

**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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**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

## 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 нанoeлектроника, 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 при-  
боров (ЭП)

\_\_\_\_\_ А. И. Аксенов

## 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 нанoeлектроники, 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

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

	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. Плоские 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	+	+	+	+	+

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.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>3 семестр</b>			
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. Плоские 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
<b>3 семестр</b>				
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		

	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



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)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	E (посредственно)
	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).

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.);

- 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 ТЕКТРОНИХ TDS 2012С;
- Источник питания Mastech NY 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),

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

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 сре-

ды.

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:

- 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) среднеполосным;
  - 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

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

## 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.