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

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование и технология электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Микроэлектроника в информационных и управляющих системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФБ, Факультет безопасности**
Кафедра: **МИТУС, кафедра микроэлектроники, информационных технологий и управляющих систем**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	44	44	часов
5	Из них в интерактивной форме	20	20	часов
6	Самостоятельная работа	64	64	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21494

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от «15» 5 2017 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 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ЭП _____ Н. И. Буримов

заведующий кафедрой каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Заведующий обеспечивающей каф.
МИТУС _____ Р. З. Хафизов

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

Декан ФБ _____ Е. М. Давыдова

Заведующий выпускающей каф.
МИТУС _____ Р. З. Хафизов

Эксперт:

доцент каф. КИБЭВС _____ А. А. Конев

Согласована на портале № 21494

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Обучение студентов общим принципам и подходам проектирования активных и пассивных

микроэлектронных компонентов и устройств, в том числе СВЧ диапазона, с использованием современных пакетов 2D и 3D-прикладных программ, обеспечивающих приборно-технологическое

проектирование компонентов нового поколения, а также интеграцию этих средств с САПР СБИС.

1.2. Задачи дисциплины

– Изучение и освоение типовых базовых технологических процессов производства микроэлектронных компонентов и устройств с использованием современных программных продуктов и методов моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Проектирование и технология электронной компонентной базы» (Б1.Б.5) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники, Интегральная оптоэлектроника, Компьютерные технологии в научных исследованиях, Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-3 готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени;

– ПК-12 способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;

– ПК-13 готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств

– **уметь** разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники; разрабатывать технологические маршруты их изготовления, применять новейшие технологические и конструкционные материалы

– **владеть** методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	44	44
Лекции	18	18
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	16	16

Согласована на портале № 21494

Из них в интерактивной форме	20	20
Самостоятельная работа (всего)	64	64
Оформление отчетов по лабораторным работам	20	20
Проработка лекционного материала	24	24
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	20	20
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

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
3 семестр						
1 Изучение современных возможностей по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем, изготовлению фотошаблонов, проектированию и изготовлению печатных плат	4	0	0	4	8	ПК-12, ПК-3
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD: трехмерное моделирование полупроводниковых субмикронных приборов, включающее моделирование технологического процесса формирования структуры прибора, механических напряжений внутри прибора и анализ трехмерного растекания носителей заряда; моделирование кремниевых приборов и приборов с гетеропереходами (в том числе на основе SiC и GaN), приборов на основе материалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT), фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупроводниковых лазеров	5	5	8	24	42	ПК-12, ПК-13, ПК-3
3 Изучение базовых технологий изго-	5	5	8	28	46	ПК-12, ПК-

Согласована на портале № 21494

товления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, в том числе сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона; освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе						13, ПК-3
4 Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде Sentaurus TCAD в процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств: термическое окисление кремния; диффузия в кремнии при высокой и низкой концентрации примеси; ионная имплантация; пучковый отжиг имплантированного кремния; оптическая литография; литография в глубокой УФ области	4	0	0	8	12	ПК-12, ПК-13, ПК-3
Итого за семестр	18	10	16	64	108	
Итого	18	10	16	64	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
3 семестр			
1 Изучение современных возможностей по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем, изготовлению фотошаблонов, проектированию и изготовлению печатных плат	Поверхностные (ПАВ) и объемные(ОАВ) акустические волны Возбуждение акустических волн в кристаллах.Коэффициенты электромеханическойсвязи. Дифракция и затухание акустических волн в пьезокристаллах.Встречно-штыревой преобразователь как трансверсальный фильтр. Эквивалентные схемы. Методы расчетаВШП. Широкополосные пьезопреобразователи. Щелевой и торцевой пьезопреобразователи.	4	ПК-12, ПК-3
	Итого	4	
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных	Линии задержки (ЛЗ) на ПАВ. Вносимые потери и ложные сигналы. Полосапропускания ЛЗ. Температурная ста-	5	ПК-12, ПК-13, ПК-3

Согласована на портале № 21494

компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD: трехмерное моделирование полупроводниковых субмикронных приборов, включающее моделирование технологического процесса формирования структуры прибора, механических напряжений внутри прибора и анализ трехмерного растекания носителей заряда; моделирование кремниевых приборов и приборов с гетеропереходами (в том числе на основе SiC и GaN), приборов на основе мате- риалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT), фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупроводниковых лазеров	бильность. Динамический диапазон.Резонаторы. Генераторы на ПАВ. Стабильность генераторов. Полосовые фильтры. Фильтры линейно-частотно-модулированных (ЛЧМ) сигналов.Акустоэлектронные частотомеры. Фазокодированные преобразователи.Устройства формирования и обработкифазокодо-манипулированных сигналов. Нелинейная обработка сигналов.Пьезоэлектрические конвольверы.Многополосковые ответвители.Мультиплексоры на ПАВ.		
	Итого	5	
3 Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, в том числе сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона; освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе	Методы обработки подложек и звукопроводов. Методы экспонирования рисунков на полимерные пленки. Оптическая проекционная печать. Электронная проекционная литография.	5	ПК-12, ПК-13, ПК-3
	Итого	5	
4 Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде Sentaurus TCAD в процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств: термическое окисление кремния; диффузия в кремнии при высокой и низкой концентрации примеси; ионная имплантация; пучковый отжиг имплантированного кремния; оптическая литография; литография в глубокой УФ области	Рентгеновская литография. Химическое травление. Плазменное травление.Легирование. Травление ионной бомбардировкой. Метод съемного шаблона.	4	ПК-12, ПК-13, ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

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.

Согласована на портале № 21494

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
Предшествующие дисциплины				
1 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	+		+	
2 Интегральная оптоэлектроника		+		
3 Компьютерные технологии в научных исследованиях		+		+
4 Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники	+	+	+	

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 работы	Самостоятельная работа	
ПК-3	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-12	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-13	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат

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
3 семестр				
Работа в команде	6	6		12
Презентации с			8	8

Согласована на портале № 21494

использованием слайдов с обсуждением				
Итого за семестр:	6	6	8	20
Итого	6	6	8	20

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
3 семестр			
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD: трехмерное моделирование полупроводниковых субмикронных приборов, включающее моделирование технологического процесса формирования структуры прибора, механических напряжений внутри прибора и анализ трехмерного растекания носителей заряда; моделирование кремниевых приборов и приборов с гетеропереходами (в том числе на основе SiC и GaN), приборов на основе мате- риалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT), фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупроводниковых лазеров	Исследование линий задержки на ПАВ	4	ПК-12, ПК-3
	Исследование полосового фильтра на ПАВ	4	
	Итого	8	
3 Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, в том числе сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона; освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе	Исследование акустооптического мо-дулятора	4	ПК-12, ПК-13, ПК-3
	Исследование планарного акустоопти-ческого модулятора	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

Согласована на портале № 21494

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
3 семестр			
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD: трехмерное моделирование полупроводниковых субмикронных приборов, включающее моделирование технологического процесса формирования структуры прибора, механических напряжений внутри прибора и анализ трехмерного растекания носителей заряда; моделирование кремниевых приборов и приборов с гетеропереходами (в том числе на основе SiC и GaN), приборов на основе мате- риалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT), фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупроводниковых лазеров	Линии задержки (ЛЗ) на ПАВ. Вносимые потери и ложные сигналы. Полосапропускания ЛЗ. Температурная стабильность. Динамический диапазон.Резонаторы. Генераторы на ПАВ. Стабильность генераторов. Полосовыефильтры. Фильтры линейно-частотномодулированных (ЛЧМ) сигналов.Акустоэлектронные частотомеры. Фазокодированные преобразователи.Устройства формирования и обработкифазокодо-манипулированных сигналов. Нелинейная обработка сигналов.Пьезоэлектрические конвольверы.Многополосковые ответвители.Мультиплексоры на ПАВ.	5	ПК-12, ПК-13, ПК-3
	Итого	5	
3 Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, в том числе сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона; освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе	Методы обработки подложек и звукопроводов. Методы экспонирования рисунков на полимерные пленки. Оптическая проекционная печать. Электронная проекционная литографи-я.Рентгеновская литография. Химическое травление. Плазменное травление.Легирование. Травление ионной бомбардировкой. Метод съемного шаблона.	5	ПК-12, ПК-13, ПК-3
	Итого	5	
Итого за семестр		10	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 21494

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Изучение современных возможностей по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем, изготовлению фотошаблонов, проектированию и изготовлению печатных плат	Проработка лекционного материала	4	ПК-12, ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Итого	4		
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD: трехмерное моделирование полупроводниковых субмикронных приборов, включающее моделирование технологического процесса формирования структуры прибора, механических напряжений внутри прибора и анализ трехмерного растекания носителей заряда; моделирование кремниевых приборов и приборов с гетеропереходами (в том числе на основе SiC и GaN), приборов на основе мате- риалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT), фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупроводниковых	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-12, ПК-13, ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	24		

Согласована на портале № 21494

лазеров				
3 Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, в том числе сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона; освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-12, ПК-13, ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	28		
4 Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде Sentaurus TCAD в процессе проектирования активных и пассивных микро- электронных компонентов и устройств: термическое окисление кремния; диффузия в кремнии при высокой и низкой концентрации примеси; ионная имплантация; пучковый отжиг имплантированного кремния; оптическая литография; литография в глубокой УФ области	Проработка лекционного материала	8	ПК-12, ПК-13, ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Итого	8		
Итого за семестр		64		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		100		

Согласована на портале № 21494

10. Курсовая работа (проект)

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
3 семестр				
Опрос на занятиях	5	5	10	20
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Реферат	5	5	10	20
Итого максимум за период	20	20	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	40	70	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)

Согласована на портале № 21494

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Акустоэлектронные приборы и устройства: Учебное пособие / Серебренников Л. Я., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 70 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2851

12.2. Дополнительная литература

1. Оптические и акустооптические системы обработки информации: Учебное пособие / Башкиров А. И. - 2012. 100 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/1819

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование линий задержки на ПАВ: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 15 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2856
2. Акустоэлектронные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе / Серебренников Л. Я., Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2853
3. Исследование полосового фильтра на ПАВ: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 14 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2857
4. Исследование акустооптического модулятора: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 12 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2858
5. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к лабораторной работе / Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю.Р. - 2013. 39 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2971
6. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к лабораторной работе / Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю.Р. - 2013. 39 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2971
7. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям / Мягков А. С. - 2012. 53 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2495

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. Scopus, Web of Science

Согласована на портале № 21494

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, имеющая 30 посадочных мест , оборудованная доской и стандартной учебной мебелью (ауд. 237 корпус ФЭТ). Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

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, 5 этаж, ауд. 511. 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. -9 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательские лаборатории, расположенные по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 111, 101, 008. Состав оборудования: учебная мебель, лабораторные стенды, необходимый парк измерительных приборов, компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet.

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, 5 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 9 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.

Согласована на портале № 21494

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.

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 № 21494

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

Проектирование и технология электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Микроэлектроника в информационных и управляющих системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФБ, Факультет безопасности**
Кафедра: **МИТУС, кафедра микроэлектроники, информационных технологий и управляющих систем**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- доцент каф. ЭП Н. И. Буримов
- заведующий кафедрой каф. ЭП С. М. Шандаров

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21494

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
ПК-3	готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	Должен знать методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств; Должен уметь разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники; разрабатывать технологические маршруты их изготовления, применять новейшие технологические и конструкционные материалы; Должен владеть методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации;
ПК-12	способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники	
ПК-13	готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов	

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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за 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

Согласована на портале № 21494

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-3

ПК-3: готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени.

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	Принципы планирования и методы автоматизации экспериментальных исследований электронных приборов, устройств и их компонентов на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	Применять экспериментальные методы для решения типовых задач профессиональной области с доведением решения до практически приемлемого результата; проводить необходимые расчеты	Современными методами исследования с целью математического и имитационного моделирования процессов и объектов электроники и наноэлектроники на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

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)	• принципы планирования и методы автоматизации экспериментальных исследований электронных приборов,	• применять экспериментальные методы для решения типовых задач профессиональной области с доведением ре-	• современными методами исследования с целью математического и имитационного моделирования процессов и

Согласована на портале № 21494

	устройств и их компонентов на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени;	шения до практически приемлемого результата; проводить необходимые расчеты;	объектов электроники и наноэлектроники на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования;
Хорошо (базовый уровень)	• основные принципы планирования и методы автоматизации экспериментальных исследований электронных приборов, устройств и их компонентов;	• применять экспериментальные методы для решения типовых задач профессиональной области с доведением решения до практически приемлемого результата;	• современными методами исследования с целью математического и имитационного моделирования процессов и объектов электроники и наноэлектроники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные принципы планирования экспериментальных исследований электронных приборов, устройств и их компонентов;	• применять экспериментальные методы для решения типовых задач профессиональной области;	• методами исследования с целью математического моделирования процессов и объектов электроники и наноэлектроники;

2.2 Компетенция ПК-12

ПК-12: способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Современные методы разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники, включая пакеты прикладных программ	Применять современные методы разработки и пакеты прикладных программ для создания технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники	Современными методами и алгоритмами разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 21494

	• Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лекции; • Самостоятельная работа;	
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• современные методы разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники, включая пакеты прикладных программ;	• применять современные методы разработки и пакеты прикладных программ для создания технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;	• современными методами и алгоритмами разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;
Хорошо (базовый уровень)	• современные методы разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;	• применять современные методы разработки для создания технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;	• современными методами разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные методы разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;	• разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;	• методами разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;

2.3 Компетенция ПК-13

ПК-13: готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Критерии, обеспечивающие технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, методы оценки экономической	Обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность тех-	Навыками оценки экономической эффективности технологических процессов производства изделий электронной техники и обеспечения техно-

Согласована на портале № 21494

	эффективности технологических процессов; методы оптимизации критериев и оценок; особенности технологии производства изделий электронной техники	нологических процессов с использованием алгоритмов оптимизации технологических процессов производства изделий электронной техники	логичности изделий электронной техники и процессов их изготовления; алгоритмами и методикам автоматизированной разработки оптимальных технологических процессов
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• критерии, обеспечивающие технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, методы оценки экономической эффективности технологических процессов; • методы оптимизации критериев и оценок; особенности технологии производства изделий электронной техники;	• обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов с использованием алгоритмов оптимизации технологических процессов производства изделий электронной техники;	• навыками оценки экономической эффективности технологических процессов производства изделий электронной техники и обеспечения технологичности изделий электронной техники и процессов их изготовления; • алгоритмами и методикам автоматизированной разработки оптимальных технологических процессов;
Хорошо (базовый уровень)	• критерии, обеспечивающие технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, методы оценки эконо-	• обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффектив-	• навыками оценки экономической эффективности технологических процессов производства изделий электронной техники и

Согласована на портале № 21494

	мической эффективности технологических процессов;	ность технологических процессов;	обеспечения технологичности изделий электронной техники и процессов их изготовления;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• критерии, обеспечивающие технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления;	• обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления;	• навыками обеспечения технологичности изделий электронной техники и процессов их изготовления;

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 рефератов

- – Рентгеновская литография.
- – Химическое травление.
- – Плазменное травление.
- – Легирование.
- – Травление ионной бомбардировкой.
- – Метод съемного шаблона.
- – Фазокодированные преобразователи. Устройства формирования и обработки фазокодо-манипулированных сигналов.
- – Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы.
- – Многополосковые ответвители. Мультиплексоры на ПАВ.
- – Линии задержки (ЛЗ) на ПАВ.
- – Вносимые потери и ложные сигналы.
- – Полоса пропускания ЛЗ. Температурная стабильность. Динамический диапазон.
- – Резонаторы.
- – Генераторы на ПАВ. Стабильность генераторов.
- – Полосовые фильтры.
- – Фильтры линейно-частотно-модулированных (ЛЧМ) сигналов.
- – Акустоэлектронные частотомеры.
- – Акустооптические модуляторы.
- – Акустооптические частотомеры.
- – Акустооптические анализаторы спектра.
- – Акустооптические устройства обработки сложных сигналов.
- – Согласованные фильтры.

3.2 Темы опросов на занятиях

- Поверхностные (ПАВ) и объемные
- (ОАВ) акустические волны Возбуждение акустических волн в кристаллах.
- Коэффициенты электромеханической
- связи. Дифракция и затухание акустических волн в пьезокристаллах.Встречно-штыревой преобразователь как трансверсальный фильтр. Эквивалентные схемы. Методы расчета
- ВШП. Широкополосные пьезопреобразователи. Щелевой и торцевой пьезопреобразователи.
- Линии задержки (ЛЗ) на ПАВ. Вносимые потери и ложные сигналы. Полоса
- пропускания ЛЗ. Температурная стабильность. Динамический диапазон.
- Резонаторы. Генераторы на ПАВ. Стабильность генераторов. Полосовые фильтры. Фильтры линейно-частотно-

Согласована на портале № 21494

– модулированных (ЛЧМ) сигналов.
– Акустоэлектронные частотомеры. Фазокодированные преобразователи.
– Устройства формирования и обработки
– фазо-кодо-манипулированных сигналов. Нелинейная обработка сигналов.
– Пьезоэлектрические конвольверы.
– Многополосковые ответвители.
– Мультиплексоры на ПАВ.
– Методы обработки подложек и звукопроводов. Методы экспонирования рисунков на полимерные пленки. Оптическая проекционная печать. Электронная проекционная литография.
– Рентгеновская литография. Химическое травление. Плазменное травление.
– Легирование. Травление ионной бомбардировкой. Метод съемного шаблона.

3.3 Экзаменационные вопросы

– – Линии задержки (ЛЗ) на ПАВ.
– – Вносимые потери и ложные сигналы. Полоса пропускания ЛЗ. Температурная стабильность. Динамический диапазон.
– – Резонаторы на ПАВ.
– – Генераторы на ПАВ. Стабильность генераторов.
– – Полосовые фильтры на ПАВ.
– – Фильтры линейно-частотно-модулированных (ЛЧМ) сигналов.
– – Акустоэлектронные частотомеры.
– – Фазокодированные преобразователи. Устройства формирования и обработки фазо-кодо-манипулированных сигналов.
– – Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы.
– – Многополосковые ответвители. Мультиплексоры на ПАВ.
– – Методы обработки подложек и звукопроводов.
– – Методы экспонирования рисунков на полимерные пленки.
– – Оптическая проекционная печать.
– – Электронная проекционная литография. Рентгеновская литография.
– – Химическое травление. Плазменное травление. Травление ионной бомбардировкой.
– – Акустооптические модуляторы.
– – Акустооптические частотомеры.
– – Акустооптические анализаторы спектра.
– – Акустооптические устройства обработки сложных сигналов. Согласованные фильтры.

3.4 Темы лабораторных работ

– Исследование линий задержки на ПАВ
– Исследование полосового фильтра на ПАВ
– Исследование акустооптического модулятора
– Исследование планарного акустооптического модулятора

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. Акустоэлектронные приборы и устройства: Учебное пособие / Серебренников Л. Я., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 70 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2851

Согласована на портале № 21494

4.2. Дополнительная литература

1. Оптические и акустооптические системы обработки информации: Учебное пособие / Башкиров А. И. - 2012. 100 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/1819

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование линий задержки на ПАВ: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 15 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2856
2. Акустоэлектронные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе / Серебренников Л. Я., Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2853
3. Исследование полосового фильтра на ПАВ: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 14 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2857
4. Исследование акустооптического модулятора: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 12 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2858
5. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к лабораторной работе / Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю.Р. - 2013. 39 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2971
6. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к лабораторной работе / Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю.Р. - 2013. 39 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2971
7. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям / Мягков А. С. - 2012. 53 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2495

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Scopus, Web of Science

Согласована на портале № 21494