



Темы курсовых работ по дисциплине: «Схемотехника ЭС» на 2019 учебный год.

Блок тем: малошумящий усилитель (МШУ).

Тема №1. Проектирование малошумящего усилителя для цифрового телевизионного ресивера в диапазоне частот от 100 МГц до 900 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте МШУ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В;
- b. Ток потребления: не более 150 мА;
- c. Рабочая частота: 100 МГц до 900 МГц;
- d. Коэффициент шума: не более 4 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 5 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 11 дБм;
- g. КСВН: не более 1,5
- h. Сопротивление источника (импеданс): 75 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 75 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №2. Проектирование малошумящего усилителя для цифрового GSM ресивера в диапазоне частот от 800 МГц до 1000 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте МШУ со следующими параметрами:



- a. Напряжение питания: от +4,5В до +5,5В;
- b. Ток потребления: не более 110 мА;
- c. Рабочая частота: 800 МГц до 1000 МГц;
- d. Коэффициент шума: не более 1,5 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 10 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 15 дБм;
- g. КСВН: не более 2;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №3. Проектирование малошумящего усилителя для цифрового CDMA 450 ресивера в диапазоне частот от 380 МГц до 500 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте МШУ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В;
- b. Ток потребления: не более 125 мА;
- c. Рабочая частота: 380 МГц до 500 МГц;
- d. Коэффициент шума: не более 1,5 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 15 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 17 дБм;
- g. КСВН: не более 1,8;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.



В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №4. Проектирование малошумящего усилителя для использования в системах LTE/4G/WiMAX в диапазоне частот от 1,3 ГГц до 2 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте МШУ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: от +3В до +5В;
- b. Ток потребления: не более 130 мА;
- c. Рабочая частота: 1,3 ГГц до 2 ГГц;
- d. Коэффициент шума: не более 1,4 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 13 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 18 дБм;
- g. КСВН: не более 1,8;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).



4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №5. Проектирование малошумящего усилителя для использования в HDTV ресиверах в диапазоне частот от 50 МГц до 900 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте МШУ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: от +3В до +5В;
- b. Ток потребления: не более 150 мА;
- c. Рабочая частота: 50 МГц до 900 МГц;
- d. Коэффициент шума: не более 2,5 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 12 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 19 дБм;
- g. КСВН: не более 2,5;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 75 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 75 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №6. Проектирование малошумящего усилителя для использования в CDMA/W-CDMA системах в диапазоне частот от 1,7 ГГц до 2 ГГц.



При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте МШУ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В;
- b. Ток потребления: не более 90 мА;
- c. Рабочая частота: 1,7 ГГц до 2 ГГц;
- d. Коэффициент шума: не более 1,5 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 12 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 13 дБм;
- g. КСВН: не более 1,8;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №7. Проектирование малошумящего усилителя для использования в CDMA/3-G системах в диапазоне частот от 700 МГц до 1000 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте МШУ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В;
- b. Ток потребления: не более 95 мА;
- c. Рабочая частота: 700 МГц до 1000 МГц;
- d. Коэффициент шума: не более 1 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 14 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 20 дБм;
- g. КСВН: не более 2;



- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №8. Проектирование малошумящего усилителя для использования в LTE/4G/WiMAX системах в диапазоне частот от 3,1 ГГц до 3,9 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте МШУ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: от +3В до +5В;
- b. Ток потребления: не более 100 мА;
- c. Рабочая частота: 3,1 ГГц до 3,9 ГГц;
- d. Коэффициент шума: не более 1,5 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 17 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 17 дБм;
- g. КСВН: не более 2,5;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.5 Зависимость коэффициента шума от частоты;



- 3.1 КСВН;
- 3.2 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
- 3.3 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).

4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №9. Проектирование малошумящего усилителя для использования в сухопутных системах связи в диапазоне частот от 2,2 ГГц до 3 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте МШУ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В/+6В;
- b. Ток потребления: не более 90 мА;
- c. Рабочая частота: 2,2 ГГц до 3 ГГц;
- d. Коэффициент шума: не более 1,4 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 18 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 18 дБм;
- g. КСВН: не более 1,5;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.



Тема №10. Проектирование малошумящего усилителя для использования в приемных устройствах пассивной радиолокации в диапазоне частот от 4 ГГц до 5 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте МШУ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +3В/+5В;
- b. Ток потребления: не более 100 мА;
- c. Рабочая частота: 4 ГГц до 5 ГГц;
- d. Коэффициент шума: не более 1 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 13 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 18 дБм;
- g. КСВН: не более 2;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Блок тем: усилитель мощности (УМ)

Тема №11. Проектирование усилителя мощности для использования в стационарных радио системах в диапазоне частот от 100 МГц до 400 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УМ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +28В;



- b. Ток потребления: не более 120 мА;
- c. Рабочая частота: 100 МГц до 400 МГц;
- d. Коэффициент шума: не более 8 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 20 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 40 дБм;
- g. КСВН: не более 3;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{4дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №12. Проектирование усилителя мощности для использования в радиорелейных линиях связи большого радиуса действия в диапазоне частот от 300 МГц до 2000 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УМ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +28В;
- b. Ток потребления: не более 120 мА;
- c. Рабочая частота: 300 МГц до 2000 МГц;
- d. Коэффициент шума: не более 5 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 18 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 33 дБм;
- g. КСВН: не более 3;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:



1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{4дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №13. Проектирование усилителя мощности для использования в LTE системах большого радиуса действия в диапазоне частот от 1300 МГц до 2400 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УМ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +8В;
- b. Ток потребления: не более 700 мА;
- c. Рабочая частота: 1300 МГц до 2400 МГц;
- d. Коэффициент шума: не более 1,2 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 16 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 28 дБм;
- g. КСВН: не более 2;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{4дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.



Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №14. Проектирование усилителя мощности для использования в LTE системах большого радиуса действия в диапазоне частот от 2,8 ГГц до 3,6 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УМ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В/+8В;
- b. Ток потребления: не более 180 мА;
- c. Рабочая частота: 2,8 ГГц до 3,6 ГГц;
- d. Коэффициент шума: не более 1,8 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 19 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 25 дБм;
- g. КСВН: не более 2,2;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{4дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №15. Проектирование усилителя мощности для использования в переносных радиостанциях в диапазоне частот от 400 МГц до 1000 МГц.



При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УМ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +3В/+5В;
- b. Ток потребления: не более 220 мА;
- c. Рабочая частота: 400 МГц до 1000 МГц;
- d. Коэффициент шума: не более 3 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 40 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 33 дБм;
- g. КСВН: не более 2,5;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{4дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №16. Проектирование усилителя мощности для переносных передатчиков в диапазоне частот от 2,1 ГГц до 3 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УМ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +8В/+12В;
- b. Ток потребления: не более 400 мА;
- c. Рабочая частота: 2,1 ГГц до 3 ГГц;
- d. Коэффициент шума: не более 4 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 15 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 25 дБм;
- g. КСВН: не более 2,5;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;



- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{4дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №17. Проектирование усилителя мощности в диапазоне частот от 2,7 ГГц до 3,2 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УМ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +24В/+28В/+32В;
- b. Ток потребления: не более 550 мА;
- c. Рабочая частота: 2,7 ГГц до 3,2 ГГц;
- d. Коэффициент шума: не более 6 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 33 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 40 дБм;
- g. КСВН: не более 3,5;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{4дБ}$).



4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №18. Проектирование усилителя мощности для радиорелейной линии типа «точка-точка» в диапазоне частот от 2,5 ГГц до 2,7 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УМ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +28В/+12В/+19В;
- b. Ток потребления: не более 1,5 А;
- c. Рабочая частота: 2,5 ГГц до 2,7 ГГц;
- d. Коэффициент шума: не более 7 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 30 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 36 дБм;
- g. КСВН: не более 3,5;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты; усиления;
 - 3.2 КСВН (в полярных координатах диаграммы Вольперта – Смита);
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{4дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №19. Проектирование усилителя мощности для 5G Massive MIMO в диапазоне частот от 3,4 ГГц до 3,6 ГГц.



При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УМ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +28/+12В/+19В;
- b. Ток потребления: не более 1,2 А;
- c. Рабочая частота: 3,4 ГГц до 3,6 ГГц;
- d. Коэффициент шума: не более 5 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 27 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 34 дБм;
- g. КСВН: не более 2,7;
- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

5. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
1. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
2. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты; усиления;
 - 3.2 КСВН (в полярных координатах диаграммы Вольперта – Смита);
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{4дБ}$).
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №20. Проектирование усилителя мощности для фазированной антенной решетки в диапазоне частот от 4,4 ГГц до 5 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УМ со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +28/+12В/+19В;
- b. Ток потребления: не более 1,6 А;
- c. Рабочая частота: 4,4 ГГц до 5 ГГц;
- d. Коэффициент шума: не более 8 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 22 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 33 дБм;
- g. КСВН: не более 2,8;



- h. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- i. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты; усиления;
 - 3.2 КСВН (в полярных координатах диаграммы Вольперта – Смита);
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{4дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Блок тем: усилитель с переменным коэффициентом усиления (УПКу)

Тема №21. Проектирование усилителя с переменным коэффициентом усиления для цифрового телевизионного ресивера в диапазоне частот от 45 МГц до 150 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УПКу со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В/+8В/+3В/+3,3В/+12В/+9В;
- b. Ток потребления: не более 800 мА;
- c. Рабочая частота: 45 МГц до 150 МГц;
- d. Коэффициент шума: не более 3,5 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 28 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 25 дБм;
- g. КСВН: не более 2,3;
- h. Ослабление сигнала (аттенюация для K_{ymin} и K_{ymax}): не менее 18 дБ;
- i. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- j. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;



2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №22. Проектирование усилителя с переменным коэффициентом усиления для цифрового ресивера в диапазоне частот от 200 МГц до 350 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УПКу со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В/+8В/+3В/+3,3В/+12В/+9В;
- b. Ток потребления: не более 850 мА;
- c. Рабочая частота: 200 МГц до 350 МГц;
- d. Коэффициент шума: не более 4 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 22 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 20 дБм;
- g. КСВН: не более 2,2;
- h. Ослабление сигнала (аттенюация для K_{ymin} и K_{ymax}): не менее 15 дБ;
- i. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- j. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.



Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №23. Проектирование усилителя с переменным коэффициентом усиления для GSM систем в диапазоне частот от 800 МГц до 1000 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УПКу со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В/+8В/+3В/+3,3В/+12В/+9В;
- b. Ток потребления: не более 750 мА;
- c. Рабочая частота: 800 МГц до 1000 МГц;
- d. Коэффициент шума: не более 2,7 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 30 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 28 дБм;
- g. КСВН: не более 2,5;
- h. Ослабление сигнала (аттенюация для K_{ymin} и K_{ymax}): не менее 18 дБ;
- i. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- j. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №24. Проектирование усилителя с переменным коэффициентом усиления для LTE/WCDMA систем в диапазоне частот от 700 МГц до 1500 МГц.



При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УПКу со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В/+8В/+3В/+3,3В/+12В/+9В;
- b. Ток потребления: не более 700 мА;
- c. Рабочая частота: 700 МГц до 1500 МГц;
- d. Коэффициент шума: не более 3 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 20 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 26 дБм;
- g. КСВН: не более 1,9;
- h. Ослабление сигнала (аттенюация для K_{ymin} и K_{ymax}): не менее 30 дБ;
- i. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- j. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1дБ}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №25. Проектирование усилителя с переменным коэффициентом усиления для CDMA/GSM систем в диапазоне частот от 2 ГГц до 2,2 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте УПКу со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В/+8В/+3В/+3,3В/+12В/+9В;
- b. Ток потребления: не более 500 мА;
- c. Рабочая частота: 2 ГГц до 2,2 ГГц;
- d. Коэффициент шума: не более 3,5 дБ;
- e. Коэффициент усиления по мощности: не менее 18 дБ;
- f. Выходная мощность: не менее 22 дБм;



- g. КСВН: не более 2;
- h. Ослабление сигнала (аттенюация для K_{ymin} и K_{ymax}): не менее 30 дБ;
- i. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- j. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Зависимость коэффициента шума от частоты;
 - 3.2 КСВН;
 - 3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
 - 3.4 ВГЛАХ (точка $P_{1\text{дБ}}$).
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Блок тем: умножитель частоты (УЧ)

Тема №26. Проектирование умножителя частоты $\times 8$ для волоконно-оптической линии связи в диапазоне частот от 10 ГГц до 11 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте умножитель частоты со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В;
- b. Диапазон входных частот: 1,2 ГГц до 1,4 ГГц;
- c. Диапазон выходных частот: 10 ГГц до 11 ГГц;
- d. Фазовый шум: не более -130 дБн/Гц при отстройке на 100 кГц;
- e. Выходная мощность: от 3 до 7 дБм;
- f. Ток потребления: не более 100 мА;
- g. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- h. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;



3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Фазового шума;
 - 3.2 Спектр выходного сигнала;
 - 3.3 Выходную мощность умножителя частоты.
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №27. Проектирование умножителя частоты $\times 16$ для линии связи в диапазоне частот от 10 ГГц до 11 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте умножитель частоты со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В;
- b. Диапазон входных частот: 618 МГц до 687 МГц;
- c. Диапазон выходных частот: 10 ГГц до 11 ГГц;
- d. Фазовый шум: не более -120 дБн/Гц при отстройке на 100 кГц;
- e. Выходная мощность: от 3 до 8 дБм;
- f. Ток потребления: не более 120 мА;
- g. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- h. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Фазового шума;
 - 3.2 Спектр выходного сигнала;
 - 3.3 Выходную мощность умножителя частоты.
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №28. Проектирование умножителя частоты $\times 2$ для береговой линии связи в диапазоне частот от 4 ГГц до 5.6 ГГц.



При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте умножитель частоты со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В;
- b. Диапазон входных частот: 2 ГГц до 2,8 ГГц;
- c. Диапазон выходных частот: 4 ГГц до 5,6 ГГц;
- d. Фазовый шум: не более -135 дБн/Гц при отстройке на 100 кГц;
- e. Выходная мощность: от 8 до 13 дБм;
- f. Ток потребления: не более 130 мА;
- g. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- h. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Фазового шума;
 - 3.2 Спектр выходного сигнала;
 - 3.3 Выходную мощность умножителя частоты.
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №29. Проектирование умножителя частоты $\times 2$ для внутриотдельного радио в диапазоне частот от 40 МГц до 1000 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте умножитель частоты со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В;
- b. Диапазон входных частот: 20 МГц до 1000 МГц;
- c. Диапазон выходных частот: 40 МГц до 2000 МГц;
- d. Выходная мощность: от 3 до 10 дБм;
- e. Ток потребления: не более 70 мА;
- f. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- g. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:



1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Спектр выходного сигнала;
 - 3.2 Выходную мощность умножителя частоты.
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №30. Проектирование умножителя частоты $\times 7$ для опорного генератора в диапазоне частот от 52,5 МГц до 80,5 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте умножитель частоты со следующими параметрами:

- a. Напряжение питания: +5В;
- b. Диапазон входных частот: 7,5 МГц до 11,5 МГц;
- c. Диапазон выходных частот: 52,5 МГц до 80,5 МГц;
- d. Выходная мощность: от 2 до 12 дБм;
- e. Ток потребления: не более 80 мА;
- f. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- g. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Проанализировать и показать общий ток потребления схемы;
3. Построить графики параметров:
 - 3.1 Спектр выходного сигнала;
 - 3.2 Выходную мощность умножителя частоты.
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Блок тем: делитель мощности (ДМ)



Тема №31. Проектирование Т-образного делителя мощности для ГУН на частоте 100 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте делитель мощности со следующими параметрами:

- a. Рабочая частота: 100 МГц;
- b. Количество выходов: 2;
- c. Вносимые потери на каждом из выходов: не более 4 дБ;
- d. Обратные потери: менее 40 дБ;
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить графики параметров:
 - 3.1 S – параметров (S_{11} ; S_{33} ; S_{21} ; S_{22} ; S_{31} ; S_{23})
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №32. Проектирование делителя мощности Уилкинсона для ГУН на частоте 1000 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте делитель мощности со следующими параметрами:

- a. Рабочая частота: 1000 МГц;
- b. Количество выходов: 2;
- c. Вносимые потери на каждом из выходов: не более 3 дБ;
- d. Обратные потери: менее 50 дБ;
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить графики параметров:
 - 3.1 S – параметров (S_{11} ; S_{33} ; S_{21} ; S_{22} ; S_{31} ; S_{23})
3. Предложить варианты оптимизации схемы.



Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №33. Проектирование делителя мощности Уилкинсона для преселектора на частоте 2.5 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте делитель мощности со следующими параметрами:

- a. Рабочая частота: 2.5 ГГц;
- b. Количество выходов: 2;
- c. Вносимые потери на каждом из выходов: не более 2.8 дБ;
- d. Обратные потери: менее 53 дБ;
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить графики параметров:
3.1 S – параметров (S_{11} ; S_{33} ; S_{21} ; S_{22} ; S_{31} ; S_{23})
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №34. Проектирование T-образного делителя мощности для антенного переключателя на частоте 550 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте делитель мощности со следующими параметрами:

- a. Рабочая частота: 550 МГц;
- b. Количество выходов: 2;
- c. Вносимые потери на каждом из выходов: не более 3.5 дБ;
- d. Обратные потери: менее 48 дБ;
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:



1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить графики параметров:
3.1 S – параметров (S_{11} ; S_{33} ; S_{21} ; S_{22} ; S_{31} ; S_{23})
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №35. Проектирование делителя мощности Уилкинсона для преселектора на частоте 4 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте делитель мощности со следующими параметрами:

- a. Рабочая частота: 4 ГГц;
- b. Количество выходов: 2;
- c. Вносимые потери на каждом из выходов: не более 3.5 дБ;
- d. Обратные потери: менее 50 дБ;
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить графики параметров:
3.1 S – параметров (S_{11} ; S_{33} ; S_{21} ; S_{22} ; S_{31} ; S_{23})
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №36. Проектирование делителя мощности Уилкинсона для 5G Massive MIMO на частоте 5 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте делитель мощности со следующими параметрами:

- a. Рабочая частота: 5 ГГц;
- b. Количество выходов: 4;
- c. Вносимые потери на каждом из выходов: не более 5 дБ;



- d. Обратные потери: менее 35 дБ;
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить графики параметров:
3.2 S – параметров (S_{11} ; S_{33} ; S_{21} ; S_{22} ; S_{31} ; S_{23} ; S_{41} ; S_{44} ; S_{34})
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №37. Проектирование делителя мощности Уилкинсона для опорного генератора на частоте 300 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте делитель мощности со следующими параметрами:

- a. Рабочая частота: 300 МГц;
- b. Количество выходов: 8;
- c. Вносимые потери на каждом из выходов: не более 4 дБ;
- d. Обратные потери: менее 30 дБ;
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить графики параметров:
3.3 S – параметров (S_{11} ; S_{33} ; S_{21} ; S_{22} ; S_{31} ; S_{23} ; S_{41} ; S_{44} ; S_{34})
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №38. Проектирование делителя мощности Уилкинсона для усилителя мощности на частоте 2,8 ГГц.



При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте делитель мощности со следующими параметрами:

- a. Рабочая частота: 2,8 ГГц;
- b. Количество выходов: 4;
- c. Вносимые потери на каждом из выходов: не более 4 дБ;
- d. Обратные потери: менее 35 дБ;
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить графики параметров:
3.4 S – параметров (S_{11} ; S_{33} ; S_{21} ; S_{22} ; S_{31} ; S_{23} ; S_{41} ; S_{44} ; S_{34})
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Блок тем: аттенюатор (АТТ)

Тема №39. Проектирование пассивного фиксированного аттенюатора для радио в диапазоне частот от 200 МГц до 2 ГГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте аттенюатор со следующими параметрами:

- a. Рабочая частота: 200 МГц до 2 ГГц;
- b. Подавление в рабочей полосе частот: не менее 10 дБ;
- c. Обратные потери: не более 13 дБ;
- d. КСВН: не более 1,3;
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
3. Предложить варианты оптимизации схемы.



Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №40. Проектирование пассивного фиксированного аттенюатора для радио в диапазоне частот от 100 МГц до 900 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте аттенюатор со следующими параметрами:

- a. Рабочая частота: 100 МГц до 900 МГц;
- b. Подавление в рабочей полосе частот: не менее 2 дБ;
- c. Обратные потери: не более 23 дБ;
- d. КСВН: не более 1,2;
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №41. Проектирование пассивного фиксированного аттенюатора для радио в диапазоне частот от 300 МГц до 1500 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте аттенюатор со следующими параметрами:

- a. Рабочая частота: 300 МГц до 1500 МГц;
- b. Подавление в рабочей полосе частот: не менее 6 дБ;
- c. Обратные потери: не более 17 дБ;
- d. КСВН: не более 1,4;
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:



1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №42. Проектирование пассивного фиксированного аттенюатора для радио в диапазоне частот от 500 МГц до 2500 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте аттенюатор со следующими параметрами:

- g. Рабочая частота: 500 МГц до 2500 МГц;
- h. Подавление в рабочей полосе частот: не менее 8 дБ;
- i. Обратные потери: не более 20 дБ;
- j. КСВН: не более 1,5;
- k. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- l. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

4. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
5. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
6. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Блок тем: полосно-пропускающий фильтр (ППФ)

Тема №43. Проектирование ППФ 4^{ого} порядка с полосой пропускания 45-55 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный полосно-пропускающий фильтр (ППФ) 4^{ого} порядка, со следующими параметрами:

- a. Полоса пропускания (ПП, 3 дБ): 45 МГц до 55 МГц;



- b. Вносимые потери ПП: не более 5 дБ;
- c. Обратные потери ПП: менее 10 дБ;
- d. Тип фильтра: Чебышева (0,3 дБ пульсации);
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №44. Проектирование ППФ 3^{ого} порядка с полосой пропускания 30-50 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный полосно-пропускающий фильтр (ППФ) 3^{ого} порядка, со следующими параметрами:

- a. Полоса пропускания (ПП, 3 дБ): 30 МГц до 50 МГц;
- b. Вносимые потери ПП: не более 7 дБ;
- c. Обратные потери ПП: менее 12 дБ;
- d. Тип фильтра: Баттерворта (0,2 дБ пульсации);
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №45. Проектирование ППФ 4^{ого} порядка с полосой пропускания 50-70 МГц.



При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный полосно-пропускающий фильтр (ППФ) 4^{ого} порядка, со следующими параметрами:

- a. Полоса пропускания (ПП, 3 дБ): 50 МГц до 70 МГц;
- b. Вносимые потери ПП: не более 2 дБ;
- c. Обратные потери ПП: менее 7 дБ;
- d. Тип фильтра: Чебышева (0,3 дБ пульсации);
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №46. Проектирование ППФ 3^{ого} порядка с полосой пропускания 100-120 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный полосно-пропускающий фильтр (ППФ) 3^{ого} порядка, со следующими параметрами:

- a. Полоса пропускания (ПП, 3 дБ): 100 МГц до 120 МГц;
- b. Вносимые потери ПП: не более 3 дБ;
- c. Обратные потери ПП: менее 12 дБ;
- d. Тип фильтра: Баттерворта (0,2 дБ пульсации);
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.



Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №47. Проектирование ППФ 2^{ого} порядка с полосой пропускания 130-170 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный полосно-пропускающий фильтр (ППФ) 2^{ого} порядка, со следующими параметрами:

- a. Полоса пропускания (ПП, 3 дБ): 130 МГц до 170 МГц;
- b. Вносимые потери ПП: не более 4 дБ;
- c. Обратные потери ПП: менее 15 дБ;
- d. Тип фильтра: Баттерворта (0,2 дБ пульсации);
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
2. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
3. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Блок тем: фильтр низких частот (ФНЧ)

Тема №48. Проектирование ФНЧ Бесселя с частотой среза 150 МГц, для преселектора.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный фильтр низких частот (ФНЧ), со следующими параметрами:

- a. Граничная частота полосы пропускания: 500 МГц;
- b. Граничная частота полосы задерживания: 650 МГц
- c. Вносимые потери: не более 3 дБ;
- d. Обратные потери: менее 15 дБ;
- e. Тип фильтра: Бесселя;
- f. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- g. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:



1. Определить порядок проектируемого фильтра;
2. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
3. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №49. Проектирование эллиптического ФНЧ Чебышева с частотой среза 100 МГц, для модуля входного устройства.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный фильтр низких частот (ФНЧ), со следующими параметрами:

- a. Граничная частота полосы пропускания: 320 МГц;
- b. Граничная частота полосы задерживания: 420 МГц
- c. Вносимые потери: не более 2,5 дБ;
- d. Обратные потери: менее 17 дБ;
- e. Тип фильтра: эллиптический Чебышева;
- f. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- g. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Определить порядок проектируемого фильтра;
2. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
3. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №50. Проектирование ФНЧ Чебышева с частотой среза 200 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный фильтр низких частот (ФНЧ), со следующими параметрами:

- a. Граничная частота полосы пропускания: 120 МГц;
- b. Граничная частота полосы задерживания: 320 МГц



- с. Вносимые потери: не более 4 дБ;
- а. Обратные потери: менее 12 дБ;
- б. Тип фильтра: Чебышева;
- с. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- д. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Определить порядок проектируемого фильтра;
2. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
3. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №51. Проектирование ФНЧ Баттерворта с частотой среза 30 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный фильтр низких частот (ФНЧ), со следующими параметрами:

- а. Граничная частота полосы пропускания: 1250 МГц;
- б. Граничная частота полосы задерживания: 1300 МГц;
- с. Вносимые потери: не более 6 дБ;
- д. Обратные потери: менее 18 дБ;
- е. Тип фильтра: Баттерворта;
- ф. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- г. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Определить порядок проектируемого фильтра;
2. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
3. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.



Тема №52. Проектирование ФНЧ Бесселя с частотой среза 250 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный фильтр низких частот (ФНЧ), со следующими параметрами:

- a. Граничная частота полосы пропускания: 750 МГц;
- b. Граничная частота полосы задерживания: 1000 МГц
- c. Вносимые потери: не более 4,5 дБ;
- d. Обратные потери: менее 16 дБ;
- e. Тип фильтра: Бесселя;
- f. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- g. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Определить порядок проектируемого фильтра;
2. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
3. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Блок тем: фильтр высоких частот (ФВЧ)

Тема №53. Проектирование ФВЧ Баттерворта с частотой среза 55 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный фильтр высоких частот (ФВЧ), со следующими параметрами:

- a. Частота среза фильтра: 55 МГц;
- b. Неравномерность коэффициента передачи в полосе пропускания: не более 1,2 дБ;
- c. Вносимые потери: не более 3 дБ;
- d. Обратные потери: менее 15 дБ;
- e. Тип фильтра: Баттерворта;
- f. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- g. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:



1. Определить порядок проектируемого фильтра;
2. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
3. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №54. Проектирование ФВЧ Баттерворта с частотой среза 102 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный фильтр высоких частот (ФВЧ), со следующими параметрами:

- a. Частота среза фильтра: 102 МГц;
- b. Неравномерность коэффициента передачи в полосе пропускания: не более 1,6 дБ;
- c. Вносимые потери: не более 4 дБ;
- d. Обратные потери: менее 17 дБ;
- e. Тип фильтра: Баттерворта;
- f. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- g. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Определить порядок проектируемого фильтра;
2. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
3. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №55. Проектирование ФВЧ Чебышева с частотой среза 25 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный фильтр высоких частот (ФВЧ), со следующими параметрами:

- a. Частота среза фильтра: 25 МГц;



- a. Неравномерность коэффициента передачи в полосе пропускания: не более 1 дБ;
- b. Вносимые потери: не более 2,5 дБ;
- c. Обратные потери: менее 12 дБ;
- d. Тип фильтра: Чебышева;
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Определить порядок проектируемого фильтра;
2. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
3. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №56. Проектирование ФВЧ Чебышева с частотой среза 80 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный фильтр высоких частот (ФВЧ), со следующими параметрами:

- g. Частота среза фильтра: 80 МГц;
- a. Неравномерность коэффициента передачи в полосе пропускания: не более 1,7 дБ;
- b. Вносимые потери: не более 2,2 дБ;
- c. Обратные потери: менее 20 дБ;
- d. Тип фильтра: Чебышева;
- e. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- f. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Определить порядок проектируемого фильтра;
2. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
3. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
4. Предложить варианты оптимизации схемы.



Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.

Тема №57. Проектирование ФВЧ Баттерворта с частотой среза 90 МГц.

При помощи САПР *Keysight ADS (Advanced Design System)*, разработайте пассивный фильтр высоких частот (ФВЧ), со следующими параметрами:

- a. Частота среза фильтра: 90 МГц;
- b. Неравномерность коэффициента передачи в полосе пропускания: не более 1,3 дБ;
- c. Вносимые потери: не более 3,5 дБ;
- d. Обратные потери: менее 14 дБ;
- e. Тип фильтра: Баттерворта;
- f. Сопротивление источника (импеданс): 50 Ом;
- g. Сопротивление нагрузки (импеданс): 50 Ом.

В результате, необходимо:

1. Определить порядок проектируемого фильтра;
2. Провести схемотехническое проектирование – результатом которого будет электрическая принципиальная схема устройства;
3. Построить график S – параметров (S_{11} ; S_{12} ; S_{21} ; S_{22});
4. Предложить варианты оптимизации схемы.

Пояснительная записка по КР должна быть не менее 15 страниц. В этот объём входят: теория, скриншоты из программ, графики, выводы и прочее.

Все оформление должно соответствовать ГОСТ и ЕСКД.