

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии**

**Наименование образовательной программы: Радиоэлектроника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Устройства генерирования и формирования сигналов**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Плутешко А.В.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R73a91500-PluteshkoAV-a18dbd7f |

(подпись)

А.В.

Плутешко

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Жихарева Г.В.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c |

(подпись)

Г.В.

Жихарева

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Шалимова Е.В.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6 |

(подпись)

Е.В.

Шалимова

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен проектировать биотехнические системы

ИД-2 Разрабатывает компоненты биотехнических систем с использованием методов обработки сигналов, медикобиологических данных и изображений

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Выравнивающие цепи (Расчетно-графическая работа)
2. Микрополосковые цепи (Расчетно-графическая работа)
3. Побочные составляющие в спектре колебания (Расчетно-графическая работа)
4. Расчёт фазового шума источника колебаний (Расчетно-графическая работа)
5. s-параметры (Расчетно-графическая работа)

## БРС дисциплины

1 семестр

| Раздел дисциплины                                                                                                          | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                                                                                                            | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|                                                                                                                            | Срок КМ:                        | 4    | 7    | 10   | 13   | 15   |
| Типовые требования к УГФС и их влияние на выбор функциональных схем                                                        |                                 |      |      |      |      |      |
| Типовые требования к УГФС и их влияние на выбор функциональных схем                                                        | +                               |      |      |      |      |      |
| Широкополосные усилители мощности с полосой до октавы: элементная база, цепи согласования, типовые характеристики          |                                 |      |      |      |      |      |
| Широкополосные усилители мощности с полосой до октавы: элементная база, цепи согласования, типовые характеристики          |                                 |      | +    |      |      |      |
| Широкополосные усилители мощности с полосой более октавы: особенности построения цепей согласования, примеры характеристик |                                 |      |      |      |      |      |
| Широкополосные усилители мощности с полосой более октавы: особенности построения цепей согласования, примеры характеристик |                                 |      |      | +    |      |      |
| Пассивные диодные смесители                                                                                                |                                 |      |      |      |      |      |
| Пассивные диодные смесители                                                                                                |                                 |      |      |      | +    |      |

|                                                                                                                                             |   |    |    |    |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|----|----|
| Шумовые характеристики УГФС. Фазовые и амплитудные шумы, вносимые основными функциональными узлами УГФС. Методы построения малошумящих УГФС |   |    |    |    |    |
| Шумовые характеристики УГФС. Фазовые и амплитудные шумы, вносимые основными функциональными узлами УГФС. Методы построения малошумящих УГФС |   |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                                                                                                                     | 5 | 20 | 20 | 15 | 40 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                                     | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2               | ИД-2ПК-2 Разрабатывает компоненты биотехнических систем с использованием методов обработки сигналов, медикобиологических данных и изображений | <p>Знать:</p> <p>методы расчёта параметров и характеристик схем УГФС</p> <p>источники, методы оценки и снижения уровней фазовых шумов на выходах УГФС, механизмы их влияния на формируемые сигналы</p> <p>методы построения схем УГФС</p> <p>Уметь:</p> <p>выполнять количественные оценки уровней фазовых шумов на выходах УГФС с выбранными схемами и решать задачи снижения этих шумов до уровней, допустимых по техническим требованиям</p> <p>выбирать схемы и выполнять расчёты параметров и режимов широкополосных</p> | <p>s-параметры (Расчетно-графическая работа)</p> <p>Выравнивающие цепи (Расчетно-графическая работа)</p> <p>Микрополосковые цепи (Расчетно-графическая работа)</p> <p>Побочные составляющие в спектре колебания (Расчетно-графическая работа)</p> <p>Расчёт фазового шума источника колебаний (Расчетно-графическая работа)</p> |

|  |  |               |  |
|--|--|---------------|--|
|  |  | устройств СВЧ |  |
|--|--|---------------|--|

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. s-параметры**

**Формы реализации:** Обмен электронными документами

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется студентом в часы самостоятельной работы. Затем отправляется преподавателю на электронную почту

#### **Краткое содержание задания:**

Согласовать генератор со входом устройства, описываемого заданным файлом s-параметров

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                    |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Знать: методы построения схем УГФС | 1. Структура файла s-параметров |
|------------------------------------|---------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:*

### **КМ-2. Выравнивающие цепи**

**Формы реализации:** Обмен электронными документами

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется студентом в часы самостоятельной работы. Затем отправляется преподавателю на электронную почту

#### **Краткое содержание задания:**

Рассчитать и промоделировать диссипативную выравнивающую цепь

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                            |                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы расчёта параметров и характеристик схем УГФС | 1. Какие параметры эквивалентной схемы биполярного транзистора определяют его поведение на СВЧ? |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:*

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания:

### КМ-3. Микрополосковые цепи

**Формы реализации:** Обмен электронными документами

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется студентом в часы самостоятельной работы. Затем отправляется преподавателю на электронную почту

**Краткое содержание задания:**

Составить цепь согласования, используя отрезки микрополосковой линии

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                             |                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выбирать схемы и выполнять расчёты параметров и режимов широкополосных устройств СВЧ | 1.Как следует выбирать толщину подложки, если требуется сократить физические размеры микрополосковых цепей? |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания:

### КМ-4. Побочные составляющие в спектре колебания

**Формы реализации:** Обмен электронными документами

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется студентом в часы самостоятельной работы. Затем отправляется преподавателю на электронную почту

**Краткое содержание задания:**

Определить комбинационные составляющие на выходе двойного балансного смесителя

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: источники, методы оценки и снижения уровней фазовых шумов на выходах УГФС, механизмы их влияния на | 1.Какие частоты существуют на выходе двойного балансного смесителя, если все диоды считать идентичными идеальными переключателями, а вторичные обмотки трансформаторов - |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| формируемые сигналы | симметричными? |
|---------------------|----------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-5. Расчёт фазового шума источника колебаний**

**Формы реализации:** Обмен электронными документами

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 40**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется студентом в часы самостоятельной работы. Затем отправляется преподавателю на электронную почту

**Краткое содержание задания:**

Синтезировать малошумящее колебание с помощью кольца ФАПЧ

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выполнять количественные оценки уровней фазовых шумов на выходах УГФС с выбранными схемами и решать задачи снижения этих шумов до уровней, допустимых по техническим требованиям | 1. Построение источника колебания с требованием по минимизации СПМ ФШ на заданной отстройке: как выбрать между двумя опорными генераторами, если они имеют разные выходные частоты? |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет

### Пример билета

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

### Процедура проведения

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-2</sub> Разрабатывает компоненты биотехнических систем с использованием методов обработки сигналов, медикобиологических данных и изображений

### Вопросы, задания

1. Двойной балансный смеситель: какие диоды должны быть идентичными, чтобы полностью устранить просачивание колебания с частотой гетеродина?
2. Чем вызвано использование двух различных величин для описания спектральной плотности фазового шума?
3. Какие частоты существуют на выходе двойного балансного смесителя, если все диоды считать идентичными идеальными переключателями, а вторичные обмотки трансформаторов - симметричными?
4. Структура файла s-параметров
5. Какие параметры эквивалентной схемы биполярного транзистора определяют его поведение на СВЧ?
6. Эквиваленты индуктивностей (в том числе дросселей) и ёмкостей в микрополосковом исполнении
7. Как следует выбирать толщину подложки, если требуется сократить физические размеры микрополосковых цепей?
8. Как следует интерпретировать спектр выходной мощности при преобразовании вверх?
9. Почему при синтезе частоты с помощью ФАПЧ предпочтительно использовать интегратор?
10. Построение источника колебания с требованием по минимизации СПМ ФШ на заданной отстройке: как выбрать между двумя опорными генераторами, если они имеют разные выходные частоты?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Модуль коэффициента отражения от нормированного импеданса  $2j$   
Ответы:  
а) 1 б) 2 в) 3  
Верный ответ: 1
2. Спектральная плотность мощности ЭДС теплового шума сопротивления  $R$   
Ответы:  
а)  $4kTR$  б)  $2kTR$  в)  $kTR$   
Верный ответ:  $4kTR$

3.10 мВт это

Ответы:

а) 10дБм б) 0дБм в) -10дБм

Верный ответ: 10дБм

4. Два колебания с амплитудами 1 В и 1 мкВ существуют на одном и том же сопротивлении. Относительный уровень второго

Ответы:

а) 120дБн б) -60дБн в) -120дБн

Верный ответ: -120дБн

5. СПМ ФШ -120 дБрад<sup>2</sup>/Гц соответствует

Ответы:

а) -117дБн/Гц б) -123дБн/Гц в) -120дБн/Гц

Верный ответ: б) -123дБн/Гц

6. Система ФАПЧ 1-го порядка уменьшила на некоторой отстройке СПМ ФШ ГУН на 3 дБ. Какое изменение испытывает СПМ ФШ опорного генератора на этой же отстройке ?

Ответы:

а) -3дБ б) -6дБ в) -10дБ

Верный ответ: -3дБ

7. Коэффициент отражения от нормированного импеданса 0

Ответы:

а) 0 б) 1 в) -1

Верный ответ: -1

8. Коэффициент отражения от ненагруженной линии передачи бесконечно малой длины

Ответы:

а) 0 б) 1 в) -1

Верный ответ: 1

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена верно или с несущественными недостатками

*Оценка: не зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»