала, приведенной на рисунке 8, показывает, что область, заключенная между графиком функции  $u(t)$ , с помощью которой описан сигнал, и осью времени может быть разбита на две простые геометрические фигуры – прямоугольник и прямоугольный треугольник, площади которых находят по известным правилам. Для нахождения постоянной составляющей сигнала в этом случае достаточно просуммировать площади прямоугольника и треугольника и разделить полученный результат на период повторения сигнала  $T_n$ .

На рисунке 9 приведен пример построения временной диаграммы и вычисления постоянной составляющей сигнала (17) в табличном процессоре Excel.

Для расчета амплитуд  $k$ -х гармоник в табличном процессоре Excel необходимо сначала сформировать произведения  $u(t)\cos(k\omega_1 t)$  и  $u(t)\sin(k\omega_1 t)$ , а затем выполнить приближенное интегрирование на интервале существования сигнала с использованием выражения (15) или (16). Результат интегрирования следует умножить на коэффициент  $\frac{2}{T_n}$ , после чего с помощью (10) можно вычислить значение амплитуды  $k$ -й гармоники.

На рисунке 10 приведен пример вычисления амплитуды первой гармоники АЧС сигнала (17) в Excel. В ячейках столбцов таблицы с названиями  $\Delta\cos$  и  $\Delta\sin$  хранятся результаты вычисления площадей элементарных трапеций, а результаты приближенного интегрирования косинусной и синусной составляющих размещены, соответственно, в ячейках с названиями  $\Sigma\cos$  и  $\Sigma\sin$ .

На рисунке 11 приведен пример построения диаграммы АЧС сигнала, на которой выведены первых десять гармоник и постоянная составляющая сигнала.

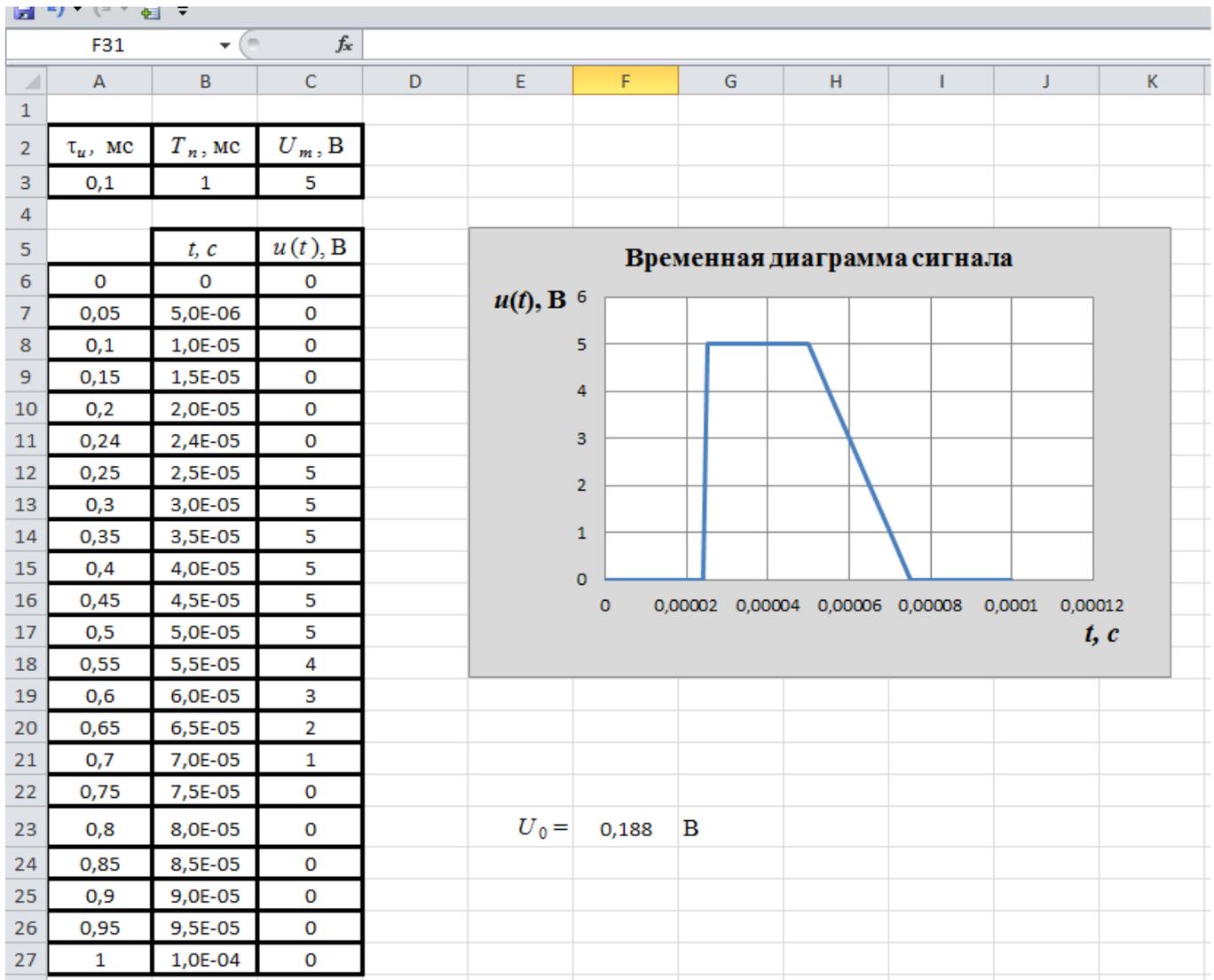


Рисунок 9

H31		fx		=КОРЕНЬ(B31^2+E31^2)					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	$\tau_u, \text{ мс}$	$T_n, \text{ мс}$	$U_m, \text{ В}$						
3	0,1	1	5						
4									
5		$t, \text{ с}$	$u(t), \text{ В}$		$u(t)\cos\omega_1 t$	$\Delta\cos$		$u(t)\sin\omega_1 t$	$\Delta\sin$
6	0	0	0		0,000	0		0,000	0
7	0,05	5,0E-06	0		0,000	0		0,000	0
8	0,1	1,0E-05	0		0,000	0		0,000	0
9	0,15	1,5E-05	0		0,000	0		0,000	0
10	0,2	2,0E-05	0		0,000	0		0,000	0
11	0,24	2,4E-05	0		0,000	2,47E-06		0,000	3,91E-07
12	0,25	2,5E-05	5		4,938	2,46E-05		0,782	4,3E-06
13	0,3	3,0E-05	5		4,911	2,45E-05		0,937	5,07E-06
14	0,35	3,5E-05	5		4,880	2,43E-05		1,091	5,84E-06
15	0,4	4,0E-05	5		4,843	2,41E-05		1,243	6,6E-06
16	0,45	4,5E-05	5		4,801	2,39E-05		1,395	7,35E-06
17	0,5	5,0E-05	5		4,755	2,13E-05		1,545	7,25E-06
18	0,55	5,5E-05	4		3,764	1,64E-05		1,355	6,15E-06
19	0,6	6,0E-05	3		2,789	1,16E-05		1,104	4,75E-06
20	0,65	6,5E-05	2		1,836	6,85E-06		0,794	3,05E-06
21	0,7	7,0E-05	1		0,905	2,26E-06		0,426	1,06E-06
22	0,75	7,5E-05	0		0,000	0		0,000	0
23	0,8	8,0E-05	0		0,000	0		0,000	0
24	0,85	8,5E-05	0		0,000	0		0,000	0
25	0,9	9,0E-05	0		0,000	0		0,000	0
26	0,95	9,5E-05	0		0,000	0		0,000	0
27	1	1,0E-04	0		0,000			0,000	
28									
29	$\omega_1 =$	6283,19			$\Sigma\cos =$	0,000182		$\Sigma\sin =$	5,18E-05
30									
31	$a_1 =$	0,364		$b_1 =$	0,103598165		$U_1 =$	0,378907019	

Рисунок 10

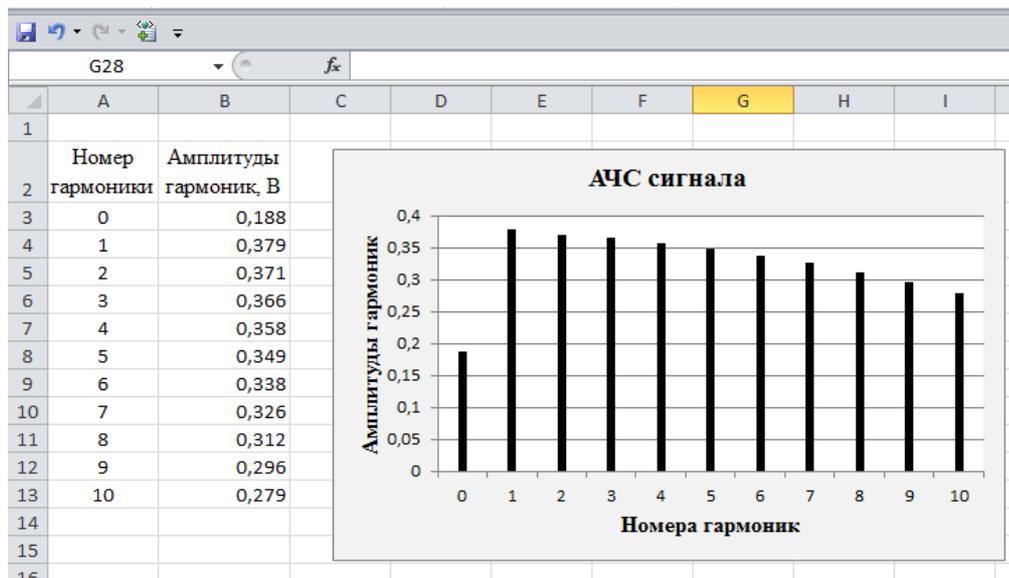


Рисунок 11

## 4 Список рекомендованной литературы

1 Абрамян, М. Э. Практикум по информатике с использованием системы Microsoft Office 2007 и 2003: работа с текстовыми документами, электронными таблицами и базами данных [Электронный ресурс] : практикум / М. Э. Абрамян ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет». – Изд. 2-е. – Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2010. – 252 с. – ISBN 978-5-9275-0482-4. – Режим доступа:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240950>. – ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

2 Василькова, И. В. Основы информационных технологий в Microsoft Office 2010 [Электронный ресурс] : практикум / И. В. Василькова, Е. М. Васильков, Д. В. Романчик. – Минск : ТетраСистемс, 2012. – 143 с. – ISBN 978-985-536-287-7. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=111911>. – ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

3 Кадырова, Г. Р. Информатика [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие / Г. Р. Кадырова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновский государственный технический университет», Институт дистанционного и дополнительного образования. – 2-е изд., доп. и перераб. – Ульяновск : УлГТУ, 2013. – 228 с. – ISBN 978-5-9795-1151-1. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=363404](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=363404). – ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

4 СТО 02069024.101 – 2015. Работы студенческие. Общие требования и правила оформления. Введ. 2016-02-08. – Оренбург : ОГУ, 2015. – 85 с.