МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы СВЧ-электроники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	34	34	часов
5	Самостоятельная работа	38	38	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е.

Зачет: 8 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 36076

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 91 от «19» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

д.т.н., профессор каф. ФЭ	_____	С. В. Смирнов
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	_____	П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ФЭ	_____	П. Е. Троян

Эксперты:

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ)	_____	И. А. Чистоедова
Профессор кафедры физической электроники (ФЭ)	_____	Т. И. Данилина

Согласована на портале № 36076

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины "Основы СВЧ-электроники" является формирование представлений по принципам и основам работы приборов диапазона СВЧ, КВЧ и ГВЧ, получение навыков практического применения приборов и устройств этого диапазона частот.

1.2. Задачи дисциплины

– - Формирование знаний по вопросам теории и практики успешного использования приборов и устройств СВЧ диапазона.

– - Изучение физических процессов в приборах и устройствах СВЧ диапазона.

– - Приобретение навыков свободного владения методами и средствами анализа процессов в приборах и устройствах СВЧ диапазона.

– - Изучение конструктивных особенностей, параметров, характеристик и режимов работы приборов, а также навыков применения СВЧ приборов на практике.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы СВЧ-электроники» (Б1.В.ДВ.1.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Планирование эксперимента, Твердотельная электроника, Физика конденсированного состояния, Физика полупроводников.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Моделирование и проектирование микро- и наносистем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-2 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

– ПСК-1 способностью владеть современными методами расчета и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** физические принципы преобразования энергий, лежащие в основе микроволновой электроники; основные характеристики и параметры микроволновых приборов; принципы работы устройств, использующих активные микроволновые приборы.

– **уметь** использовать методы и средства анализа процессов в микроволновых приборах; обосновывать применение микроволновых в практической деятельности.

– **владеть** навыками выбора из множества микроволновых приборов единственного необходимого для экспериментальной установки; навыками обработки и оценки экспериментальных результатов; знаниями параметров и характеристик, режимов работы микроволновых приборов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	34	34

Согласована на портале № 36076

Лекции	12	12
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	12	12
Самостоятельная работа (всего)	38	38
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	10	10
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	16
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость, ч	72	72
Зачетные Единицы	2.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр						
1 Основы физических процессов в СВЧ приборах	2	2	0	6	10	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
2 Электродинамические системы в приборах СВЧ электроники	2	2	0	6	10	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
3 Полупроводниковые СВЧ приборы	4	2	8	14	28	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
4 Гибридные СВЧ схемы	2	2	4	10	18	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
5 Конструирование СВЧ интегральных схем	2	2	0	2	6	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
Итого за семестр	12	10	12	38	72	
Итого	12	10	12	38	72	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Основы физических процессов в СВЧ	Определение диапазона СВЧ, КВЧ, ГВЧ. Особенности и классификация приборов. Уравнения, ха-	2	ПК-1, ПК-2, ПСК-1

Согласована на портале № 36076

приборах	рактеризующие взаимодействие заряженных частиц с электромагнитными полями. Преобразование энергий в микроволновых приборах. Основные параметры микроволновых приборов. Эквивалентные схемы СВЧ приборов.		
	Итого	2	
2 Электродинамические системы в приборах СВЧ электроники	Электродинамические системы резонансных и не резонансных приборов. Конструкции, параметры, методы расчета параметров. Резонаторы для микроволновых приборов. Резонаторная система магнетронов. Замедляющие системы для не резонансных приборов.	2	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
	Итого	2	
3 Полупроводниковые СВЧ приборы	Детекторы. Смесители. Диоды Ганна. СВЧ транзисторы. Лавинно-пролетные СВЧ диоды. Варикапы.	4	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
	Итого	4	
4 Гибридные СВЧ схемы	Основные конструктивные особенности. Принцип действия. Основные характеристики и параметры приборов. Конструкции элементов ГИС.	2	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
	Итого	2	
5 Конструирование СВЧ интегральных схем	Полупроводниковые диоды. Усилители, генераторы, смесители. Пассивные элементы.	2	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		12	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
	1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины					
1 Планирование эксперимента	+	+	+	+	+
2 Твердотельная электроника	+	+	+	+	+
3 Физика конденсированного состояния	+	+	+	+	+
4 Физика полупроводников	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины					
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+
2 Моделирование и проектирование микро- и наносистем	+	+			+

Согласована на портале № 36076

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-2	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПСК-1	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
3 Полупроводниковые СВЧ приборы	Исследование варикапа.	4	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
	Исследование генератора на диоде Ганна.	4	
	Итого	8	
4 Гибридные СВЧ схемы	Исследование детекторов СВЧ сигналов.	4	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 36076

8 семестр			
1 Основы физических процессов в СВЧ приборах	Проводимость приборов, эквивалентные схемы приборов.	2	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
	Итого	2	
2 Электродинамические системы в приборах СВЧ электроники	Выводы энергии на линии передачи (волноводы, коаксиальные линии, полосковые).	2	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
	Итого	2	
3 Полупроводниковые СВЧ приборы	Расчет выходных параметров СВЧ транзисторов.	2	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
	Итого	2	
4 Гибридные СВЧ схемы	Расчет выходных параметров ЛБВ и ЛОВ.	2	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
	Итого	2	
5 Конструирование СВЧ интегральных схем	Расчет выходных параметров ГДГ и ГЛПД.	2	ПК-1, ПК-2, ПСК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Основы физических процессов в СВЧ приборах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2, ПСК-1	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
2 Электродинамические системы в приборах СВЧ электроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2, ПСК-1	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
3 Полупроводниковые СВЧ приборы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2, ПСК-1	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	14		

Согласована на портале № 36076

4 Гибридные СВЧ схемы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2, ПСК-1	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
5 Конструирование СВЧ интегральных схем	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2, ПСК-1	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	2		
Итого за семестр		38		
Итого		38		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
8 семестр				
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Отчет по практическому занятию	10	15	15	40
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	30	35	35	100
Нарастающим итогом	30	65	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Согласована на портале № 36076

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Соколова, Ж.М. Приборы и устройства СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ж.М. Соколова. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 283 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/4963/#1 (дата обращения: 04.07.2018).

2. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника : Учебное пособие для вузов / Ю. Л. Бобровский [и др.] ; ред. : Н. Д. Федоров. - М. : Радио и связь, 2002. - 560 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 59 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Козлов, В.Г. Антенны и устройства СВЧ [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Козлов. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 68 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/12062/#1 (дата обращения: 04.07.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Микроволновые приборы и устройства: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Соколова Ж. М. - 2010. 97 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/16 (дата обращения: 04.07.2018).

2. Основы СВЧ электроники: Сборник задач, вопросов и упражнений / Соколова Ж. М. - 2012. 123 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/858 (дата обращения: 04.07.2018).

3. Исследование отражательного клистрона: Руководство к лабораторной работе / Падусова Е. В., Соколова Ж. М. - 2011. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/104 (дата обращения: 04.07.2018).

4. Исследование СВЧ генератора на диоде Ганна: Руководство к лабораторной работе / Соколова Ж. М., Никифоров А. Н. - 2011. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/110 (дата обращения: 04.07.2018).

5. Исследование многорезонаторного магнетрона: Руководство к лабораторной работе / Падусова Е. В., Соколова Ж. М. - 2011. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/109 (дата обращения: 04.07.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 36076

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: http://elibrary.ru

2. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал университета. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 224 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория микроскопометрии и спектрометрии

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 005-1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лазерный спектральный эллипсометр Эллипс-1891 САГ;
- Комплекс сканирующего зондового микроскопа;
- Атомно-силовой микроскоп Certus Optic U с совмещенным оптическим микроскопом;
- Компьютер персональный (2 шт.);
- Ноутбук;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– AvaSoft ThinFilm - USB1

– AvaSoft-Raman for AvaSpec

Согласована на портале № 36076

- AvaSpec - USB1
- LibreOffice
- NSpec
- PDF-XChange Viewer
- Spectr
- Windows 7 Pro
- Windows XP

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

Согласована на портале № 36076

14.1.1. Тестовые задания

1. Линия передачи - это сеть параметров

а) сосредоточенных;

б) распределенных;

в) активных;

г) ни один из упомянутых.

2. Для распространения поперечной электромагнитной волны нам нужно минимум:

а) 1 проводник;

б) 2 проводника;

в) 3 проводника;

г) куча проводников.

3. Чтобы моделировать линию передачи бесконечно малой длины Δz, сосредоточенный элемент, который не используется:

а) резистор;

б) индуктор;

в) конденсатор;

г) транзистор.

4. Вносят вклад в полное сопротивление линии передачи в представлении сосредоточенных элементов.

а) резистор, индуктор;

б) резистор, конденсатор;

в) конденсатор, индуктор;

г) транзистор, конденсатор.

5. Характеристический импеданс линии передачи:

а) импеданс Z линии передачи;

б) импеданс, который является постоянным в любой точке линии передачи;

в) взаимно пропускание линии передачи;

г) ни один из упомянутых.

6. Константа затухания α означает:

а) действительная часть постоянной распространения;

б) потери, вызванные линией передачи;

в) ни один из упомянутых;

г) все упомянутые.

7. Ниже приведен единственный сетевой элемент микроволны, который является линией ТЕА:

а) Коаксиальный кабель;

б) Прямоугольный волновод;

в) Круговой волновод;

г) Поверхностный волновод.

8. Рабочие точки в лавинно-пролетном диоде определяются движением...

а) основных носителей заряда;

б) неосновных носителей заряда;

в) основных и неосновных носителей заряда;

г) ионами примесей.

9. Для изготовления структур лавинно-пролетных диодов используют, в основном, полупроводниковые материалы...

а) GaAs;

б) AlGaAs / GaAs;

в) InGaAs / InP;

г) Si.

10. Отрицательная динамическая проводимость лавинно-пролетного диода возникает (наблюдается) в...

а) статическом режиме;

б) квазистатическом режиме;

Согласована на портале № 36076

в) электростатическом режиме;
г) динамическом режиме.
11. Эффект Ганна наблюдается в полупроводниках GaAs, InP с электропроводностью...
а) собственной;
б) донорной;
в) акцепторной;
г) компенсированной.
12. Возможность использования низкочастотных транзисторов в СВЧ диапазоне ограничена следующими физическими факторами...
а) временем переноса носителей заряда;
б) углом вылета носителей заряда из области базы;
в) скоростью изменения накопленного заряда;
г) схемой включения и соответствующих ей паразитных емкостей и индуктивностей.
13. Сверхтонкая база биполярного СВЧ транзистора обеспечивает...
а) увеличение выходной мощности;
б) уменьшение времени переноса носителей заряда;
в) увеличение обратного напряжения коллекторного перехода;
г) увеличение коэффициента усиления.
14. Эффект вытеснения тока эмиттера в биполярных СВЧ транзисторах вызван...
а) наличием сосредоточенного сопротивления в цепи эмиттера;
б) отсутствием нагрузочного сопротивления в цепи коллектора;
в) увеличением емкости эмиттерного перехода;
г) наличием распределенного поперечного сопротивления базовой области.
15. Для уменьшения времени пролета электронов под выводом затвора следует....
а) увеличивать толщину подложки транзистора;
б) уменьшать длину затвора;
в) повышать подвижность электронов в активном слое;
г) снижать концентрацию электронов под выводом затвора.
16. Особенностью гетероструктурного биполярного СВЧ транзистора являются...
а) использование полупроводника с узкой запрещенной зонной для области базы;
б) использование широкозонного полупроводника для области эмиттера;
в) использование узкозонных полупроводниковых для областей эмиттера и базы;
г) использование широкозонного полупроводника для областей базы и коллектора.
17. Линия состоящая из узкой полоски и заземляющей плоскости
а) микрополосековая линия;
б) щелевая линия;
в) копланарный волновод;
г)микро- полосковый резонатор.
18. Линия состоящая из двух полосок, одна из которых заземлена
а) микрополосековая линия;
б) щелевая линия;
в) копланарный волновод;
г) полосковый резонатор.
19. Линия состоящая из трех полосок, две из которых заземлен
а) микрополосековая линия;
б) щелевая линия;
в) копланарный волновод;
г) связанные линии.
20. Линия состоящая из двух и более полосок с электромагнитной связью
а) микрополосековая линия;
б) щелевая линия;
в) копланарный волновод;
г) связанные линии.

Согласована на портале № 36076

14.1.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Проводимость приборов, эквивалентные схемы приборов.
2. Выводы энергии на линии передачи (волноводы, коаксиальные линии, полосковые).
3. Расчет выходных параметров СВЧ транзисторов.
4. Расчет выходных параметров ЛБВ и ЛОВ.
5. Расчет выходных параметров ГДГ и ГЛПД.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

1. Определение диапазона сверхвысоких частот. Свойства и особенности электромагнитных колебаний диапазона СВЧ.
2. Классификация приборов СВЧ.
3. Характеристики и параметры приборов СВЧ.
4. Особенности работы и конструкции приборов в диапазоне СВЧ.
5. Особенности конструирования приборов СВЧ.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование варикапа.
Исследование детекторов СВЧ сигналов.
Исследование генератора на диоде Ганна.

14.1.5. Зачёт

1. Основные уравнения для анализа процессов.

2. Время и угол пролета.

3. Пространственно-временные диаграммы.

4. Отбор энергии от движущихся носителей заряда. Управление электронным потоком.

5. Резонаторы.

6. Замедляющие системы, параметры и характеристики их.

7. Типы замедляющих систем.

8. Требования к электронной пушке.

9. Эквивалентная схема генераторов и усилителей с резонансной колебательной системой.

10. Влияние электронной проводимости на работу генераторов с резонансной колебательной системой.

11. Влияние внешней нагрузки на мощность и частоту генерации.

12. Нагрузочные характеристики МВП.

13. Основные параметры и характеристики МВП.

14. Пролетный клистрон.

15. Усилительный пролетный клистрон.

16. Пролетные генераторные клистроны.

17. Двухрезонаторный клистрон-умножитель частоты.

Согласована на портале № 36076

18. Многорезонаторные пролетные клистроны.

19. Отражательные клистроны.

20. Схема устройства и принцип действия ЛБВО.

21. Коэффициент усиления ЛБВ.

22. Коэффициент полезного действия ЛБВ.

23. Характеристики ЛБВО.

24. Лампа обратной волны типа О.

25. Устройства магнетрона.

26. Электронный КПД магнетрона.

27. Рабочие характеристики магнетрона.

28. Полупроводниковые СВЧ-диоды с положительным дифференциальным сопротивлением.

29. Параметры СВЧ-диодов.

30. Детекторные и смесительные диоды.

31. Управляющие (переключательные диоды).

32. Диоды с отрицательным дифференциальным сопротивлением.

33. Туннельные диоды.

34. Лавинно-пролетный диод.

35. Диоды Ганна.

36. Полупроводниковые СВЧ транзисторы.

37. Биполярные транзистор СВЧ.

38. Полевые транзисторы СВЧ.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка

Согласована на портале № 36076

С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 36076