МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы СВЧ-электроники

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	56	56	часов
5	Из них в интерактивной форме	16	16	часов
6	Самостоятельная работа	52	52	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11050

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от «22» 12 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2014-10-30 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. СВЧиКР _____ Запасной А. С.

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР _____ Шарангович С. Н.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф. ФЭ _____ Троян П. Е.

Эксперты:

Доцент кафедры физической электроники Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники _____ Чистоедова И. А.

Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники _____ Мандель А. Е.

Согласована на портале № 11050

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы СВЧ электроники» является формирование представлений по основам работы генераторов и усилителей 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.

– Представление о физических процессах в приборах и устройствах СВЧ диапазона, а с другой стороны, свободно владеть методами и средствами анализа процессов в них.

– Выработка понимания конструктивных особенностей, параметров, характеристик и режимов работы приборов, а также навыков применения СВЧ приборы на практике.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы СВЧ-электроники» (Б1.В.ОД.2.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники, Планирование эксперимента.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Измерение СВЧ параметров элементов ИМС, Интегральные схемы СВЧ-диапазона, Моделирование и проектирование гетероструктурных СВЧ МИС.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;

В результате изучения дисциплины студент должен:

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

– **уметь** использовать методы и средства анализа процессов в микроволновых приборах; обосновывать применение микроволновых приборов в практической деятельности; разрабатывать схемы установок для проведения экспериментальных исследований.

– **владеть** навыками выбора из множества микроволновых приборов единственного необходимого для экспериментальной установки; навыками обработки и оценки экспериментальных результатов; умением разрабатывать технические требования для использования микроволновых приборов в практике; знаниями параметров и характеристик, режимов работы микроволновых приборов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	56	56
Лекции	24	24
Практические занятия	16	16
Лабораторные занятия	16	16

Согласована на портале № 11050

Из них в интерактивной форме	16	16
Самостоятельная работа (всего)	52	52
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	14	14
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	22	22
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость час	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	3.0	3.0

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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Основы физических процессов в СВЧ приборах	6	4	0	8	18	ОПК-2
2	Электродинамические системы в приборах СВЧ электроники	5	4	0	12	21	ОПК-2
3	Резонансные приборы в электронике	4	3	8	12	27	ОПК-2
4	Не резонансные приборы в электронике	4	3	4	12	23	ОПК-2
5	Приборы с квазистатическим управлением электронным потоком	5	2	4	8	19	ОПК-2
	Итого	24	16	16	52	108	

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
2 семестр			
1 Основы физических процессов в СВЧ приборах	Определение диапазона СВЧ, КВЧ, ГВЧ. Особенности и классификация приборов. Уравнения, характеризующие взаимодействие заряженных частиц с	6	ОПК-2

Согласована на портале № 11050

	электромагнитными полями. Пролетные явления как фактор, ограничивающий быстродействие приборов и определяющий конструкцию электродинамической системы приборов.Наведенные токи во внешней цепи при движении свободных зарядов. Методы управления потоками заряженных частиц. Метод динамического управления.Отбор энергии от потока заряженных частиц. Преобразование энергий в микроволновых приборах. Основные параметры микроволновых приборов.Эквивалентные схемы СВЧ приборов.		
	Итого	6	
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.	5	ОПК-2
	Итого	5	
3 Резонансные приборы в электронике	Пролетные и отражательные клистроны: принцип действия. Применение клистрона в качестве усилителя, умножителя частоты, генератора. Характеристики и параметры. Конструкции клистронов.Группировка электронов в пространстве взаимодействия и условия самовозбуждения магнетрона. Режимы работы и условия самовозбуждения магнетрона. Основные характеристики и параметры. Конструкции магнетронов.	4	ОПК-2
	Итого	4	
4 Не резонансные приборы в электронике	Схема устройства ЛБВ и ЛОВ типа О. Миниатюризация ламп. Основные конструктивные особенности ЛБВ и ЛОВ типа - О. Конструкции ЛБВО и ЛОВО, ЛБВ и ЛОВ типа М. Принцип действия. Основные характеристики и параметры приборов. Конструкции ЛБВМ и ЛОВМ.	4	ОПК-2
	Итого	4	
5 Приборы с квазистатическим	Полупроводниковые диоды с	5	ОПК-2

Согласована на портале № 11050

управлением электронным потоком	положительным и отрицательным динамическим сопротивлением. Генераторы на полупроводниковых СВЧ диодах (ЛПД и ДГ).Условия возбуждения. Режимы работы, рабочая частота и выходная мощность. Эквивалентные схемы.		
	Итого	5	
Итого за семестр		24	

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 представ-лены 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	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	+	+			
2	Планирование эксперимента			+	+	+
Последующие дисциплины						
1	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+
2	Измерение СВЧ параметров элементов ИМС			+	+	+
3	Интегральные схемы СВЧ-диапазона	+	+	+	+	+
4	Моделирование и проектирование гетероструктурных СВЧ МИС	+	+			+

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	

Согласована на портале № 11050

ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
2 семестр				
Мозговой штурм	2		1	3
Решение ситуационных задач		3		3
Выступление студента в роли обучающего			4	4
Работа в команде	2	1	3	6
Итого за семестр:	4	4	8	16
Итого	4	4	8	16

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
3 Резонансные приборы в электронике	Исследование магнетрона	4	ОПК-2
	Исследование отражательного клистрона	4	
	Итого	8	
4 Не резонансные приборы в электронике	Исследование усилительной ЛБВ типа О	4	ОПК-2
	Итого	4	
5 Приборы с квазистатическим управлением электронным потоком	Исследования генератора на диоде Ганна	4	ОПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 11050

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Основы физических процессов в СВЧ приборах	Углы пролета, наведенные токи, проводимость приборов, эквивалентные схемы приборов.	4	ОПК-2
	Итого	4	
2 Электродинамические системы в приборах СВЧ электроники	Резонаторы. Замедляющие системы. Выводы энергии на линии передачи (волноводы, коаксиальные линии, полосковые).	4	ОПК-2
	Итого	4	
3 Резонансные приборы в электронике	Расчет выходных параметров клистронов и магнетронов.	3	ОПК-2
	Итого	3	
4 Не резонансные приборы в электронике	Расчет выходных параметров ЛБВ и ЛОВ.	3	ОПК-2
	Итого	3	
5 Приборы с квазистатическим управлением электронным потоком	Расчет выходных параметров ГДГ и ГЛПД.	2	ОПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

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
2 семестр				
1 Основы физических процессов в СВЧ приборах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-2	Выступление (доклад) на занятии, Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
2 Электродинамические системы в приборах СВЧ электроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-2	Выступление (доклад) на занятии, Контрольная работа, Опрос на

Согласована на портале № 11050

	Проработка лекционного материала	4		занятиях
	Итого	12		
3 Резонансные приборы в электронике	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2	Выступление (доклад) на занятии, Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
4 Не резонансные приборы в электронике	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2	Выступление (доклад) на занятии, Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
5 Приборы с квазистатическим управлением электронным потоком	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2	Выступление (доклад) на занятии, Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
Итого за семестр		52		
Итого		52		

9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Общие вопросы генераторов и усилителей СВЧ.

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
2 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	3	4	3	10

Согласована на портале № 11050

Защита отчета		10	10	20
Контрольная работа	10	10	15	35
Опрос на занятиях	3	4	3	10
Отчет по лабораторной работе		10	15	25
Итого максимум за период	16	38	46	100
Нарастающим итогом	16	54	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.

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. Приборы и устройства СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов: Учебное пособие / Соколова Ж. М. - 2012. 283 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/634, дата обращения: 26.01.2017.

2. Приборы и устройства оптического и СВЧ диапазонов: Учебное пособие / Кущ Г. Г., Соколова Ж. М., Шангина Л. И. - 2012. 414 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/716, дата обращения: 26.01.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Микроволновые устройства телекоммуникационных систем. Устройства приемного и передающего трактов / М.З. Згуровский, М.Е. Ильченко, С.М. Кравчук. – Киев: Політехніка, 2003. – Т. 1. – 456 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

2. Бобровский Ю.Л. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника: Учебное пособие для вузов // ред. Н.Д. Федоров. – М.: Радио и связь, 2002. – 560 с. (наличие в библиотеке

Согласована на портале № 11050

ТУСУР - 61 экз.)

3. Григорьев А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: [Электронный ресурс]: Учебник для вузов. – СПб.: Издательсво «Лань», 2007. – 704 с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/118

4. Микроволновые устройства телекоммуникационных систем. Проектирование устройств и реализация систем / М.З. Згуровский, М.Е. Ильченко, С.М. Кравчук. – Киев: Політехніка, 2003. – Т. 2. – 616 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оновы СВЧ электроники: Сборник задач, вопросов и упражнений (учебно-методическое пособие по практическим занятиям) / Соколова Ж. М. - 2013. 124 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/3713

2. 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: 26.01.2017.

3. Исследование усилительной лампы бегущей волны: Руководство к лабораторной работе / Соколова Ж. М., Никифоров А. Н. - 2011. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/108, дата обращения: 26.01.2017.

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: 26.01.2017.

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: 26.01.2017.

6. 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: 26.01.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются 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.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. При обучении используются базы данных периодических изданий и ресурсы Интернета, такие как: Википедиа, Google и Yandex.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое 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 наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 11050

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 328. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 329а. Состав оборудования: Учебная мебель; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 18 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 3 этаж, ауд. 324. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Согласована на портале № 11050

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 11050

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Основы СВЧ-электроники

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **1**
Семестр: **2**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- доцент каф. СВЧиКР Запасной А. С.

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11050

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-2	способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Должен знать физические принципы преобразования энергий, лежащие в основе микроволновой электроники; основные характеристики и параметры микроволновых приборов и особенности настройки схем, их использующих; принципы работы устройств, использующих активные микроволновые приборы. ; Должен уметь использовать методы и средства анализа процессов в микроволновых приборах; обосновывать применение микроволновых приборов в практической деятельности; разрабатывать схемы установок для проведения экспериментальных исследований. ; Должен владеть навыками выбора из множества микроволновых приборов единственного необходимого для экспериментальной установки; навыками обработки и оценки экспериментальных результатов; умением разрабатывать технические требования для использования микроволновых приборов в практике; знаниями параметров и характеристик, режимов работы микроволновых приборов. ;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый	Знает факты, принципы,	Обладает диапазоном	Берет ответственность за

Согласована на портале № 11050

уровень)	процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	физические принципы преобразования энергий, лежащие в основе микроволновой электроники; основные характеристики и параметры микроволновых приборов и особенности настройки схем, их использующих; принципы работы устройств, использующих активные микроволновые приборы.	использовать методы и средства анализа процессов в микроволновых приборах; обосновывать применение микроволновых приборов в практической деятельности; разрабатывать схемы установок для проведения экспериментальных исследований.	навыками выбора из множества микроволновых приборов единственного необходимого для экспериментальной установки; навыками обработки и оценки экспериментальных результатов; умением разрабатывать технические требования для использования микроволновых приборов в практике; знаниями параметров и характеристик, режимов работы микроволновых приборов.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 11050

Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Зачет;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Студент должен обладать сформированными системными знаниями об основных физических принципах преобразования энергий, лежащих в основе установок микроволновой электроники; Знать методы математического описания физических явлений и процессов в установках микроволновой электроники; Знать основные характеристики и параметры микроволновых приборов и особенности настройки схем;	• Студент должен уметь: использовать методы и средства анализа процессов в микроволновых приборах; обосновывать применение микроволновых приборов в практической деятельности; разрабатывать и настраивать схемы установок для проведения экспериментальных исследований;	• Студент должен владеть: навыками выбора из множества микроволновых приборов единственного необходимого для экспериментальной установки; навыками обработки и оценки экспериментальных результатов; умением разрабатывать технические требования для использования микроволновых приборов в практике; знаниями параметров и характеристик, режимов работы микроволновых приборов;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы работы устройств и процессы, происходящие в них, общие понятия в области микроволновой электроники;	• Студент обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области практического использования микроволновых приборов;	• Студент берет ответственность за решение определенных задач в процессе исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам и справляется с трудностями;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

Согласована на портале № 11050

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы опросов на занятиях

– Определение диапазона сверхвысоких частот. Свойства и особенности электромагнитных колебаний диапазона СВЧ.

– Классификация приборов СВЧ. Характеристики и параметры приборов СВЧ.

– Особенности работы и конструкции электронных ламп со статическим управлением электронным потоком в диапазоне СВЧ. Влияние инерционных свойств электронного потока на работу электронных ламп.

– Особенности электронных приборов СВЧ с динамическим управлением электронным потоком. Общий принцип действия электровакуумных приборов СВЧ О-типа.

– Узкополосные колебательные системы электровакуумных приборов СВЧ.

3.2 Темы докладов

– Платинотроны (амплитрон, стабилотрон). Устройство, принцип действия, параметры. Области применения.

– Конструкция ЛБВ типа "М", принцип действия. Основные характеристики: коэффициент усиления, амплитудная характеристика, электронный КПД, полоса рабочих частот, коэффициент шума. Области применения.

– Особенность конструкции и принцип действия ЛОВ типа "М". Характеристики и параметры: выходная мощность, электронный КПД, электронная перестройка частоты. Области применения.

– Особенности смесительных и детекторных диодов СВЧ. ВАХ, эквивалентная схема, параметры смесительных и детекторных диодов.

– Лавинно-пролетный диод (ЛПД). Структура диода, физические процессы, статический и динамический режимы работы.

3.3 Темы контрольных работ

– Общие вопросы генераторов и усилителей СВЧ.

– Клистроны.

– Лампы бегущей волны и обратной волны О - типа.

– Приборы М – типа.

– Полупроводниковые приборы.

3.4 Темы лабораторных работ

– Исследование магнетрона

– Исследование отражательного клистрона

– Исследование усилительной ЛБВ типа О

– Исследования генератора на диоде Ганна

3.5 Зачёт

– Замедляющие системы электровакуумных приборов СВЧ. Понятие о пространственных гармониках. Дисперсия ЗС, виды дисперсии.

– Конструкция и принцип действия двухрезонаторного пролетного клистрона, пространственно-временная диаграмма работы.

– Конструкция, принцип действия, пространственно-временная диаграмма и параметры отражательного клистрона. Области применения отражательных клистронов.

– Устройство и принцип действия лампы бегущей волны типа "О".

– Лампа обратной волны О-типа, устройство и принцип действия.

– Конструкция, принцип действия, амплитудное и фазовое условия самовозбуждения многорезонаторного магнетрона. Парабола критического режима.

Согласована на портале № 11050

– Автогенераторы на диодах Ганна. Конструкции, эквивалентная схема. Режимы работы. Параметры генераторов, области применения.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Приборы и устройства СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов: Учебное пособие / Соколова Ж. М. - 2012. 283 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/634, свободный.
2. Приборы и устройства оптического и СВЧ диапазонов: Учебное пособие / Кущ Г. Г., Соколова Ж. М., Шангина Л. И. - 2012. 414 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/716, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Микроволновые устройства телекоммуникационных систем. Устройства приемного и передающего трактов / М.З. Згуровский, М.Е. Ильченко, С.М. Кравчук. – Киев: Політехніка, 2003. – Т. 1. – 456 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)
2. Бобровский Ю.Л. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника: Учебное пособие для вузов // ред. Н.Д. Федоров. – М.: Радио и связь, 2002. – 560 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 61 экз.)
3. Григорьев А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: [Электронный ресурс]: Учебник для вузов. – СПб.: Издательсво «Лань», 2007. – 704 с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/118
4. Микроволновые устройства телекоммуникационных систем. Проектирование устройств и реализация систем / М.З. Згуровский, М.Е. Ильченко, С.М. Кравчук. – Киев: Політехніка, 2003. – Т. 2. – 616 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оновы СВЧ электроники: Сборник задач, вопросов и упражнений (учебно-методическое пособие по практическим занятиям) / Соколова Ж. М. - 2013. 124 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/3713
2. 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, свободный.
3. Исследование усилительной лампы бегущей волны: Руководство к лабораторной работе / Соколова Ж. М., Никифоров А. Н. - 2011. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/108, свободный.
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, свободный.
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, свободный.
6. 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, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. При обучении используются базы данных периодических изданий и ресурсы Интернета, такие как: Википедиа, Google и Yandex.

Согласована на портале № 11050