

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

Методическое обеспечение дисциплины

ОСНОВЫ ЦИФРОВЫХ ФОРМИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Смоленск – 2021 г.

Методические материалы составил:

Заведующий кафедрой

«Электроники и микропроцессорной техники»

д-р техн. наук, доцент

Якименко Игорь Владимирович

подпись

ФИО

«28» сентября 2021 г.

Зам. заведующего кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:

подпись

Смолин Владимир Алексеевич

ФИО

«08» октября 2021 г.

1. Методическое обеспечение лекций

Цель лекций – изучение понятийного аппарата, основных теоретических положений и методов изучаемой дисциплины, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

1. Комплект лекций, в формате мультимедийных презентаций, расположен на сайте кафедры:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1uVEzY1CEXLqYi1W3NyPCJGjGVJ3yX9v1>

https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1tCiE6qzzezBmq_YmuGL7pAiaV-s9_mPU

Фрагмент лекции в формате мультимедийной презентации.

<p style="text-align: center;">Кафедра электроники и микропроцессорной техники</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: purple;">Основы цифровых формирования и обработки сигналов</p> <p style="text-align: center; color: blue;">Лекция</p> <p style="text-align: center; color: blue;">№ 3 Z-преобразования</p>	<p style="text-align: center; color: red;">Учебные вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дискретное преобразование Лапласа. Z – преобразование 2. Свойства Z – преобразования 3. Обратное Z – преобразование <p>Литература: 1. Вадутов О.С. Электроника. Математические основы обработки сигналов – М.: Юрайт, 2017, с. 110...118, 132...133.</p>
<p style="text-align: center;">1. Дискретное преобразование Лапласа. Z – преобразование</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">$H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$ – передаточная функция (ПФ) по Лапласу</p> <p style="text-align: center;">$s = \alpha + j\omega$ – оператор Лапласа ($p = \alpha + j\omega$)</p> <p style="text-align: center;">$Y(s) = H(s) \cdot X(s)$ – выходной сигнал линейной системы</p>
<p style="text-align: center; color: red;">Прямое преобразование Лапласа</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $X(s) = L\{x(t)\} = \int_0^{\infty} x(t) \cdot e^{-st} dt;$ </div> <p style="text-align: center; color: blue;">Обратное преобразование Лапласа</p> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $x(t) = L^{-1}\{X(s)\} = \frac{1}{2\pi j} \int_{\alpha-j\infty}^{\alpha+j\infty} X(s) \cdot e^{st} ds$ </div> <p style="text-align: center; color: red;">Преобразования Лапласа для анализа линейных дискретных систем (ЛДС) иррациональна</p>	<p style="text-align: center; color: blue;">Прямое дискретное преобразование Лапласа (ЦДПЛ) – $D\{x(n)\}$</p> <div style="text-align: center; margin: 10px auto;"> </div> <p style="text-align: center;">$X(s) = L\{x(t)\} = \int_0^{\infty} x(t) e^{-st} dt;$</p> <p style="text-align: center;">$X(s) = D\{x(n)\} = \sum_{n=0}^{\infty} x(n) e^{-snT};$</p>

2. Методическое обеспечение лабораторных работ

Цель лабораторных работ – закрепление лекционного материала, привитие навыков применения теоретических знаний для решения научно-исследовательских задач, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

Задания на лабораторные работы расположены по ссылке:

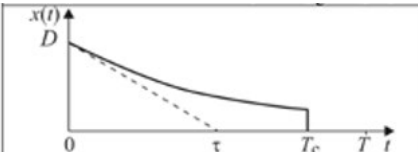
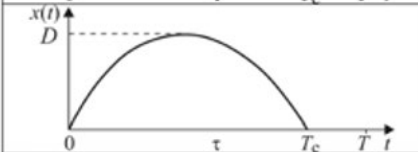
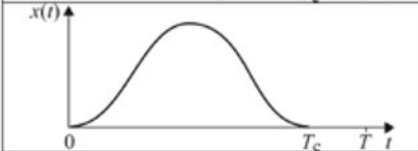
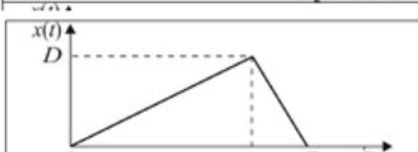
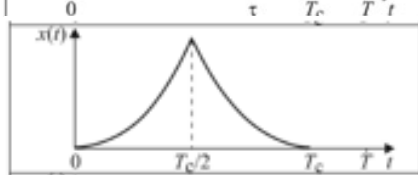
<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1uVEzY1CEXLqYi1W3NyPCJGjGVJ3yX9v1>

https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1tCiE6qzzezBmq_YmuGL7pAiaV-s9_mPU

Пример задания на лабораторную работу.

Задание на лабораторную работу

1. Построить спектры для косинусоидального сигнала с частотой, равной номеру по журналу (в Герцах).
2. Выявить зависимость амплитуды сигнала на его спектр. Вывести три сигнала (исходный, с увеличенной амплитудой и уменьшенной амплитудой) на одном графике и три спектра аналогично. Занести в отчет, сделать вывод.
3. Выявить зависимость длительности сигнала на его спектр. Вывести три сигнала (исходный, с увеличенной длительностью и уменьшенной длительностью) на одном графике и три спектра аналогично. Занести в отчет, сделать вывод.
4. Построить спектры для сигналов, приведенных ниже. Для каждого сигнала повторить пункты 2, 3.

	$x(t) = \begin{cases} D \cdot \exp(-t/\tau) & \text{при } 0 \leq t \leq T_c, \\ 0 & \text{при других } t. \end{cases}$
	$x(t) = \begin{cases} D \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T_c} \cdot t\right) & \text{при } 0 \leq t \leq T_c, \\ 0 & \text{при других } t. \end{cases}$
	$x(t) = \begin{cases} D \cdot \sin^2\left(\frac{\pi}{T_c} \cdot t\right) & \text{при } 0 \leq t \leq T_c, \\ 0 & \text{при других } t. \end{cases}$
	$x(t) = \begin{cases} (D/\tau) \cdot t & \text{при } 0 \leq t \leq \tau, \\ D \cdot (t - T_c)/(\tau - T_c) & \text{при } \tau \leq t \leq T_c, \\ 0 & \text{при других } t. \end{cases}$
	$x(t) = \begin{cases} t^2 & \text{при } 0 \leq t \leq T_c/2, \\ (t - T_c)^2 & \text{при } T_c/2 \leq t \leq T_c, \\ 0 & \text{при других } t. \end{cases}$

Для 4 сигнала менять амплитуду не нужно.

5. В соответствии с номером по журналу успеваемости, выбрать задание из таблицы.

№ вар	Непрерывный сигнал	№ вар	Непрерывный сигнал

1	$s = 10 \cos(2\pi \cdot 5 \cdot t + \frac{\pi}{2}) + 5 \cos(2\pi \cdot 3 \cdot t)$	14	$s = 8 \cos(2\pi \cdot 5 \cdot t) + \sin(2\pi \cdot 4 \cdot t)$
2	$s = 10 \sin(2\pi \cdot 5 \cdot t) + 5 \sin(2\pi \cdot 3 \cdot t)$	15	$s = 6 \cos(2\pi \cdot 2 \cdot t) + 7 \sin(2\pi \cdot 3 \cdot t)$
3	$s = 8 \sin(2\pi \cdot 5 \cdot t) + 3 \cos(2\pi \cdot 3 \cdot t)$	16	$s = 2 \cos(2\pi \cdot 9 \cdot t) + 7 \cos(2\pi \cdot 2 \cdot t)$
4	$s = 9 \cos(2\pi \cdot 8 \cdot t) + 3 \sin(2\pi \cdot 9 \cdot t)$	17	$s = 5 \sin(2\pi \cdot 3 \cdot t) + 8 \sin(2\pi \cdot 9 \cdot t)$
5	$s = 4 \cos(2\pi \cdot 8 \cdot t) + 3 \cos(2\pi \cdot 12 \cdot t)$	18	$s = 5 \cos(2\pi \cdot 6 \cdot t) + 7 \cos(2\pi \cdot 3 \cdot t)$
6	$s = 10 \sin(2\pi \cdot 5 \cdot t + \frac{\pi}{2}) + 5 \sin(2\pi \cdot 3 \cdot t)$	19	$s = 6 \sin(2\pi \cdot 2 \cdot t + \frac{\pi}{2}) + 8 \cos(2\pi \cdot 9 \cdot t)$
7	$s = 10 \cos(2\pi \cdot 5 \cdot t) + 5 \sin(2\pi \cdot 3 \cdot t)$	20	$s = 7 \cos(2\pi \cdot 9 \cdot t) + 5 \sin(2\pi \cdot 2 \cdot t)$
8	$s = 8 \cos(2\pi \cdot 5 \cdot t) + 3 \sin(2\pi \cdot 3 \cdot t)$	21	$s = 2 \sin(2\pi \cdot 3 \cdot t) + 9 \cos(2\pi \cdot 7 \cdot t)$
9	$s = 9 \sin(2\pi \cdot 8 \cdot t) + 3 \cos(2\pi \cdot 9 \cdot t)$	22	$s = 9 \sin(2\pi \cdot 2 \cdot t) + 3 \sin(2\pi \cdot 8 \cdot t)$
10	$s = 4 \sin(2\pi \cdot 8 \cdot t) + 3 \sin(2\pi \cdot 12 \cdot t)$	23	$s = 5 \sin(2\pi \cdot 9 \cdot t) + 6 \sin(2\pi \cdot 6 \cdot t)$
11	$S = 11 \sin(2\pi \cdot 13 \cdot t) + 5 \cos(2 \cdot \pi \cdot 7 \cdot t)$	24	$S = 9 \cos(2\pi \cdot 7 \cdot t) + 2 \cos(2 \cdot \pi \cdot 3 \cdot t)$
12	$S = 9 \cos(2\pi \cdot 8 \cdot t) + 4 \cos(2 \cdot \pi \cdot 6 \cdot t)$	25	$S = 2 \sin(2\pi \cdot 3 \cdot t) + 5 \cos(2 \cdot \pi \cdot 3 \cdot t)$
13	$S = 11 \cos(2\pi \cdot 3 \cdot t) + 5 \sin(2 \cdot \pi \cdot 8 \cdot t)$	26	$S = 5 \cos(2\pi \cdot 4 \cdot t) + 5 \sin(2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot t)$

Получить график сигнала и построить его спектр.

6. Получить спектры для одиночного видеоимпульса с амплитудой, равной $N_{ж} \cdot 2$, и длительностью $22 \cdot N_{ж}$. Подобрать такой масштаб выведения графиков, чтобы длительность и амплитуда были четко видны. На графике должно отображаться 5 арок спектра.

7. Графики спектров и сигналов занести в отчет.

8. Оформить отчет по лабораторной работе №2.

3. Методическое обеспечение практических занятий

Цель практических занятий – закрепление лекционного материала, привитие навыков применения теоретических знаний для решения инженерных задач, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

Задания на практические занятия расположены по ссылке:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1uVEzYlCEXLqYi1W3NyPCJGjGVJ3yX9v1>

https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1tCiE6qzzezBmq_YmuGL7pAiaV-s9_mPU

Пример задания на практическое занятие.

Задание на практическое занятие

1. Получить график гармонического сигнала со следующими параметрами:

Амплитуда $A = N_{ж} \cdot N_{г}$;

Частота $\omega = N_{ж} \cdot 0.5$;

Максимальное значение $t = N_{г} \cdot 5 + N_{ж}$;

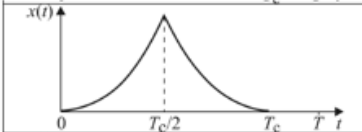
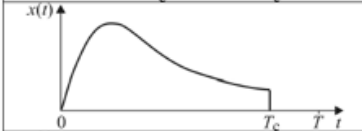
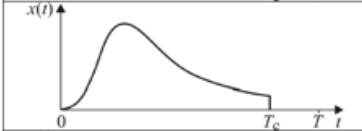
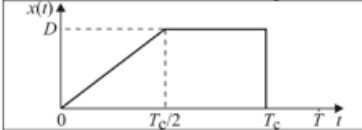
Начальная фаза $\varphi_0 = N_{ж}$ где $N_{ж}$ — порядковый номер студента по журналу успеваемости, $N_{г}$ — номер группы.

На графике подписать оси! Занести в отчет

Получить 3 различных стиля оформления графика (цвет, толщина и стиль оформления линии и точек), занести в отчет.

2. Произвольно изменить амплитуду исходного сигнала, получить график, занести в отчет.
3. Произвольно изменить частоту исходного сигнала, получить график, занести в отчет.
4. Произвольно изменить период исходного сигнала, получить график, занести в отчет.
5. Произвольно изменить начальную фазу исходного сигнала, получить график, занести в отчет.
6. Получить графики одиночных импульсов следующих форм:

(Произвести произвольное изменение каждого параметра. Выполнить на одном графике с исходным сигналом и подписать каждое изображение)

	$x(t) = \begin{cases} t^2 & \text{при } 0 \leq t \leq T_c/2, \\ (t - T_c)^2 & \text{при } T_c/2 \leq t \leq T_c, \\ 0 & \text{при других } t. \end{cases}$
	$x(t) = \begin{cases} t \cdot \exp(-\alpha t) & \text{при } 0 \leq t \leq T_c, \\ 0 & \text{при других } t. \end{cases}$
	$x(t) = \begin{cases} t^2 \cdot \exp(-\alpha t) & \text{при } 0 \leq t \leq T_c, \\ 0 & \text{при других } t. \end{cases}$
	$x(t) = \begin{cases} 2(D/T_c) \cdot t & \text{при } 0 \leq t \leq T_c/2, \\ D & \text{при } T_c/2 \leq t \leq T_c, \\ 0 & \text{при других } t. \end{cases}$

7. Задать периодическую последовательность прямоугольных видеоимпульсов (ППВИ) со следующими параметрами:

$$\begin{aligned} S_m &= N_{\text{ж}}, \\ t_{\text{и}} &= N_{\Gamma} \cdot 2 \\ t_3 &= 3; \\ T &= 10. \end{aligned}$$

Получить график, занести в отчет.

8. Уменьшить скважность следования импульсов в два раза, получить график, занести в отчет.
9. Изменить величину задержки импульса, получить график, занести в отчет.
10. Оформить отчет по выполненной работе.

Примечание

1. Все приведенные в отчете графики должны содержать название и подписанные оси с указанием величины и размерности!
2. В случае появления вопросов, первым делом необходимо открыть вкладку «Help» в меню главного командного окна программы Matlab, затем обратиться к выданной литературе, и только затем спрашивать ответ у преподавателя.

4. Методическое обеспечение расчетно-графической работы

Цель расчетно-графической работы – закрепление лекционного материала, привитие навыков применения теоретических знаний для самостоятельного решения инженерных задач, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

Задания на курсовую работу расположены по ссылке:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1uVEzY1CEXLqYi1W3NyPCJGjGVJ3yX9v1>
https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1tCiE6qzzezBmq_YmuGL7pAiaV-s9_mPU

5. Методическое обеспечение проведения экзамена:

Экзамена является заключительным этапом изучения дисциплины и имеет цель оценить уровень теоретические знания обучаемых, их навыки и умения применять полученные знания при решении практических задач, а также оценить уровень освоения компетенций закрепленных за дисциплиной.

Вопросы для подготовке к экзамену расположены по ссылке:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1uVEzYlCEXLqYi1W3NyPCJGjGVJ3yX9v1>

https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1tCiE6qzzezBmq_YmuGL7pAiaV-s9_mPU