# Комплект оценочных материалов по дисциплине «Проектирование и технология электронной компонентной базы СВЧ»

**Задания закрытого типа**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа**

1. Выберите один правильный ответ

Интегральная микросхема СВЧ представляет собой:

А) класс ИМС, выполняющих функции генерирования, усиления и преобразования электромагнитных колебаний в диапазоне СВЧ

Б) ИМС, выполненные на кремниевой подложке по планарной технологии

В) ИМС, выполненные на германиевой подложке по VIP-технологии

Правильный ответ: А

Компетенции: ПК-3, ПК-4

2. Выберите один правильный ответ

СВЧ-элементы с сосредоточенными параметрами имеют размеры:

А) менее 0.1λ

Б) равные λ

В) более λ

Правильный ответ: А

Компетенции: ПК-3, ПК-4

3. Выберите один правильный ответ

К элементам СВЧ с сосредоточенными параметрами относятся:

А) полупроводниковые диоды и транзисторы

Б) микрополосковые линии

В) объемные резонаторы и волновые линии

Правильный ответ: А

Компетенции: ПК-4, ПК-5

4. Выберите один правильный ответ

СВЧ ИМС бывают:

А) гибридными и полупроводниковыми

Б) только гибридными

В) только полупроводниковыми

Правильный ответ: А

Компетенции: ПК-3, ПК-4

5. Выберите один правильный ответ

Активные приборы гибридной ИМС располагают:

А) на поверхности и в углублениях подложки

Б) только на поверхности подложки

В) непосредственно в подложке

Правильный ответ: А

Компетенции: ПК-3, ПК-4

6. Выберите один правильный ответ

Линейные размеры эмиттерного модуля СВЧ должны быть:

А) порядка половины длины волны

Б) порядка длины волны

В) порядка двух длин волн

Правильный ответ: А

Компетенции: ПК-4, ПК-5

7. Выберите один правильный ответ

Пассивные элементы СВЧ могут быть:

А) с распределенными и сосредоточенными параметрами

Б) только с сосредоточенными параметрами

В) только с распределенными параметрами

Правильный ответ: А

Компетенции: ПК-3, ПК-4

8. Выберите один правильный ответ

Требования, предъявляемые к подложкам гибридных СВЧ ИМС:

А) ε>10; tgδ<10-4; пористость 0,5-1%; 12 класс чистоты

Б) ε=1; tgδ=1; пористость 1%; 1 класс чистоты

В) ε<1; tgδ>1; пористость>5%; 6-7 класс чистоты

Правильный ответ: А

Компетенции: ПК-4, ПК-5

9. Выберите один правильный ответ

В СВЧ ИМС, рассеивающих большую мощность, используют подложку из:

А) окиси бериллия

Б) окоси цинка

В) сапфира

Правильный ответ: А

Компетенции: ПК-3, ПК-5

10. Выберите один правильный ответ

Ферриты в качестве подложек используют в СВЧ ИМС:

А) циркуляторах, гираторах, фазовращателях

Б) усилителях, антенных решетках

В) смесителях, генераторах, усилителях

Правильный ответ: А

Компетенции: ПК-3, ПК-5

**Задания закрытого типа на установление соответствия**

1. Укажите соответствие названия частотного диапазона и характерных длин волн. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Частотный диапазон |  | Диапазон длин волн |
| 1) | СЧ | А) | 1000...100 м |
| 2) | ВЧ | Б) | 100...10 м |
| 3) | УВЧ | В) | 100...10 см |
| 4) | СВЧ | Г) | 10...1 см |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| А | Б | В | Г |

Компетенции: ПК-3, ПК-4

2. Укажите соответствие названия слоя в конструкции ПТШ и его назначения. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Слой |  | Назначение |
| 1) | буферный слой | А) | улучшение свойств кристаллической решетки на границе раздела |
| 2) | эпитаксиальный n-слой | Б) | формирование проводящего канала между истоком и стоком |
| 3) | металлизация в виде узкой полосы | В) | затвор транзистора |
| 4) | металлизация с топологией прямоугольной формы | Г) | сток/исток транзистора |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| А | Б | В | Г |

Компетенции: ПК-3, ПК-4

3. Укажите соответствие способа управления фазовращателем и их основными особенностями. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Способ управления фазовращателем |  | Особенности способа |
| 1) | непрерывный | А) | применяются специальные схемы для формирования управляющих аналоговых сигналов |
| 2) | дискретный | Б) | на рабочей характеристике аналоговых фазовращателей используется ряд точек, изменение фазы происходит скачкообразно |
| 3) | дискретно-коммутационный | В) | стабильность таких устройств определяется стабильностью параметров пассивных элементов, а влияние управляющих ключевых элементов пренебрежимо мало |

Правильный ответ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| А | Б | В |

Компетенции: ПК-4, ПК-5

4. Укажите соответствие между блоками СВЧ устройств и их основными функциями. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Блок СВЧ устройства |  | Основные функции блока |
| 1) | аттенюатор | А) | ослабление электромагнитного сигнала |
| 2) | детектор | Б) | демодуляция сигнала |
| 3) | смеситель | В) | создание спектра комбинационных частот |

Правильный ответ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| А | Б | В |

Компетенции: ПК-4, ПК-5

5. Укажите соответствие между типами микрополосковых линий и их основными особенностями. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Тип микрополосковых линий |  | Особенности линии |
| 1) | щелевая линия | А) | наличие эллиптической поляризации магнитного поля |
| 2) | копланарный волновод | Б) | электромагнитная волна распространяется вдоль щелей между проводящими поверхностями |
| 3) | копланарная полосковая линия | В) | имеется непрерывная распределенная по длине электромагнитная связь |

Правильный ответ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| А | Б | В |

Компетенции: ПК-3, ПК-5

6. Укажите соответствие между схемами включения полевых СВЧ транзисторов и их характерными особенностями. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Схема включения полевых СВЧ транзисторов |  | Особенности схемы |
| 1) | схема ОЗ | А) | на низких частотах эту схему можно рассматривать как схему ОИ с глубокой отрицательной обратной связью по току. Она имеет малое входное и повышенное выходное сопротивления |
| 2) | схема ОИ | Б) | схема применяется чаще всего в СВЧ усилителях |
| 3) | схема ОС | В) | схему на низких частотах можно рассматривать как схему ОИ с глубокой отрицательной обратной связью, последовательной по напряжению |

Правильный ответ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| А | Б | В |

Компетенции: ПК-3, ПК-5

**Задания закрытого типа на установление правильной последовательности**

1. Расставьте поддиапазоны, используемые для РЛС, в порядке возрастания частоты.

А) L

Б) S

В) C

Г) X

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции: ПК-3, ПК-4

2. Укажите слои в хронологическом порядке их формирования во время производства транзисторов с затвором Шоттки:

А) Буферный слой

Б) Эпитаксиальный n-слой

В) Металлизация

Правильный ответ: А, Б, В

Компетенции: ПК-3, ПК-4

3. Расставьте структуры с различными типами поперечных разрезов в порядке возрастания соответствующих им пробивных напряжений сток-исток при нулевом напряжении на затворе МПТШ транзистора.

А) Планарная или плоская структура

Б) Структуры с локально выращенным n+-слоем заданной формы

В) Структуры с n+-контактным слоем, расположенным по всей поверхности пластины

Г) Структуры с канавкой, края которой имеют угол наклона ~ 1°

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции: ПК-4, ПК-5

4. Расставьте типы конструкций конденсаторов в порядке возрастания добротности схем с их использованием.

А) На основе обратно смещенных диодов Шоттки

Б) Встречно-штыревые конденсаторы

В) Межслойные конденсаторы

Правильный ответ: А, Б, В

Компетенции: ПК-4, ПК-5

5. Расставьте материалы, на основе которых выполнена СВЧ микросхема, в порядке возрастания барьера, образующегося при создании барьера Шоттки.

А) InP

Б) GaAs

В) GaAs0.67P0.33

Г) Ga0.7Al0.3As

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции: ПК-3, ПК-5

6. Расставьте поддиапазоны, используемых в спутниковой связи, в порядке убывания длин волн.

А) L-band

Б) S-band

В) С-band

Г) X-band

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции: ПК-3, ПК-5

**Задания открытого типа**

**Задания открытого типа на дополнение**

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

В СВЧ ИМС, где важна стабильность диэлектрической \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, используют подложку из титаната магния.

Правильный ответ: проницаемости

Компетенции: ПК-4, ПК-5

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Подложки из кремния и арсенида галлия применяют на частотах \_\_\_\_\_ 20 ГГц.

Правильный ответ: более

Компетенции: ПК-4, ПК-5

3. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Для изготовления узкополосных фильтров в диапазоне частот до 2 ГГц используются подложки из \_\_\_\_кристаллического кварца.

Правильный ответ: моно-

Компетенции: ПК-3, ПК-4

4. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

При проектировании СВЧ ИМС рабочая частота микрополосковой линии должна быть \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ критической частоты.

Правильный ответ: ниже

Компетенции: ПК-3, ПК-4

5. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Затухание в микрополосковой линии передачи определяется \_\_\_\_\_\_\_\_ в проводнике, диэлектрике и на излучение.

Правильный ответ: потерями

Компетенции: ПК-3, ПК-4

6. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

При использовании подложки с ε>10 потери в микрополосковой линии определяются в основном потерями в \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: проводнике

Компетенции: ПК-3, ПК-4

7. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

В несимметричной микрополосковой линии часть энергии находится в пространстве над \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: проводником

Компетенции: ПК-4, ПК-5

8. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Эффективная диэлектрическая проницаемость микрополосковой линии типа «сэндвич» \_\_\_\_\_\_\_ диэлектрической проницаемости диэлектрика

Правильный ответ: равна

Компетенции: ПК-4, ПК-5

9. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

У микрополосковых линий типа щелевая, компланарная и односторонняя, как правило, \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ потери на излучение

Правильный ответ: большие

Компетенции: ПК-3, ПК-5

10. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Такие материалы проводников, как алюминий, хром, тантал, титан обладают хорошей \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ к подложкам.

Правильный ответ: адгезией

Компетенции: ПК-3, ПК-5

**Задания открытого типа с кратким свободным ответом**

1. Основным сдерживающим фактором при изготовлении МОП-приборов является трудность создания диэлектрической пленки, так как в отличие от Si на GaAs и InP \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: трудно вырастить стабильный собственный окисел

Компетенции: ПК-3, ПК-4

2. Так как структуру полевого транзистора на СВЧ трудно выразить эквивалентной схемой и математической моделью в виде S-матрицы, параметры матрицы рассеяния полевого СВЧ транзистора измеряют и выражают \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: в виде таблицы или графика

Компетенции: ПК-3, ПК-4

3. Для чего необходимы цепи согласования для СВЧ-усилителей на полевых транзисторах?

Правильный ответ: Из-за внутренних и внешних паразитных обратных связей / на высоких частотах транзистор утрачивает свойства невзаимности, и при определенных соотношениях нагрузочных сопротивлений усилитель может самовозбудиться.

Компетенции: ПК-4, ПК-5

4. Как можно уменьшить влияние отрицательно смещенной подложки на область пространственного заряда под каналом ПТШ при фиксированном напряжении смещения?

Правильный ответ: увеличением расстояние между элементами / улучшением изоляцию активных приборов

Компетенции: ПК-4, ПК-5

5. Интенсивность излучения света мощными ПТШ, усиливающими СВЧ сигнал, скоррелирована с \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: уровнем входного СВЧ сигнала и с насыщением выходной мощности

Компетенции: ПК-3, ПК-5

6. Что необходимо для получения стационарных автоколебаний генератора, конструируемого на основе транзистора?

Правильный ответ: на выходных зажимах автогенератора необходимо отрицательное сопротивление / наличие цепи внешней обратной связи

Компетенции: ПК-3, ПК-5

7. Применение глубоких обратных связей в микросхемах СВЧ диапазона затруднено прежде всего потому, что \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: усилительные возможности транзисторов значительно уменьшаются с ростом частоты

Компетенции: ПК-4, ПК-5

8. В чем состоит главная задача при проектировании микросхем смесителей на ПТШ?

Правильный ответ: В выборе электрических цепей для подачи входного сигнала и сигнала гетеродина на затвор ПТШ

Компетенции: ПК-3, ПК-4

**Задания открытого типа с развернутым ответом**

1. Назовите основные требования к малошумящим усилителям СВЧ.

Время выполнения – 20 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

К малошумящим усилителям СВЧ предъявляется комплекс достаточно жестких и в известной мере противоречивых требований. Они должны обладать:

- очень малым коэффициентом шума;

- высоким коэффициентом усиления;

- широким динамическим диапазоном;

- равномерной АЧХ и линейной ФЧХ в широкой полосе частот.

Полоса усиливаемых частот делается достаточно широкой, чтобы исключить необходимость перестройки усилителя.

В настоящее время применительно к системам радиосвязи, радиовещания и телевидения в наибольшей мере этим требованиям удовлетворяют транзисторные малошумящие усилители. Используются:

- биполярные транзисторы СВЧ на частотах до 7 ГГц;

- полевые транзисторы с затвором Шоттки до миллиметрового диапазона включительно.

Свойства усилителя диапазона СВЧ описываются параметрами, отличающимися от параметров усилителей умеренно высоких частот, что связано с особенностью измерений на СВЧ. Рассматриваются:

- входные и выходные коэффициенты отражения Г1 и Г2;

- функции усиления и отражения мощности Кр и Кот.

Важную роль играют шумовые параметры – коэффициент шума, шумовое число, мера шума.

Компетенции: ПК-3, ПК-4

2. Опишите, с чем связаны перспективы развития СВЧ устройств в России?

Время выполнения – 15 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Перспективы СВЧ устройств в России связаны с несколькими ключевыми аспектами. Развитие СВЧ-транзисторов и монолитных интегральных схем (МИС) на основе нитрида галлия (GaN), что обеспечивает большую теплопроводность и возможность работы при высоких мощностях. Использование современных полупроводниковых материалов, таких как кремний, карбид кремния, нитрид галлия и алмаз, которые открывают новые возможности для СВЧ-технологий. Разработка и освоение новых изделий в радиоэлектронной отрасли, включая радиолокационные станции и другие приборы. Стратегия развития электронной промышленности в России, которая включает в себя разработку и производство СВЧ-диапазона с топологической нормой 45-65 нм.

Компетенции: ПК-4

3. Опишите основные особенности фильтров на поверхностно-акустических волнах (ФПАВ).

Время выполнения – 20 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Фильтр на поверхностно-акустических волнах выполняется на подложках с сильным пьезоэффектом – ниобате лития, кварце. Конструктивно он состоит из двух встречно-штыревых преобразователей. Входной встречно-штыревой преобразователь возбуждает в подложке поверхностно-акустические волны, выходной – принимает их и вновь превращает в электрический сигнал. Малый КПД и ослабление акустической волны в подложке обусловливают большие потери сигнала. Зазор между штырями ФПАВ на 480 МГц должен быть порядка 2 мкм. Ширину и длину отдельных встречно-штыревых преобразователей оптимизируют, чтобы при наилучших параметрах АЧХ и ФЧХ получить активные составляющие входного и выходного сопротивлений 50 Ом. Реактивность входа и выхода обычно является емкостью (3…5 пФ), поэтому цепи согласования ФПАВ включают одну или несколько последовательных индуктивностей.

При монтаже ФПАВ ножки, присоединенные к корпусу, и сам корпус фильтра надо очень тщательно заземлять, а выводы входа и выхода разделять металлическим экраном.

Компетенции: ПК-3