

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

**Методическое обеспечение дисциплины**

**ОСНОВЫ ТЕОРИИ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ**

---

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Смоленск – 2020 г.**

**Методические материалы составил:**

Заведующий кафедрой

«Электроники и микропроцессорной техники»

д-р техн. наук, доцент

подпись

Якименко Игорь Владимирович

ФИО

«24» июня 2020 г.

**Зам. заведующего кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:**

подпись

Смолин Владимир Алексеевич

ФИО

«02» июля 2020 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/1Nd1mD3Qyn53RtmqIVFR0Q7wEmtNifEqD>

[https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1OVsbpP3by-WyiqN\\_ag6EP1vPVRjMKhKL](https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1OVsbpP3by-WyiqN_ag6EP1vPVRjMKhKL)

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 ТЕОРИИ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ</p> <p style="text-align: center;">Лекция</p> <p style="text-align: center;">Лекция 4. Дискретные сигналы и их спектры</p>	<p style="text-align: center;">Учебные вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Спектры дискретных сигналов</li> <li>2. Связь спектров аналогового и дискретного сигналов.</li> <li>3. Дискретные последовательности, в том числе периодические</li> </ol> <p><u>Литература:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вадутов О.С. Электроника. Математические основы обработки сигналов – М.: Юрайт, 2017, с. 118...122.</li> <li>2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов по спец. "Радиотехника" / С. И. Баскаков. — Изд. 5-е, стер. — М. : Высш. шк., 2005, с. 384...296.</li> <li>3. Основы цифровой обработки сигналов : учеб. пособие для студ. по "Телекоммуникации" / А. И. Солонина, Д. А. Улахович, С. М. Арбузов, Е. Б. Соловьева. — 2-е изд. — СПб : БХВ-Петербург, 2005, с. 183...195.</li> <li>4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б.Сергиенко. — М. : ПИТЕР, 2002, с. 131...137.</li> </ol>
<p>1. Спектры дискретных сигналов</p>	<p>Спектральную плотность, или спектральную функцию, дискретного сигнала, называемую для упрощения <b>спектром</b>, можно найти, дискретизировав по времени преобразование Фурье соответствующего ему аналогового сигнала (АС):</p> $X_a(j\omega) = F\{x(t)\} = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\omega t} dt.$
$X_a(j\omega) = F\{x(t)\} = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\omega t} dt.$ <p>Заменив <math>t</math> на <math>nT</math>, интеграл на сумму и <math>dt</math> на <math>T</math>, получим</p> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math display="block">X_d(j\omega) = F\{x(nT)\} = T \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT) e^{-j\omega nT}</math> </div> <p>Это выражение имеет размерность спектральной плотности [сигнал/частота].</p>	<p>Спектр может быть найден и <b>прямым преобразованием Фурье дискретного сигнала</b>, представленного функцией непрерывного времени</p> $\hat{x}(t) = \sum_{n=0}^{\infty} x(nT) \cdot \delta(t - nT)$ $\hat{X}(j\omega) = F\{\hat{x}(t)\} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x(nT) \delta(t - nT) e^{-j\omega t} dt$ <p>Используя фильтрующее свойство <math>\delta</math>-функции</p> $\int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot \delta(t - t_0) dt = x(t_0)$ <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math display="block">\hat{X}(j\omega) = F\{\hat{x}(t)\} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT) e^{-j\omega nT}</math> </div> <p>Это выражение имеет размерность [сигнал], так как является Фурье-преобразованием сигнала <math>x(t)</math>, размерностью [сигнал/время] или [сигнал·частота].</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/1Nd1mD3Qyn53RtmqIVFR0Q7wEmtNifEqD>

[https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1OVsbpP3by-WyiqN\\_ag6EP1vPVRjMKhKL](https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1OVsbpP3by-WyiqN_ag6EP1vPVRjMKhKL)

Пример задания на лабораторную работу.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 (4 часа) Исследование модулированных сигналов

#### Задание на лабораторную работу

1. Построить несущий сигнал для ПЭ1  $y(t)=\cos(\omega_0 t+\phi_0)$ , где  $\omega_0=N_{ж} \cdot \pi$ ;  $\phi_0=360-12 \cdot N_{ж}$ ; для ПЭ2  $y(t)=\sin(\omega_0 t+\phi_0)$ , где  $\omega_0=N_{ж} \cdot \pi$ ;  $\phi_0=360-12 \cdot N_{ж}$ .
2. Задать в качестве управляющего сигнала последовательность прямоугольных импульсов с коэффициентом заполнения  $(30+2 \cdot N_{ж})\%$  и амплитудой  $N_{ж} \cdot N_{группы}$  и частотой  $\omega_0/12$ .
3. Получить амплитудно-манипулированный сигнал и построить его спектр. Занести полученные графики в отчет.
4. Задать в качестве управляющего сигнала ППВИ как сумму гармонических колебаний (1-11) с параметрами из п.2.
5. Получить амплитудно-манипулированный сигнал при сложном управляющем сигнале и построить его спектр. Занести полученные графики в отчет.
6. Сравнить графики, полученные в п.3 и п.5, сделать вывод.
7. Провести исследование и получить графики зависимости спектра и модулированного сигнала (п.4-5) от коэффициента амплитудной модуляции. Коэффициент амплитудной модуляции изменять произвольно в обе стороны. Графики и вывод занести в отчет.
8. Провести исследование и получить графики зависимости спектра и модулированного сигнала (п.4-5) от частоты, амплитуды управляющих колебаний. Необходимые для исследования параметры изменять произвольно в обе стороны. Графики и вывод занести в отчет.
9. Получить балансно модулированный сигнал.
10. Задать в качестве управляющего сигнала для ПЭ1  $y(t)=\sin(\Omega t+\Phi)$ , где  $\Omega=3 \cdot N_{ж} \cdot \pi$ ;  $\Phi=12 \cdot N_{ж}$ ; для ПЭ2  $y(t)=\cos(\Omega t+\Phi)$ , где  $\Omega=3 \cdot N_{ж} \cdot \pi$ ;  $\Phi=12 \cdot N_{ж}$ .
11. Получить фазо-модулированный сигнал и построить его спектр. Занести полученные графики в отчет.
12. Получить частотно-модулированный сигнал и построить его спектр. Занести полученные графики в отчет.
13. Провести сравнение ФМ и ЧМ сигналов из п.11 и п.12. Сделать вывод. Занести графики и выводы в отчет. Обратите внимание, что для корректного сравнения графиков они должны быть выведены в одном поле графика.
14. Провести исследование и получить графики зависимости спектра и фазо-модулированного сигнала (п.11) от частоты, амплитуды управляющих колебаний. Необходимые для исследования параметры изменять произвольно в обе стороны. Графики и вывод занести в отчет.

15. Провести исследование и получить графики зависимости спектра и частотно-модулированного сигнала (п.12) от частоты, амплитуды управляющих колебаний. Необходимые для исследования параметры изменять произвольно в обе стороны. Графики и вывод занести в отчет.
16. Оформить отчет по проделанной работе.
17. Защитить отчет по лабораторной работе №3.

### 3. 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/1Nd1mD3Qyn53Rtmq1VFR0Q7wEmtNifEqD>  
[https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1OVsbpP3by-WyiqN\\_ag6EP1vPVRjMKhKL](https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1OVsbpP3by-WyiqN_ag6EP1vPVRjMKhKL)