МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование и технология электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 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 № 21280

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 58 от « 8 » 2 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 №_____.

Разработчик:

доцент каф. ЭП _____ Н. И. Буримов

Заведующий обеспечивающей каф.
ЭП _____ С. М. Шандаров

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

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.
ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперт:

Профессор ТУСУР, каф.ЭП _____ Л. Н. Орликов

Согласована на портале № 21280

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
Из них в интерактивной форме	20	20
Самостоятельная работа (всего)	64	64

Согласована на портале № 21280

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 изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, в том числе сверхвысокоча-	5	5	8	28	46	ПК-12, ПК-13, ПК-3

Согласована на портале № 21280

стотных 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.						
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 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.	4	ПК-12, ПК-3
	Итого	4	
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD: трехмерное моделирование полупроводниковых	Линии задержки (ЛЗ) на ПАВ. Вносимые потери и ложные сигналы. Полоса пропускания ЛЗ. Температурная стабильность. Динамический диапазон. Резонаторы. Генераторы на ПАВ. Стабильность генераторов. Полосовые	5	ПК-12, ПК-13, ПК-3

Согласована на портале № 21280

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.	фильтры. 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.		
	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.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин

Согласована на портале № 21280

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

Согласована на портале № 21280

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 материалов 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 модулятора	4	ПК-12, ПК-13, ПК-3
	Исследование планарного акустооптического модулятора	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 21280

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 материалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT), фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупроводниковых лазеров.	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. Фазокодированные преобразователи. Устройства формирования и обработки фазо-кодо-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 литография. 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 № 21280

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	Реферат
	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 материалов 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
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	24		

Согласована на портале № 21280

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
	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 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.	Проработка лекционного материала	8	ПК-12, ПК-13, ПК-3	Реферат
	Итого	8		
Итого за семестр		64		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		100		

9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Фазокодированные преобразователи. Устройства формирования и обработки фазо-кодо-манипулированных сигналов.
2. Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы.
3. Многополосковые ответвители. Мультиплексоры на ПАВ.

Согласована на портале № 21280

4. Методы обработки подложек и звукопроводов.
5. Методы экспонирования рисунков на полимерные пленки.
6. Оптическая проекционная печать.
7. Электронная проекционная литография.

9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Линии задержки (ЛЗ) на ПАВ.
2. Вносимые потери и ложные сигналы.
3. Полоса пропускания ЛЗ. Температурная стабильность. Динамический диапазон.
4. Резонаторы.
5. Генераторы на ПАВ. Стабильность генераторов.
6. Полосовые фильтры.
7. Фильтры линейно-частотно-модулированных (ЛЧМ) сигналов.
8. Акустоэлектронные частотомеры.
9. Акустооптические модуляторы.
10. Акустооптические частотомеры.
11. Акустооптические анализаторы спектра.
12. Акустооптические устройства обработки сложных сигналов.
13. Согласованные фильтры.
14. Фазокодированные преобразователи. Устройства формирования и обработки фазо-кодо-манипулированных сигналов.
15. Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы.
16. Многополосковые ответвители. Мультиплексоры на ПАВ.
17. Рентгеновская литография.
18. Химическое травление.
19. Плазменное травление.
20. Легирование.
21. Травление ионной бомбардировкой.
22. Метод съемного шаблона.

9.3. Темы лабораторных работ

1. Исследование линий задержки на ПАВ
2. Исследование полосового фильтра на ПАВ
3. Исследование акустооптического модулятора.
4. Исследование планарного акустооптического модулятора

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

Согласована на портале № 21280

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)

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] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2851, дата обращения: 02.06.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Оптические и акустооптические системы обработки информации: Учебное пособие / Башкиров А. И. - 2012. 100 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1819, дата обращения: 02.06.2017.

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] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2856, дата обращения: 02.06.2017.
2. Акустоэлектронные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе / Серебренников Л. Я., Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2853, дата обращения: 02.06.2017.
3. Исследование полосового фильтра на ПАВ: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2857, дата обращения: 02.06.2017.

Согласована на портале № 21280

4. Исследование акустооптического модулятора: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2858, дата обращения: 02.06.2017.

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] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2971, дата обращения: 02.06.2017.

6. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям / Мягков А. С. - 2012. 53 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2495, дата обращения: 02.06.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

1. Scopus, Web of Science

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-

Согласована на портале № 21280

образовательную среду университета.

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

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

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

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

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

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

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

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;

Согласована на портале № 21280

– 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 № 21280

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): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчик:
- доцент каф. ЭП Н. И. Буримов

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21280

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 № 21280

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 № 21280

	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 № 21280

	• 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 № 21280

	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 № 21280

	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 фазо-кодо-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

- Методы обработки подложек и звукопроводов.
- Методы экспонирования рисунков на полимерные пленки.
- Оптическая проекционная печать.
- Электронная проекционная литография.
- Фазокодированные преобразователи. Устройства формирования и обработки фазо-кодо-манипулированных сигналов.
- Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы.
- Многополосковые ответвители. Мультиплексоры на ПАВ.

Согласована на портале № 21280

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 акустооптического модулятора.
- Исследование планарного акустооптического модулятора
- Исследование линий задержки на ПАВ
- Исследование полосового фильтра на ПАВ

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] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2851, свободный.

4.2. Дополнительная литература

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

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] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2856, свободный.

2. Акустоэлектронные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе / Серебренников Л. Я., Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2853, свободный.

3. Исследование полосового фильтра на ПАВ: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа:

Согласована на портале № 21280

https://edu.tusur.ru/publications/2857, свободный.

4. Исследование акустооптического модулятора: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2858, свободный.

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] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2971, свободный.

6. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям / Мягков А. С. - 2012. 53 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2495, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Scopus, Web of Science

Согласована на портале № 21280