



МИРЭА – Российский технологический университет
Институт Радиотехнических и телекоммуникационных систем
кафедра радиоволновых процессов и технологий
дисциплина Радиотехнические цепи и сигналы 2
презентация к лекции №2

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И СПЕКТР ДИСКРЕТНОГО СИГНАЛА

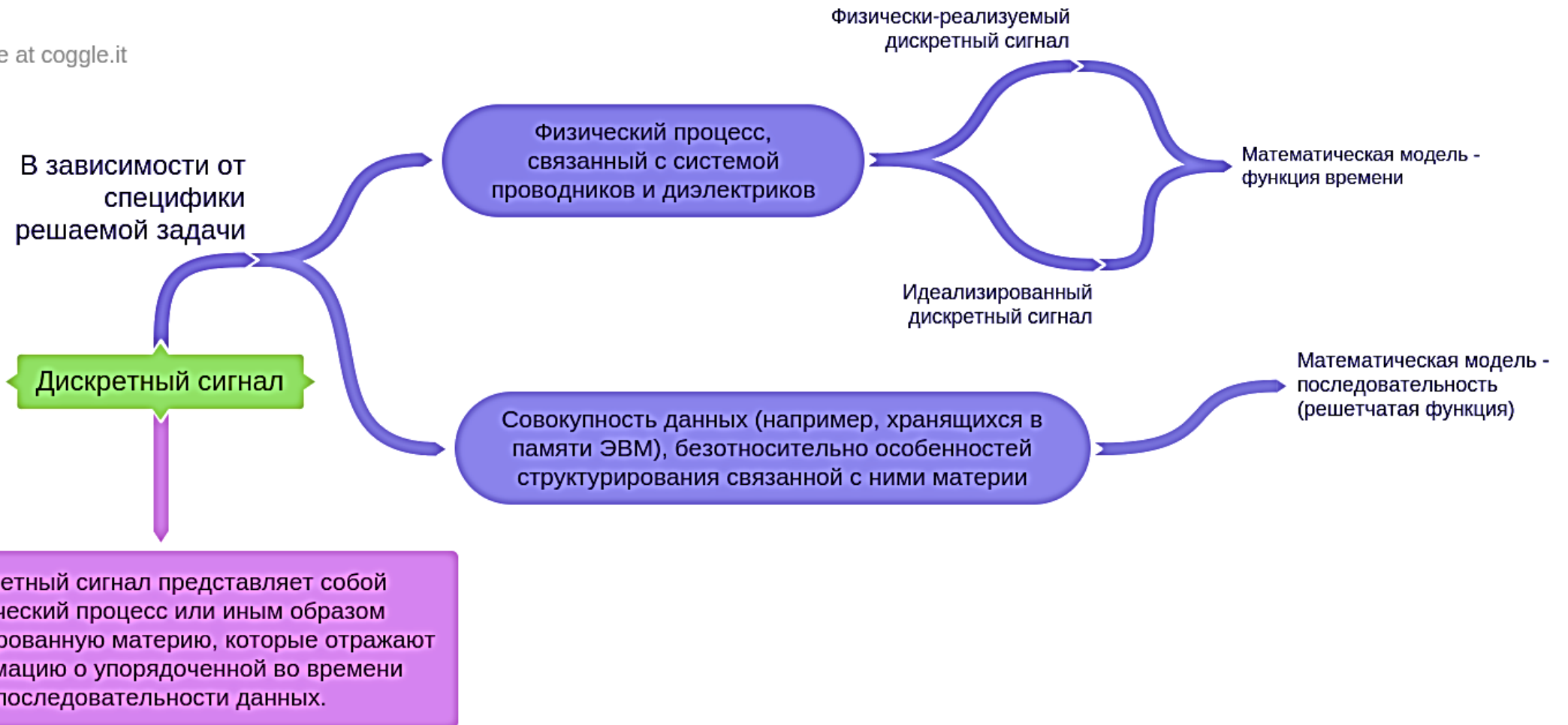
ст. пр. каф. РПТ Исаков В.Н.
circuits-signals@yandex.ru

Москва 2021

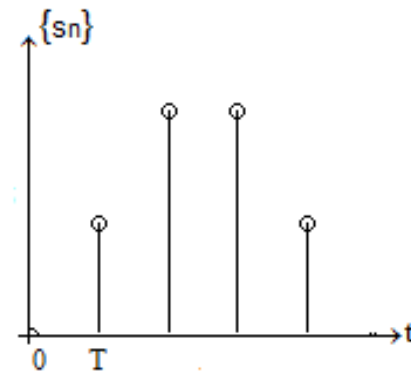
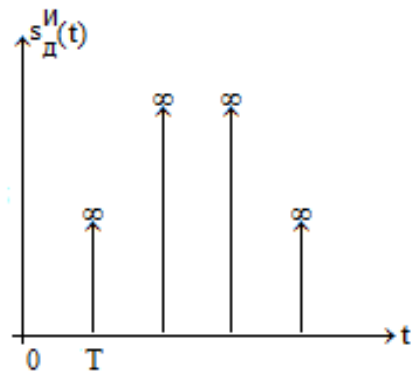
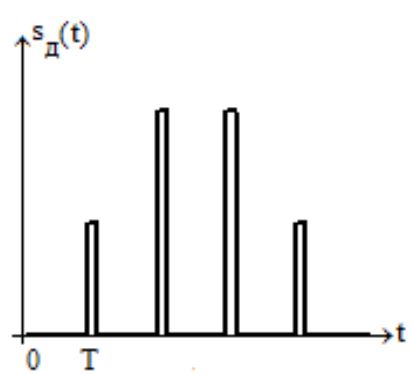
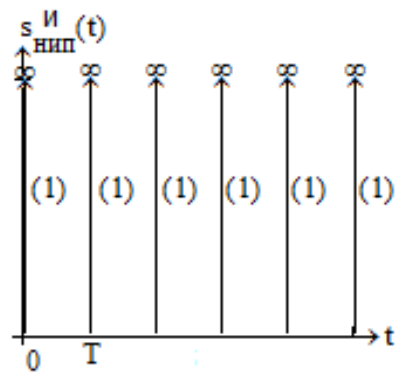
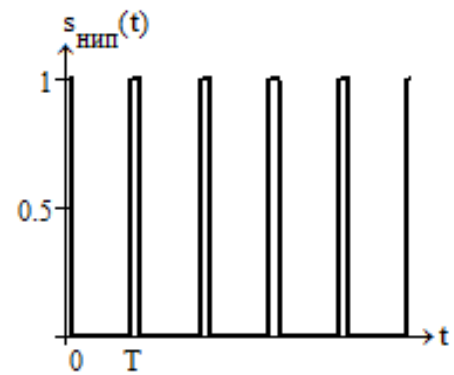
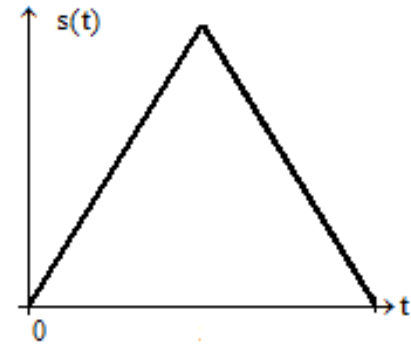
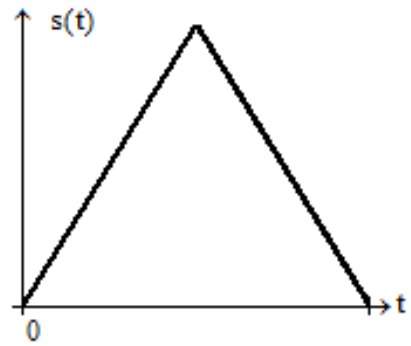
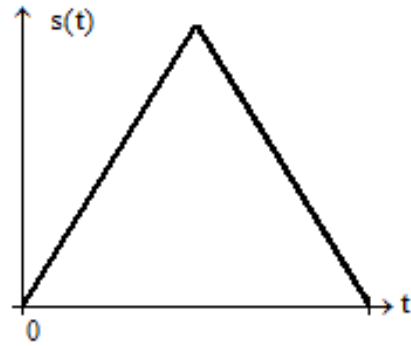
1. Понятие дискретного сигнала

coggle

made for free at coggle.it



2. Временные диаграммы, соответствующие различным пониманиям дискретного сигнала



3. Математическое описание дискретного сигнала

$$s_{\text{НИП}}(t) = V_0 \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \text{rect}\left(\frac{t - nT}{\tau_0}\right), \quad \tau_0 \ll T$$

$$s_{\text{д}}(t) = s(t)s_{\text{НИП}}(t) = V_0 s(t) \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \text{rect}\left(\frac{t - nT}{\tau_0}\right) \approx V_0 \sum_{n=-\infty}^{+\infty} s(nT) \text{rect}\left(\frac{t - nT}{\tau_0}\right)$$

$$V_0 = \frac{1}{\tau_0} \quad \tau_0 \rightarrow 0 \quad s_{\text{НИП}}(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(t - nT)$$

$$s_{\text{д}}(t) = s(t)s_{\text{НИП}}(t) = s(t) \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(t - nT) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} s(nT) \delta(t - nT)$$

$$s(nT) = s(t)|_{t=nT}$$

$$s[n]$$

$$s_n$$

$$\{s(nT)\}_{n=-\infty}^{+\infty}$$

$$\{s[n]\}_{n=-\infty}^{+\infty}$$

$$\{s_n\}_{n=-\infty}^{+\infty}$$

4. Спектр плотность дискретного сигнала

$$s_{\text{НПП}}(t) = \frac{V_0 \tau_0}{T} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \text{sinc}\left(\frac{k\omega_{\text{д}}\tau_0}{2}\right) e^{jk\omega_{\text{д}}t}$$

$$s_{\text{д}}(t) = s(t)s_{\text{НПП}}(t) = \frac{V_0 \tau_0}{T} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \text{sinc}\left(\frac{k\omega_{\text{д}}\tau_0}{2}\right) s(t) e^{jk\omega_{\text{д}}t}$$

$$S_{\text{д}}(\omega) = F\{s_{\text{д}}(t)\} = F\left\{\frac{V_0 \tau_0}{T} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \text{sinc}\left(\frac{k\omega_{\text{д}}\tau_0}{2}\right) s(t) e^{jk\omega_{\text{д}}t}\right\} =$$

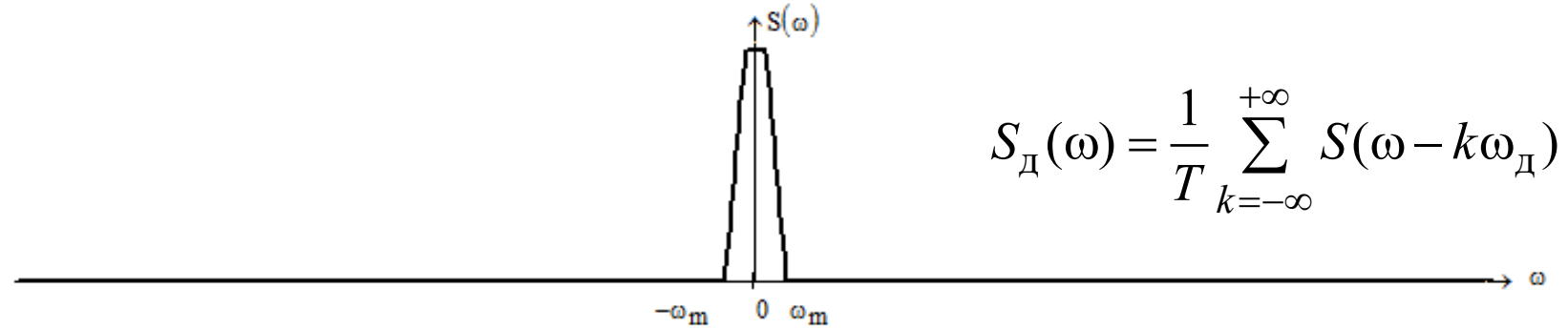
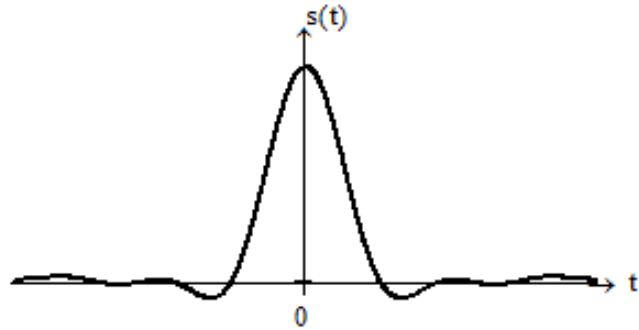
$$= \frac{V_0 \tau_0}{T} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \text{sinc}\left(\frac{k\omega_{\text{д}}\tau_0}{2}\right) F\{s(t) e^{jk\omega_{\text{д}}t}\} = \frac{V_0 \tau_0}{T} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \text{sinc}\left(\frac{k\omega_{\text{д}}\tau_0}{2}\right) S(\omega - k\omega_{\text{д}})$$

$$V_0 = 1 \Rightarrow S_{\text{д}}(\omega) = \frac{\tau_0}{T} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \text{sinc}\left(\frac{k\omega_{\text{д}}\tau_0}{2}\right) S(\omega - k\omega_{\text{д}})$$

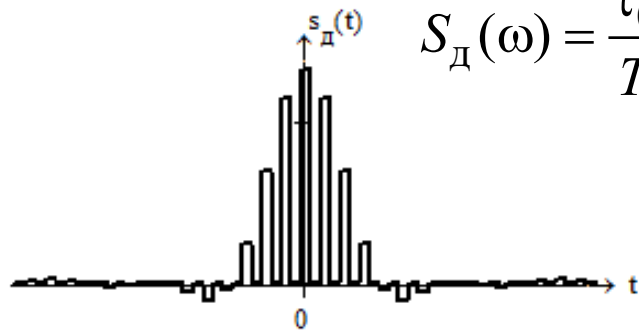
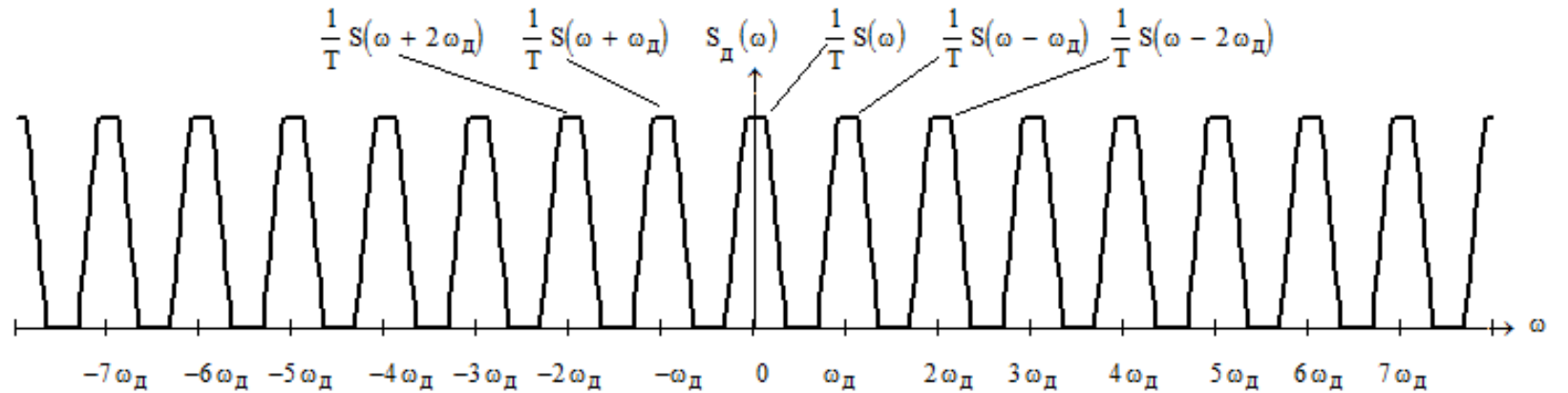
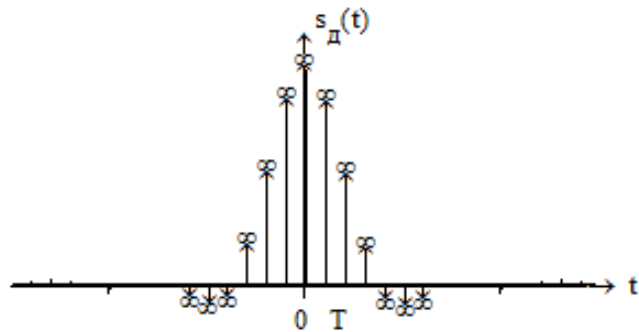
5. Спектр идеального дискретного сигнала

$$\left. \begin{aligned} S_{\text{д}}(\omega) &= \frac{V_0 \tau_0}{T} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \operatorname{sinc}\left(\frac{k \omega_{\text{д}} \tau_0}{2}\right) S(\omega - k \omega_{\text{д}}) \\ V_0 &= \frac{1}{\tau_0}, \tau_0 \rightarrow 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow S_{\text{д}}(\omega) = \frac{1}{T} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} S(\omega - k \omega_{\text{д}})$$

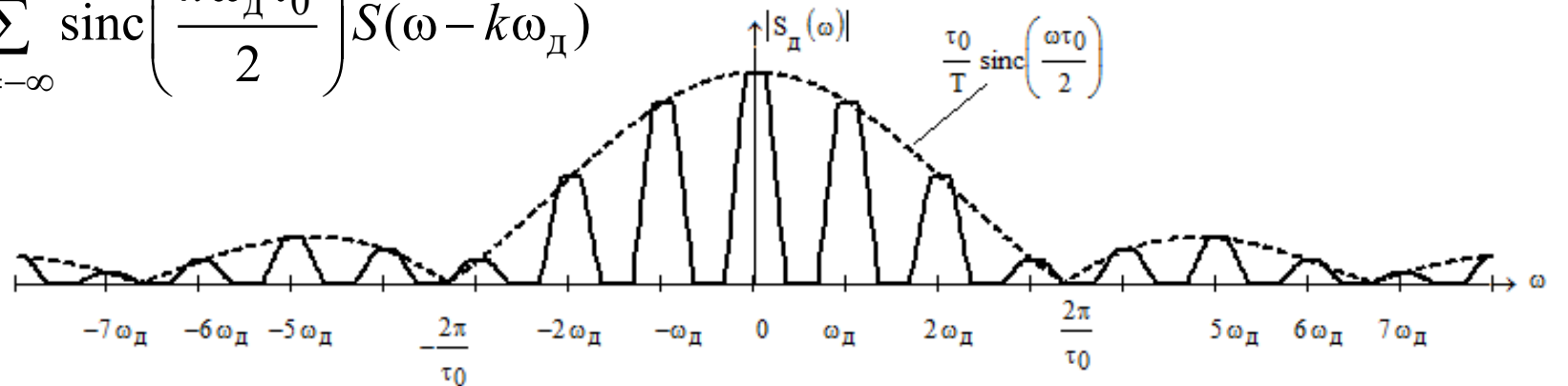
6. Взаимосвязь между спектрами аналогового и дискретного сигналов



$$S_D(\omega) = \frac{1}{T} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} S(\omega - k\omega_D)$$



$$S_D(\omega) = \frac{\tau_0}{T} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \text{sinc}\left(\frac{k\omega_D\tau_0}{2}\right) S(\omega - k\omega_D)$$



Список литературы

Основная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. для вузов / О. А. Стеценко. — М.: Высш. шк., 2007. — 432 с. <https://library.mirea.ru/books/39991>
2. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для студентов радиотехн. спец. вузов / И. С. Гоноровский. — М.: Радио и связь, 1986. — 512 с. <https://library.mirea.ru/books/6969>
3. Радиотехнические цепи и сигналы: учеб. для вузов / С. И. Баскаков. — М.: Высш. шк., 2005. — 462 с. <https://library.mirea.ru/books/875>
4. Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. пособие / Д. В. Васильев, М. Р. Витоль, Ю. Н. Горшенков, и др.; К. А. Самойло. — М.: Радио и связь, 1982. — 528 с. <https://library.mirea.ru/books/19694>

Дополнительная литература

5. Карташев В.Г. Основы теории дискретных сигналов и цифровых фильтров: учебное пособие для вузов. — М.: Высшая школа, 1982.
6. Основы цифровой обработки сигналов: Учеб. пособие для вузов / А. И. Солонина, Д. А. Улахович, С. М. Арбузов, Е. Б. Соловьева. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 753 с. <https://library.mirea.ru/books/831>
7. Сигналы. Теоретическая радиотехника: Справ. пособие / А. Н. Денисенко. — М.: Горячая линия - Телеком, 2005. — 704 с. <https://library.mirea.ru/books/45>
8. Теория радиотехнических цепей / Н. В. Зернов, В. Г. Карпов. — Л.: Энергия, 1972. — 816 с.: ил. — Библиогр.: с. 804 (15 назв.) <https://library.mirea.ru/books/9447>
9. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. — М.: Наука, 1998. — 608 с. <https://library.mirea.ru/books/4829>

Пособия и методические указания

10. Радиотехнические цепи и сигналы. Ч. 2 [Электронный ресурс]: метод. указания по выполнению лаб. работ / В. Н. Исаков, Д. Р. Барский. — М.: РТУ МИРЭА, 2019. — Электрон. опт. диск (ISO) <https://library.mirea.ru/share/3274>