МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Акустоэлектроника

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 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	Самостоятельная работа	64	64	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 41456

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от «20» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ЭП	_____	Н. И. Буримов
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Эксперты:

Профессор кафедры электронных приборов (ЭП)	_____	Л. Н. Орликов
Доцент кафедры электронных приборов (ЭП)	_____	А. И. Аксенов

Согласована на портале № 41456

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Приобретение обучающимися знаний по физическим основам акустоэлектроники, необходимых для разработки, исследования и эксплуатации перспективных акустоэлектронных приборов и устройств.

1.2. Задачи дисциплины

– Изучение физических основ и подходов к анализу процессов генерации, распространения и взаимодействия акустических волн и основных принципов разработки, исследования и эксплуатации акустоэлектронных приборов и устройств

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Акустоэлектроника» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Методы математического моделирования.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач;

– ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

– ПК-10 способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основы кристаллофизики; основные положения теории упругости, принципы генерации, распространения, взаимодействия и детектирования акустических волн; основные подходы к анализу акустоэлектронных эффектов и явлений

– **уметь** применять современные методы и подходы для анализа акустоэлектронных явлений и процессов генерации, распространения, взаимодействия и детектирования акустических волн и создания перспективных акустоэлектронных приборов и устройств

– **владеть** владеть навыками создания принципов построения, разработки, проведения исследований и эксплуатации акустоэлектронных приборов и устройств с использованием современных экспериментальных и теоретических подходов и методов и перспективной компонентной базы.

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
Самостоятельная работа (всего)	64	64
Подготовка к контрольным работам	12	12

Согласована на портале № 41456

Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	18	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Введение	2	0	0	2	4	ПК-1
2 Акустические волны в кристаллах	4	4	0	22	30	ПК-1, ПК-10, ПК-4
3 Генерация акустических волн в кристаллах	4	4	0	10	18	ПК-1, ПК-10, ПК-4
4 Нелинейное взаимодействие акустических волн	4	0	0	4	8	ПК-1, ПК-4
5 Устройства обработки сигналов	4	2	16	26	48	ПК-1, ПК-10, ПК-4
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 Введение	Цель и задачи изучения курса, его связь с другими дисциплинами. Основная и дополнительная литература.Содержание курса. История развития акустоэлектроники	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Акустические волны в кристаллах	Тензор деформаций. Тензор напряжений. Уравнения движения упругой среды. Уравнения состоя-	4	ПК-1, ПК-4

Согласована на портале № 41456

	ния упругой пьезоэлектрической среды. Описание электрических и магнитных полей. Система связанных волновых уравнений. Граничные условия. Поверхностные (ПАВ) и объемные (ОАВ) акустические волны . Дифракция и затухание акустических волн в пьезокристаллах.		
	Итого	4	
3 Генерация акустических волн в кристаллах	Резонансные пьезопреобразователи. Встречно-штыревые пьезопреобразователи (ВШП). Однонаправленные ВШП. Встречно-штыревой преобразователь как трансверсальный фильтр. Эквивалентные схемы. Методы расчета ВШП. Широкополосные пьезопреобразователи. Щелевой и торцевой пьезопреобразователи.	4	ПК-1, ПК-10, ПК-4
	Итого	4	
4 Нелинейное взаимодействие акустических волн	Волновое уравнение нелинейной кристаллоакустики. Типы взаимодействий акустических волн в кристаллах. Нелинейное взаимодействие поверхностных акустических волн. Акустоэлектронное взаимодействие в полупроводниках и слоистых структурах	4	ПК-1, ПК-4
	Итого	4	
5 Устройства обработки сигналов	Линии задержки. Резонаторы. Генераторы. Полосовые фильтры. Фильтры линейно-частотно-модулированных сигналов. Устройства формирования и обработки сигналов с фазовой модуляцией. Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы. Акустооптические устройства. Планарные акустооптические устройства.	4	ПК-10, ПК-4
	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				
	1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины					
1 Методы математического моделирования	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины					
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 41456

2 Преддипломная практика		+	+	+	+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию
ПК-4	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию
ПК-10	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
5 Устройства обработки сигналов	Исследование линий задержки на ПАВ	4	ПК-10, ПК-4
	Акустооптический модулятор лазерного излучения	4	
	Исследование планарного акустооптического модулятора	4	
	Исследование полосового фильтра на ПАВ	4	
	Итого	16	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 41456

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Акустические волны в кристаллах	Тензор деформаций. Тензор напряжений. Уравнения движения упругой среды. Уравнения состояния упругой пьезоэлектрической среды. Описание электрических и магнитных полей. Система связанных волновых уравнений. Граничные условия. Поверхностные (ПАВ) и объемные (ОАВ) акустические волны . Дифракция и затухание акустических волн в пьезокристаллах.	4	ПК-1, ПК-10
	Итого	4	
3 Генерация акустических волн в кристаллах	Встречно-штыревые пьезопреобразователи (ВШП). Встречно-штыревой преобразователь как трансверсальный фильтр. Эквивалентные схемы. Методы расчета ВШП.	4	ПК-1, ПК-4
	Итого	4	
5 Устройства обработки сигналов	Линии задержки. Резонаторы. Генераторы. Полосовые фильтры. Фильтры линейно-частотно-модулированных сигналов. Устройства формирования и обработки сигналов с фазовой модуляцией. Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы. Акустооптические устройства. Планарные акустооптические устройства.	2	ПК-1, ПК-10, ПК-4
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	2	ПК-1	Тест
	Итого	2		
2 Акустические волны в кристаллах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-1, ПК-10, ПК-4	Контрольная работа, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного	4		

Согласована на портале № 41456

	материала			
	Подготовка к контрольным работам	12		
	Итого	22		
3 Генерация акустических волн в кристаллах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-1, ПК-4, ПК-10	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
4 Нелинейное взаимодействие акустических волн	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-4	Тест
	Итого	4		
5 Устройства обработки сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-1, ПК-10, ПК-4	Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Реферат, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Итого	26		
Итого за семестр		64		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		100		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Контрольная работа	10			10
Опрос на занятиях	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе		5	5	10
Отчет по практическому занятию	8	8	8	24
Реферат			8	8
Тест	4	4	4	12

Согласована на портале № 41456

Итого максимум за период	24	19	27	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	24	43	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 [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Л. Я. Серебренников, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2012. 70 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2851 (дата обращения: 31.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Кайно, Г. Акустические волны: Устройства, визуализация и аналоговая обработка сигналов : пер. с англ. / Г. Кайно. – М.: Мир, 1990. – 656 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

2. Информационная оптика / Под ред. Н.Н. Евтихеева. Учебное пособие – М., Издательство МЭИ, 2000. – 516 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Акустооптический модулятор лазерного излучения [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2018. 11 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8053 (дата обращения: 31.07.2018).

2. Исследование полосового фильтра на ПАВ [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Н. И. Буримов, С. М. Шандаров - 2013. 14 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2857 (дата обращения: 31.07.2018).

Согласована на портале № 41456

3. Исследование линий задержки на ПАВ [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Н. И. Буримов, С. М. Шандаров - 2013. 15 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2856 (дата обращения: 31.07.2018).

4. Исследование планарного акустооптического модулятора [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / А. И. Башкиров, Н. И. Буримов - 2012. 14 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1077 (дата обращения: 31.07.2018).

5. Акустоэлектронные приборы и устройства [Электронный ресурс]: Методические указания по самостоятельной работе / Л. Я. Серебренников, Н. И. Буримов, С. М. Шандаров - 2012. 12 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2853 (дата обращения: 31.07.2018).

6. Методы управления оптическим излучением [Электронный ресурс]: Методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы / А. Е. Мандель - 2018. 18 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8079 (дата обращения: 31.07.2018).

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Компьютерный класс

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 511 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор 3COM OFFICE CONNECT;
- Монитор 17" 0.20 SyncMaster 763MB TCO99;
- Компьютер CELERON (8 шт.);

Согласована на портале № 41456

- Монитор 17" 0,24 SAMSUNG SyncMASTER N 753 DFX;
- Компьютер WS1 (7 шт.);
- Компьютер WS2;
- Монитор 17" (8 шт.);
- ПЭВМ;
- Офисный системный блок (2 шт.);
- ПЭВМ INTEL PENTIUM 4 d845 GBV HUB P4 1,7GHz, сервер PENTIUM 3;
- Доска магнитно-маркерная;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– OpenOffice

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 111 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Учебный стенд «Оптика» (2 шт.);
- Осциллограф С 1-93;
- Источник питания ТВ-1;
- Источник питания Б5-43;
- Генератор импульсов Г5-54 (3 шт.);
- Генератор импульсов Г5-56;
- Вольтметр В7-78/1;
- Мультиметр FLUKE 8845A;
- Осциллограф TEKTRONIX TDS 2012C;
- Источник питания Mastech HY 3002D-2;
- Лабораторные стенды: «Электрооптический эффект» (2 шт.), «Фазовый портрет»;
- Компьютер (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– OpenOffice

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы),

Согласована на портале № 41456

расположенные по адресам:

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

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

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

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

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

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

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

14.1.1. Тестовые задания

1. Амплитуда поверхностной акустической волны:

а) не изменяется при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;

б) возрастает при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;

в) убывает при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;

г) изменяется по синусоидальному закону при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла.

2. Амплитуда объемной акустической волны:

а) не изменяется при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;

б) возрастает при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;

в) убывает при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;

г) изменяется по синусоидальному закону при удалении точки наблюдения от поверхности

Согласована на портале № 41456

в глубину кристалла.

3. Вектор поляризации продольной объемной акустической волны:

а) ортогонален направлению распространения продольной акустической волны;

б) совпадает с вектором поляризации поперечной акустической волны;

в) имеет направление, противоположное направлению распространения продольной акустической волны;

г) совпадает с направлением распространения продольной акустической волны.

4. При аномальной дифракции Брэгга векторы поляризации падающей и дифрагированной световых волн:

а) ортогональны;

б) коллинеарны;

в) имеют противоположное направление;

г) совпадают с направлением распространения акустической волны.

5. В планарном волноводе показатель преломления волноводного слоя:

а) не должен превышать показатели преломления как для подложки, так и для покровной среды;

б) должен быть равным показателю преломления покровной среды и превышать показатель преломления подложки;

в) должен быть равным показателю преломления подложки и превышать показатель преломления покровной среды;

г) должен превышать показатели преломления подложки и покровной среды.

6. Геометрическое место точек, в которых фаза волны остается постоянной называют:

а) фазовой скоростью волны;

б) фазовым или волновым фронтом;

в) эквипотенциальной поверхностью волны;

г) плоскостью поляризации волны;

д) поверхностью волновой нормали.

7. Какая среда является анизотропной:

а) свойства среды в различных направлениях внутри этой среды различны;

б) свойства среды в различных направлениях внутри этой среды одинаковы;

в) свойства среды изменяются вдоль выделенного направления внутри этой среды;

г) свойства среды изменяются во времени вдоль выделенного направления внутри этой среды.

8. Фотоупругий эффект описывается:

а) вектором;

б) тензором второго ранга;

в) тензором третьего ранга;

г) тензором четвертого ранга.

9. Обратный пьезоэлектрический эффект описывается:

а) вектором;

б) тензором второго ранга;

в) тензором третьего ранга;

г) тензором четвертого ранга.

10. Тензор упругих постоянных это:

а) тензором второго ранга;

в) тензором третьего ранга;

г) тензором четвертого ранга;

д) скалярная величина

11. ПАВ рэлеевского типа имеет:

а) линейную поляризацию с вектором, ортогональным поверхности кристалла;

б) линейную поляризацию с вектором, направленным вдоль направления распространения;

в) эллиптическую поляризацию;

в) круговую поляризацию;

12. Диэлектрическая проницаемость анизотропной среды описывается:

Согласована на портале № 41456

а) скалярной величиной;
б) тензором первого ранга;
в) тензором второго ранга;
г) тензором третьего ранга.
13. Явление прямого пьезоэффекта заключается в:
а) возникновении разности потенциалов при геометрическом сжатии кристалла;
б) появлении акустической поверхностной волны;
в) изменении геометрических размеров кристалла при приложении к нему разности потенциалов;
г) появлении объемной акустической волны
14. Явление обратного пьезоэффекта заключается в:
а) возникновении разности потенциалов при геометрическом сжатии кристалла;
б) появлении акустической поверхностной волны;
в) изменении геометрических размеров кристалла при приложении к нему разности потенциалов;
г) появлении объемной акустической волны
15. Фильтры на ПАВ являются:
а) фильтрами нижних частот;
б) фильтрами верхних частот;
в) полосно-пропускающими фильтрами;
г) полосно-заграждающими фильтрами
16. В чем состоит преимущество использования поверхностных волн вместо объемных?
а) Малые величины управляющих электрических сигналов;
б) Скорость их распространения больше, чем у объемных;
в) Амплитуда поверхностных волн убывает при удалении от поверхности;
г) Коэффициент затухания поверхностных волн много меньше, чем у объемных.
17. Принцип работы акустоэлектронного конвольвера основан:
а) на нелинейном взаимодействии акустических волн;
б) на усилении акустических волн;
в) на нелинейном взаимодействии световых волн;
г) на взаимодействии световых и акустических волн.
18. Сигнал с фазовой манипуляцией является:
а) одночастотным;
б) узкополосным;
в) среднеополосным;
г) широкополосным;
19. Принцип работы планарного акустооптического модулятора основан:
а) на нелинейном взаимодействии акустических волн;
б) на взаимодействии ПАВ и световых волн;
в) на нелинейном взаимодействии световых волн;
г) на взаимодействии световых и объемных акустических волн.
20. В генераторе сигналов на ПАВ используется:
а) положительная обратная связь;
б) положительная обратная связь
в) автоматическая регулировка усиления;
г) интегрирующая цепь.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Свойства поверхностных акустических волн
2. Распространение объемных акустических волн в пьезокристаллах
3. Полосовые фильтры на ПАВ
4. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики фильтров на ПАВ
5. Методы аподизации преобразователей ПАВ
6. Ложные сигналы в устройствах на ПАВ
7. Акустооптические модуляторы

Согласована на портале № 41456

8. Затухание ПАВ
9. Резонансное возбуждение ПАВ
10. Встречно-штыревые пьезопреобразователи (ВШП)
11. Трансверсальные фильтры
12. Генераторы на поверхностных акустических волнах (ПАВ)
13. Резонаторы на ПАВ
14. Линии задержки на поверхностных акустических волнах (ПАВ)
15. Технология изготовления встречно-штыревых пьезопреобразователей (ВШП)
16. ПАВ в слоистых средах
17. Дифракция ПАВ
18. Акустоэлектронные конвольверы
19. Вырожденные конвольверы
20. Запоминающие конвольверы
21. Мультиплексоры на ПАВ
22. Акустооптическое взаимодействие в кристаллах
23. Акустооптические модуляторы
24. Планарные акустооптические устройства
25. Фазокодированные преобразователи ПАВ
26. Эквивалентные схемы ВШП
27. Фильтры сжатия импульсов на ПАВ
28. Широкополосные устройства на ПАВ

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Генерация акустических волн в кристаллах

14.1.4. Темы рефератов

1. Линии задержки (ЛЗ) на ПАВ.
2. Резонаторы.
3.Генераторы на ПАВ.
4. Фильтры линейно-частотно-модулированных (ЛЧМ) сигналов.
5. Акустоэлектронные частотомеры.
6. Фазокодированные преобразователи.
7. Устройства формирования и обработки сигналов с фазовой модуляцией
8. Пьезоэлектрические конвольверы.
9. Многополосковые ответвители на ПАВ.
10. Мультиплексоры на ПАВ.

14.1.5. Темы контрольных работ

Акустические волны в кристаллах

14.1.6. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Тензор деформаций. Тензор напряжений. Уравнения движения упругой среды. Уравнения состояния упругой пьезоэлектрической среды. Описание электрических и магнитных полей. Система связанных волновых уравнений. Граничные условия. Поверхностные (ПАВ) и объемные (ОАВ) акустические волны . Дифракция и затухание акустических волн в пьезокристаллах.

Встречно-штыревые пьезопреобразователи (ВШП). Встречно-штыревой преобразователь как трансверсальный фильтр. Эквивалентные схемы. Методы расчета ВШП.

Линии задержки. Резонаторы. Генераторы. Полосовые фильтры. Фильтры линейно-частотно-модулированных сигналов. Устройства формирования и обработки сигналов с фазовой модуляцией. Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы. Акустооптические устройства. Планарные акустооптические устройства.

14.1.7. Темы лабораторных работ

Исследование линий задержки на ПАВ

Акустооптический модулятор лазерного излучения

Исследование планарного акустооптического модулятора

Исследование полосового фильтра на ПАВ

Согласована на портале № 41456

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

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

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

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

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

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 41456