МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c
Владелец: Сенченко Павел Васильевич
Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОНИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	147	147	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8	часов
Контрольные работы	4	4	часов
Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
Общая трудоемкость	180	180	часов
(включая промежуточную аттестацию)		5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Экзамен	5	
Контрольные работы	5	2

Томск

Согласована на портале № 77814

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью преподавания дисциплины является изучение студентами элементной базы, применяемой в многоканальных телекоммуникационных системах, телевизионной, радиорелейной, тропосферной, космической и радиолокационной связи.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение принципов действия, характеристик, параметров и особенностей устройства важнейших полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов, используемых в аудиовизуальной технике. К их числу относятся диоды, биполярных и полевые транзисторы, приборы с отрицательной дифференциальной проводимостью, оптоэлектронные и электровакуумные приборы, элементы интегральных схем и основы технологии их производства.

2. Изучение главных элементов цифровой и аналоговой схемотехники, выполненных на основе полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (spicial hard skills - SHS).

Индекс дисциплины: Б1.О.03.03.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математики	Знать фундаментальные законы полупроводниковых приборов
	ОПК-1.2. Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области	Уметь анализировать процессы и явления в полупроводниковых приборах
	ОПК-1.3. Владеет практическими навыками решения инженерных задач	Владеть практическими навыками построения характеристик и вычисления параметров полупроводниковых приборов
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 77814

ПК-3. Способен исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	ПК-3.1. Знает принципы исследования и эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	Знать методы исследования радиоэлектронных средств
	ПК-3.2. Умеет исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	Уметь эксплуатировать радиоэлектронные средства в соответствии с инструкциями
	ПК-3.3. Владеет методами исследования и способами эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	Владеть навыками проведения исследований радиоэлектронных средств

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	24	24
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8
Контрольные работы	4	4
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	147	147
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	75	75
Подготовка к контрольной работе	48	48
Подготовка к лабораторной работе	12	12
Написание отчета по лабораторной работе	12	12
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

Согласована на портале № 77814

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лаб. раб.	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ	-	4	1	8	13	ОПК-1, ПК-3
2 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ	-		-	10	10	ОПК-1, ПК-3
3 РАЗНОВИДНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ	-		1	8	9	ОПК-1, ПК-3
4 БИПОЛЯРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	4		-	20	24	ОПК-1, ПК-3
5 ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	4		1	20	25	ОПК-1, ПК-3
6 ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ	-		1	12	13	ОПК-1, ПК-3
7 ПРЕДМЕТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	-		-	12	12	ОПК-1, ПК-3
8 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	-		-	8	8	ОПК-1, ПК-3
9 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	4		1	17	22	ОПК-1, ПК-3
10 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	-		1	9	10	ОПК-1, ПК-3
11 ТРАНЗИСТОРЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ	-		1	9	10	ОПК-1, ПК-3
12 ПАССИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ	-		1	14	15	ОПК-1, ПК-3
Итого за семестр	12	4	8	147	171	
Итого	12	4	8	147	171	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			

Согласована на портале № 77814

1 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Введение. Структура полупроводниковых материалов. Энергетические зоны твердого тела. Зонная структура полупроводников. Концентрации носителей в зонах полупроводника. Уровень Ферми. Концентрация носителей в полупроводниках. Подвижность носителей и удельная проводимость. Генерация и рекомбинация носителей в полупроводниках. Плотность тока в полупроводниках. Заряды в полупроводниках. Движение зарядов в полупроводниках.	1	ОПК-1, ПК-3
	Итого	1	
2 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ	Введение. Электронно-дырочный переход. Контакты металл-полупроводник. Анализ идеализированного диода. Обратная и прямая характеристики реального диода. Переходные характеристики плоскостного диода	0	ОПК-1, ПК-3
	Итого	-	
3 РАЗНОВИДНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ	Точечные диоды. Полупроводниковые стабилитроны. Туннельные диоды. Диоды Шоттки. Фотоприёмники (приёмники оптического излучения). Фотодиоды.	1	ОПК-1, ПК-3
	Итого	1	
4 БИПОЛЯРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	Введение. Основные процессы в биполярном транзисторе. Статические характеристики транзистора. Статические параметры транзистора Динамические параметры транзистора. Зависимость параметров транзистора от режима и температуры. Характеристики и параметры транзистора при включении с общим эмиттером. Разновидности эквивалентных схем. Составные транзисторы. Допустимая мощность. Дрейфовые транзисторы.	0	ОПК-1, ПК-3
	Итого	-	
5 ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	Полевой транзистор с управляющим p-n переходом (унитрон). Полевые транзисторы с изолированным затвором.	1	ОПК-1, ПК-3
	Итого	1	
6 ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ	Введение. Статические характеристики ключа в схеме с общим эмиттером (ОЭ). Переходный процесс в насыщенном ключе при открывании транзистора. Методы сокращения времени переходного процесса.	1	ОПК-1, ПК-3
	Итого	1	
7 ПРЕДМЕТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	Основные термины и определения	0	ОПК-1, ПК-3
	Итого	-	

Согласована на портале № 77814

8 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	Классификация логических элементов. Основные характеристики и параметры логических элементов. Элементы транзисторно-транзисторной логики. Элементы эмиттерно-связанной логики.	0	ОПК-1, ПК-3
	Итого	-	
9 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	Инвертор на n-канальных МДП-транзисторах. Инвертор на комплементарных транзисторах. Логические элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ. Логические элементы динамического типа. Приборы с зарядовой связью Параметры элементов ПЗС. Разновидности конструкций.	1	ОПК-1, ПК-3
	Итого	1	
10 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	Общие сведения о технологии изготовления полупроводниковых микросхем. Эпитаксия. Диффузия примесей. Ионное легирование. Термическое окисление и свойства пленки диоксида кремния. Травление Методы получения структур типа Si-SiO2-Si. Проводники соединений и контакты в полупроводниковых микросхемах. Литография.	1	ОПК-1, ПК-3
	Итого	1	
11 ТРАНЗИСТОРЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ	Особенности структур биполярных транзисторов. Транзисторы с комбинированной изоляцией. Многоэмиттерные транзисторы. Транзисторы с диодом Шоттки. Диодное включение транзистора. Модель интегрального биполярного транзистора. Полевые транзисторы с управляющим переходом металл-полупроводник.	1	ОПК-1, ПК-3
	Итого	1	
12 ПАССИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ	Полупроводниковые резисторы. Пленочные резисторы. Конденсаторы.	1	ОПК-1, ПК-3
	Итого	1	
	Итого за семестр	8	
	Итого	8	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-1
2	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-1
	Итого за семестр	4	
	Итого	4	

Согласована на портале № 77814

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
4 БИПОЛЯРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	Биполярные и полевые транзисторы	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
5 ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	Расчет параметров диода с резким p-n-переходом	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
9 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	Анализ переходных процессов в транзисторных ключах. Технологии изготовления интегральных микросхем. Базовые логические элементы.	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
	Итого за семестр	12	
	Итого	12	

5.5.Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ОПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	8		
2 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	10		

Согласована на портале № 77814

3 РАЗНОВИДНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ОПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	8		
4 БИПОЛЯРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	Подготовка к лабораторной работе	4	ОПК-1, ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ОПК-1, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	20		
5 ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	Подготовка к лабораторной работе	4	ОПК-1, ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ОПК-1, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	20		
6 ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		

Согласована на портале № 77814

7 ПРЕДМЕТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		
8 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ОПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	8		
9 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	Подготовка к лабораторной работе	4	ОПК-1, ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ОПК-1, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	5	ОПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	17		
10 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	5	ОПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	9		

Согласована на портале № 77814

11 ТРАНЗИСТОРЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	5	ОПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	9		
12 ПАССИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ОПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	14		
Итого за семестр		147		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		156		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лаб. раб.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен
ПК-3	+		+	+	Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Ицкович В. М. Электроника. Часть 1: Учебное пособие / Ицкович В. М., Шалимов В. А. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. — Ч.1. — 209 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

2. Ицкович В. М. Электроника. Часть 2: Учебное пособие / Ицкович В. М., Шалимов В. А. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. — Ч.2. — 120 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

Согласована на портале № 77814

7.2. Дополнительная литература

1. Саврук Е. В. Физические основы электроники: Учебное пособие / Саврук Е. В., Троян П. Е. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. – 245 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Заболоцкий А. М. Электроника. Методические указания по организации самостоятельной работы: Методические указания / Заболоцкий А. М., Газизов Т. Р. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2020. – 22 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.
2. Ицкович В. М. Электроника: Учебно-методическое пособие / Ицкович В. М. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. – 76 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.
3. Саврук Е. В. Физические основы электроники. Методические указания по выполнению лабораторной работы: Методические указания / Саврук Е. В., Каранский В. В. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. – 40 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.3.2. 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;
– 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.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Ицкович, В.М. Электроника [Электронный ресурс]: электронный курс / В.М. Ицкович. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.
2. ЭБС "Лань": электронно-библиотечная система издательства "Лань" (https://e.lanbook.com/). Доступ из личного кабинета студента.
3. ЭБС "Юрайт" виртуальный читальный зал для учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России (https://urait.ru/). Доступ из личного кабинета студента.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

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

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

Согласована на портале № 77814

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.
Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.3. 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 зрения** 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Согласована на портале № 77814

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 РАЗНОВИДНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 БИПОЛЯРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 77814

5 ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
6 ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 ПРЕДМЕТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 77814

10 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
11 ТРАНЗИСТОРЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
12 ПАССИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Согласована на портале № 77814

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Омический контакт представляет собой структуру…
   1. металл-металл;
   2. металл-полупроводник;
   3. полупроводник-полупроводник;
   4. металл-диэлектрик.
2. Явление перехода основных носителей заряда через ОПЗ p-n-перехода в область, где они становятся неосновными, носит название…
   1. инжекция неосновных носителей заряда;
   2. инжекция основных носителей заряда;
   3. экстракция неосновных носителей заряда;
   4. экстракция основных носителей заряда.
3. Какой ток возникает из-за загрязнения поверхности полупроводника и может существенно влиять на обратную ветвь ВАХ при достаточно больших обратных напряжениях?
   1. ток тепловой генерации;
   2. канальный ток;
   3. ток утечки;
   4. ток насыщения.
4. Какой ток возникает в результате адсорбции электроположительных или электроотрицательных частиц на поверхности полупроводника?
   1. ток тепловой генерации;
   2. канальный ток;
   3. ток утечки;
   4. ток насыщения.
5. Что является причиной перехода носителей в соседние области при образовании p-n-перехода при контакте p- и n-областей?
   1. силы электрического притяжения, возникающие между электроном и дыркой;
   2. градиент концентрации между p- и n-областями;

Согласована на портале № 77814

3. термоэлектронная эмиссия;
4. дрейф носителей между p- и n-областями.

6. При уходе электрона с n- области в p-область, при контакте полупроводников p- и n-типа, на месте его ухода остается…
   1. дырка;
   2. положительно заряженный донор;
   3. отрицательно заряженный донор;
   4. положительно заряженный акцептор.
7. Полупроводниковый прибор, содержащий один выпрямляющий переход и два вывода, называется…
   1. биполярным транзистором;
   2. полупроводниковым диодом;
   3. тиристором;
   4. полевым транзистором.
8. К числу предельных параметров выпрямительных диодов не относится…
   1. максимальная мощность;
   2. максимальная рабочая температура;
   3. допустимый прямой ток;
   4. максимальная рабочая частота.
9. Физической основой какого диода является эффект односторонней проводимости электронно-дырочного перехода?
   1. импульсного диода;
   2. выпрямительного диода;
   3. СВЧ-диода;
   4. смесительного диода.
10. Полупроводниковый диод, предназначенный для преобразования высокочастотных сигналов в сигнал промежуточной частоты, носит название…
    1. импульсный диод;
    2. выпрямительный диод;
    3. СВЧ-диод;
    4. смесительный диод.
11. Как называется напряжение на затворе, при котором происходит явление инверсии поверхностной проводимости?
    1. напряжение отсечки;
    2. напряжение насыщения;
    3. пороговое напряжение.
12. Дифференциальный параметр, характеризующий влияние напряжения стока на ток стока, называется…
    1. крутизной;
    2. выходной проводимостью;
    3. коэффициентом усиления;
    4. внутренним сопротивлением транзистора.
13. Режим работы полевого транзистора с управляющим p-n переходом без перекрытия канала называется…
    1. режимом отсечки;
    2. линейным режимом;
    3. режимом насыщения;
    4. активным режимом.
14. В транзисторах с управляющим p-n переходом в качестве затвора используется область, тип электропроводности которой…
    1. противоположен типу электропроводности истока;
    2. противоположен типу электропроводности стока;
    3. совпадает с типом электропроводности в канале;
    4. противоположен типу электропроводности канала.
15. Область, в которую приходят носители заряда, называется…
    1. истоком;
    2. стоком;

Согласована на портале № 77814

3. затвором.

16. Электрическое поле, изменяющее проводимость канала, создается путем подачи управляющего напряжения на электрод, называемый…
    1. истоком;
    2. стоком;
    3. затвором.
17. Наибольшее распространение биполярные транзисторы с эмиттерным гетеропереходом получили при разработке СВЧ-транзисторов на основе…
    1. Si;
    2. Ge;
    3. GaAs;
    4. GaN.
18. Все элементы в системе z-параметров имеют размерность…
    1. сопротивления;
    2. проводимости;
    3. тока;
    4. напряжения.
19. Какие из нижеперечисленных параметров биполярного транзистора не относится к числу внешних?
    1. статический коэффициент передачи тока эмиттера;
    2. дифференциальный коэффициент передачи тока эмиттера;
    3. коэффициент передачи тока базы;
    4. эффективность коллектора.
20. Полупроводниковый прибор, содержащий два взаимодействующих электронно-дырочных перехода, три или более выводов, носит название…
    1. полевой транзистор;
    2. биполярный транзистор;
    3. стабилитрон;
    4. тиристор.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Какие типы полупроводников Вы знаете? г) Собственный; д) Электронный; ж) Дырочный.
2. Для каких целей вводятся примеси? а) Изменить ширину запрещенной зоны; б) Изменить потенциалы “дна” зоны проводимости (“потолка” валентной зоны); в) Увеличить концентрацию одного вида носителей.
3. Почему примеси не образуют зон? а) Легирующие примеси вообще не имеют зон; б) В легирующих примесях отсутствует запрещенная зона; в) В легирующих примесях отсутствует одна из разрешенных зон; г) Количество атомов легирующей примеси всегда много меньше собственных атомов и расположены они относительно далеко друг от друга.
4. Объясните физический смысл потенциала Ферми. а) Характеризует концентрацию носителей в собственном полупроводнике; б) Характеризует концентрацию носителей в примесном полупроводнике; в) Определяет ширину запрещенной зоны; г) Потенциал Ферми соответствует энергетическому уровню, вероятность заполнения которого равна 0,5.
5. Уровни залегания потенциала Ферми в различных типах полупроводниковых материалов. а) Не зависит от типа полупроводника; б) Слабо зависит от типа полупроводника; в) В собственном полупроводнике уровень Ферми расположен вблизи середины запрещенной зоны; г) В акцепторном полупроводнике потенциал Ферми находится ближе к валентной зоне; д) В донорном полупроводнике потенциал Ферми находится ближе к зоне проводимости.
6. Что такое эффективная плотность состояний в зонах проводимости и валентной? а) Количество носителей заряда в разрешенных зонах; б) Характеристика однородности полупроводника; в) Максимальная концентрация электронов (дырок) в полупроводнике; г) Максимальная концентрация электронов (дырок) в зоне проводимости (в валентной зоне) в невырожденном полупроводнике.

Согласована на портале № 77814

7. От каких параметров зависит эффективная плотность состояний? а) От концентрации примесей; б) От потенциала Ферми; в) От ширины запрещенной зоны; в) От температурного потенциала; д) От температуры.
8. Зависят ли в собственном полупроводнике концентрации дырок и электронов от эффективной плотности состояний? а) Не зависят; б) Зависит только концентрация электронов. в) Зависит только концентрация дырок. г) Зависят.
9. Что такое электростатический потенциал в полупроводнике? а) Потенциал, обусловленный внешним источником питания; б) Потенциал, характеризующий концентрацию носителей в примесном полупроводнике; в) Потенциал, характеризующий концентрацию носителей в собственном полупроводнике; г) Потенциал, соответствующий середине запрещенной зоны.
10. Зависит ли величина электростатического потенциала от ширины запрещенной зоны? а) Зависит; б) Не зависит; в) Зависит, если при этом изменяется уровень Ферми.

9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

1. “ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ” - Электроника
1. Теоретически и экспериментально показано, что зоны разрешенных энергий разделены…
   1. зонной проводимости;
   2. запрещенной зоной;
   3. валентной зоной.
2. Носители в невырожденных полупроводниках подчиняются статистике…
   1. Ферми-Дирака;
   2. Бозе-Эйнштейна;
   3. = Максвелла-Больцмана;
   4. Больцмана.
3. В соответствии с принципом Паули на каждом энергетическом уровне может находиться…
   1. один электрон;
   2. два электрона с противоположными спинами;
   3. два электрона с одинаковыми спинами;
   4. бесконечно большое количество электронов.
4. Отличительной особенностью какого класса веществ является очень сильная реакция на внешнее воздействие (температуры, освещения, воздействия электрических и магнитных полей)?
   1. полупроводники;
   2. металлы;
   3. диэлектрики.
5. Подвижность электронов в полупроводниках…
   1. всегда меньше подвижности дырок;
   2. может быть как меньше подвижности дырок, так и больше;
   3. всегда больше подвижности дырок;
   4. равна подвижности дырок.
6. Дрейфовым током называется ток, обусловленный…
   1. градиентом концентрации;
   2. градиентом температур;
   3. электрическим полем;
   4. магнитным полем.
7. Диффузионным током называется ток, обусловленный…
   1. градиентом концентрации;
   2. градиентом температур;
   3. электрическим полем;
   4. магнитным полем.
8. Удельное сопротивление полупроводника с ростом температуры…
   1. уменьшается;
   2. увеличивается;
   3. сначала уменьшается, затем увеличивается;
   4. не изменяется.

Согласована на портале № 77814

9. Подвижность носителей с увеличением концентрации легирующей примеси…
   1. увеличивается;
   2. уменьшается;
   3. сначала увеличивается, затем уменьшается;
   4. не изменяется.
10. Характер электропроводности примесного полупроводника определяется…
   1. неосновными носителями;
   2. основными носителями;
   3. температурой.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Биполярные и полевые транзисторы
2. Расчет параметров диода с резким p-n-переходом
3. Анализ переходных процессов в транзисторных ключах. Технологии изготовления интегральных микросхем. Базовые логические элементы.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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 № 77814

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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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 № 77814

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ
протокол № 23 от «15» 2 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d
Заведующий обеспечивающей каф. ТУ	Т.Р. Газизов	Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22-bda1-21376d739cfc

ЭКСПЕРТЫ:

Ассистент, каф. ТОР	О.А. Жилинская	Согласовано, 7029dda8-6686-4f8c-8731-d84665df77fc
Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Разработано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805
Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Разработано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52

Согласована на портале № 77814