

Документ подписан электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сенченко Павел Васильевич  
Должность: Проректор по учебной работе  
Дата подписания: 10.11.2023 12:03:13  
Уникальный программный ключ:  
27e516f4c088deb62ba68945f4406e13fd454355

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Сенченко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**

Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2021 года

**Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

| Виды учебной деятельности              | 3 семестр | Всего | Единицы |
|--|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                     | 36        | 36    | часов   |
| Практические занятия                   | 28        | 28    | часов   |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 28        | 28    | часов   |
| Лабораторные занятия                   | 16        | 16    | часов   |
| Самостоятельная работа                 | 28        | 28    | часов   |
| Подготовка и сдача экзамена            | 36        | 36    | часов   |
| Общая трудоемкость                     | 144       | 144   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию)     | 4         | 4     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Экзамен                        | 3       |

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение обучающимися знаний по физическим основам функциональной электроники с учетом современных тенденций развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение и освоение студентами современных подходов и методов, используемых для анализа и описания оптических явлений.

2. Изучение физических основ и подходов к анализу процессов генерации, распространения и взаимодействия акустических волн.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.2.5.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

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

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

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция  | Индикаторы достижения компетенции  | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|--|--|--|
| <b>Универсальные компетенции</b>   |  |  |
| -  | -  | -  |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b>  |  |  |
| ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математики   | Знает физические основы функциональной электроники   |
|  | ОПК-1.2. Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области | Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области функциональной электроники  |
|  | ОПК-1.3. Владеет практическими навыками решения инженерных задач   | Владеет навыками решения стандартных профессиональных задач с применением естественнонаучных знаний, методов математического анализа и моделирования |
| <b>Профессиональные компетенции</b>  |  |  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| ПКР-5. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | ПКР-5.1. Умеет строить физические и математические модели модулей, узлов, блоков. | Умеет строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники                             |
|   | ПКР-5.2. Владеет навыками компьютерного моделирования.                            | Умеет проводить математическое моделирование процессов и объектов функциональной электроники на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования |

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности   | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 3 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 80          | 80        |
| Лекционные занятия  | 36          | 36        |
| Практические занятия  | 28          | 28        |
| Лабораторные занятия  | 16          | 16        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 28          | 28        |
| Подготовка к тестированию   | 16          | 16        |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета  | 12          | 12        |
| <b>Подготовка и сдача экзамена</b>  | 36          | 36        |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 144         | 144       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>  | 4           | 4         |

**5. Структура и содержание дисциплины**

**5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности**

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

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

| Названия разделов (тем) дисциплины   | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|--------------------------------------|--------------|---------------|-----------|--------------|----------------------------|-------------------------|
|                                      |              |               |           |              |                            |                         |
| 1 Электромагнитные колебания и волны | 4            | 3             | 4         | 5            | 16                         | ОПК-1, ПКР-5            |

|  |    |    |    |    |     |              |
|--|----|----|----|----|-----|--------------|
| 2 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела | 4  | 3  | -  | 2  | 9   | ОПК-1, ПКР-5 |
| 3 Интерференция света  | 4  | 3  | 4  | 5  | 16  | ОПК-1, ПКР-5 |
| 4 Дифракция света  | 4  | 3  | -  | 2  | 9   | ОПК-1, ПКР-5 |
| 5 Оптика анизотропных сред   | 4  | 4  | 4  | 5  | 17  | ОПК-1, ПКР-5 |
| 6 Оптика неоднородных сред   | 4  | 4  | -  | 2  | 10  | ОПК-1, ПКР-5 |
| 7 Акустические волны в твердых телах   | 6  | 4  | -  | 2  | 12  | ОПК-1, ПКР-5 |
| 8 Основы дифракции света на акустических волнах                                    | 6  | 4  | 4  | 5  | 19  | ОПК-1, ПКР-5 |
| Итого за семестр   | 36 | 28 | 16 | 28 | 108 |              |
| Итого  | 36 | 28 | 16 | 28 | 108 |              |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины   | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)   | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|--|--|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>3 семестр</b>   |  |                                      |                         |
| 1 Электромагнитные колебания и волны   | Шкала электромагнитных колебаний. Основы теории колебаний. Линейные колебания в системах с одной степенью свободы. Изображение колебательных процессов в фазовом пространстве. Описание электромагнитного излучения оптического диапазона. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме, материальные уравнения и граничные условия. Сведение к волновому уравнению. Плоские электромагнитные волны, гармонические плоские волны и их свойства. Поляризация плоских электромагнитных волн. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля, вектор Пойнтинга. Сферические волны. | 4                                    | ОПК-1, ПКР-5            |
|  | Итого  | 4                                    |                         |
| 2 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела | Отражение и преломление света на границе раздела прозрачных диэлектриков. Полное внутреннее отражение. Преломление и отражение на поверхности металла. Неоднородные плоские волны, поверхностные электромагнитные волны.   | 4                                    | ОПК-1, ПКР-5            |
|  | Итого  | 4                                    |                         |

|                                      |   |   |              |
|--------------------------------------|---|---|--------------|
| 3 Интерференция света                | Интерференция монохроматического излучения. Двухлучевая интерференция. Временная и пространственная когерентность оптического излучения. Интерференция частично-когерентного излучения. Методы наблюдения интерференционных картин. Двухлучевые интерферометры Жамена, Маха-Цендера, Рождественского, Майкельсона, Физо. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо.                      | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
|                                      | Итого   | 4 |              |
| 4 Дифракция света                    | Полевой и спектральный методы описания. Приближение геометрической оптики. Принцип Гюйгенса-Френеля. Задача о дифракции на плоском экране. Граничные условия Кирхгофа. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Дифракция лазерных пучков. Дифракционные решетки и спектральные приборы на их основе.   | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
|                                      | Итого   | 4 |              |
| 5 Оптика анизотропных сред           | Диэлектрический тензор анизотропной среды. Распространение и свойства плоских волн в анизотропных средах. Фазовая и групповая скорость. Классификация анизотропных сред. Распространение света в одноосных и двуосных кристаллах. Оптическая активность. Искусственная анизотропия: эффекты Поккельса и Фарадея, квадратичный электрооптический эффект и фотоупругость. Поляризационные устройства. | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
|                                      | Итого   | 4 |              |
| 6 Оптика неоднородных сред           | Оптические волноводы. Моды планарных волноводов. Волоконные световоды и их моды. Электромагнитные волны в периодических структурах. Блоховские волны и зонная структура. Брэгговское отражение.   | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
|                                      | Итого   | 4 |              |
| 7 Акустические волны в твердых телах | Материальные уравнения. Пьезоэффект. Объёмные акустические волны. Поверхностные акустические волны. Акустоэлектронное взаимодействие в кристаллах.  | 6 | ОПК-1, ПКР-5 |
|                                      | Итого   | 6 |              |

|   |  |    |              |
|---|--|----|--------------|
| 8 Основы дифракции света на акустических волнах | Дифракция Рамана-Ната. Дифракция Брэгга. | 6  | ОПК-1, ПКР-5 |
|   | Итого                                    | 6  |              |
| Итого за семестр                                |  | 36 |              |
| Итого   |  | 36 |              |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины   | Наименование практических занятий (семинаров)                                    | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| <b>3 семестр</b>   |  |                 |                         |
| 1 Электромагнитные колебания и волны   | Электромагнитные колебания и волны   | 3               | ОПК-1, ПКР-5            |
|  | Итого  | 3               |                         |
| 2 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела | Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела | 3               | ОПК-1, ПКР-5            |
|  | Итого  | 3               |                         |
| 3 Интерференция света  | Интерференция света  | 3               | ОПК-1, ПКР-5            |
|  | Итого  | 3               |                         |
| 4 Дифракция света  | Дифракция света  | 3               | ОПК-1, ПКР-5            |
|  | Итого  | 3               |                         |
| 5 Оптика анизотропных сред   | Оптика анизотропных сред   | 4               | ОПК-1, ПКР-5            |
|  | Итого  | 4               |                         |
| 6 Оптика неоднородных сред   | Оптика неоднородных сред   | 4               | ОПК-1, ПКР-5            |
|  | Итого  | 4               |                         |
| 7 Акустические волны в твердых телах   | Акустические волны в твердых телах   | 4               | ОПК-1, ПКР-5            |
|  | Итого  | 4               |                         |
| 8 Основы дифракции света на акустических волнах                                    | Основы дифракции света на акустических волнах                                    | 4               | ОПК-1, ПКР-5            |
|  | Итого  | 4               |                         |
| Итого за семестр   |  | 28              |                         |
| Итого  |  | 28              |                         |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины   | Наименование лабораторных работ                                     | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--------------------------------------|---|-----------------|-------------------------|
| <b>3 семестр</b>                     |   |                 |                         |
| 1 Электромагнитные колебания и волны | Исследование фазовых портретов гармонических и затухающих колебаний | 4               | ОПК-1, ПКР-5            |
|                                      | Итого   | 4               |                         |

|   |  |    |              |
|---|--|----|--------------|
| 3 Интерференция света                           | Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера | 4  | ОПК-1, ПКР-5 |
|   | Итого  | 4  |              |
| 5 Оптика анизотропных сред                      | Электрооптическая модуляция оптического излучения                  | 4  | ОПК-1, ПКР-5 |
|   | Итого  | 4  |              |
| 8 Основы дифракции света на акустических волнах | Акустооптический модулятор лазерного излучения                     | 4  | ОПК-1, ПКР-5 |
|   | Итого  | 4  |              |
| Итого за семестр                                |  | 16 |              |
| Итого   |  | 16 |              |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

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

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины   | Виды самостоятельной работы                        | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля      |
|--|--|-----------------|-------------------------|---------------------|
| <b>3 семестр</b>   |  |                 |                         |                     |
| 1 Электромагнитные колебания и волны   | Подготовка к тестированию                          | 2               | ОПК-1, ПКР-5            | Тестирование        |
|  | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 3               | ОПК-1, ПКР-5            | Лабораторная работа |
|  | Итого  | 5               |                         |                     |
| 2 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела | Подготовка к тестированию                          | 2               | ОПК-1, ПКР-5            | Тестирование        |
|  | Итого  | 2               |                         |                     |
| 3 Интерференция света  | Подготовка к тестированию                          | 2               | ОПК-1, ПКР-5            | Тестирование        |
|  | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 3               | ОПК-1, ПКР-5            | Лабораторная работа |
|  | Итого  | 5               |                         |                     |
| 4 Дифракция света  | Подготовка к тестированию                          | 2               | ОПК-1, ПКР-5            | Тестирование        |
|  | Итого  | 2               |                         |                     |

|   |  |    |              |                     |
|---|--|----|--------------|---------------------|
| 5 Оптика анизотропных сред                      | Подготовка к тестированию                          | 2  | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование        |
|   | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 3  | ОПК-1, ПКР-5 | Лабораторная работа |
|   | Итого  | 5  |              |                     |
| 6 Оптика неоднородных сред                      | Подготовка к тестированию                          | 2  | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование        |
|   | Итого  | 2  |              |                     |
| 7 Акустические волны в твердых телах            | Подготовка к тестированию                          | 2  | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование        |
|   | Итого  | 2  |              |                     |
| 8 Основы дифракции света на акустических волнах | Подготовка к тестированию                          | 2  | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование        |
|   | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 3  | ОПК-1, ПКР-5 | Лабораторная работа |
|   | Итого  | 5  |              |                     |
| Итого за семестр                                |  | 28 |              |                     |
|   | Подготовка и сдача экзамена                        | 36 |              | Экзамен             |
| Итого   |  | 64 |              |                     |

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

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

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

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |            |           |           | Формы контроля                             |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-----------|--|
|                         | Лек. зан.                 | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. |  |
| ОПК-1                   | +                         | +          | +         | +         | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |
| ПКР-5                   | +                         | +          | +         | +         | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |

### 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

#### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля      | 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 |
|---------------------|--|---|---|------------------|
| <b>3 семестр</b>    |  |   |   |                  |
| Лабораторная работа | 0  | 20  | 20  | 40               |
| Тестирование        | 10   | 10  | 10  | 30               |
| Экзамен             |  |   |   | 30               |



|                          |    |    |    |     |
|--------------------------|----|----|----|-----|
| Итого максимум за период | 10 | 30 | 30 | 100 |
| Нарастающим итогом       | 10 | 40 | 70 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК         | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3      |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК         | 2      |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка                               | 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  | E (посредственно)       |
|                                      | 60 – 64  |                         |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Калитеевский, Николай Иванович. Волновая оптика : Учебное пособие для вузов. - СПб. : Лань, 2006. - 465[15] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.).
2. Введение в оптическую физику: Учебное пособие / С. М. Шандаров - 2018. 127 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7307>.
3. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / С. М. Шандаров - 2012. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2059>.
4. Акустоэлектронные приборы и устройства: Учебное пособие / Л. Я. Серебренников, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2012. 70 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2851>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Розеншер Э. Оптоэлектроника : Пер. с фр.. - М. : Техносфера, 2006. - 588[4] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).
2. Пихтин, Александр Николаевич. Оптическая и квантовая электроника : Учебник для вузов. - М. : Высшая школа, 2001. - 574[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 147 экз.).
3. Евтихий, Николай Николаевич. Информационная оптика : Учебное пособие для вузов. - М. : Издательство МЭИ, 2000. - 612 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.).
4. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / В. М. Шандаров, А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2012. 244 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1553>.
5. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/750>.

6. 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.).

### **7.3. Учебно-методические пособия**

#### **7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Исследование фазовых портретов гармонических и затухающих колебаний : Методические указания для лабораторного практикума / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов, Л. Н. Орликов - 2012. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1659>.

2. Электрооптическая модуляция оптического излучения : Методические указания для лабораторного практикума / Н. И. Буримов, С. М. Шандаров - 2012. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1660>.

3. Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера: Методические указания к лабораторной работе / В. В. Щербина, Н. И. Буримов - 2013. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2818>.

4. Акустооптический модулятор лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе / А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2018. 11 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8053>.

5. Оптическая физика: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / С. М. Шандаров - 2013. 60 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2846>.

6. Приборы и методы управления оптическим излучением: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / Н. И. Буримов, С. М. Шандаров - 2018. 45 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8484>.

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

#### **7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

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

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

### **8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие

тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

## **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

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.

## **8.3. 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.;
- Генератор АКПП-3409/3 - 2 шт.;
- Источник питания "Марс";
- Генератор Г5-54;
- Генератор функциональный АКТАКОМ АНР-3121;
- Мультиметр: DT 0205A, S-Line DT-830B;
- Осциллограф: Tektronix TBS2000, Rigol;
- Мультиметр Mastech MY68;
- Лабораторные стенды "Электрооптический эффект" - 2 шт., "Фазовый портрет" - 2 шт.;
- Лабораторный стенд "Полупроводниковые фотоприемники";
- Лабораторный стенд "Полупроводниковый лазер";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

## **8.4. 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.

Описание имеющегося оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

## **8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными**

## ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

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

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

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

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

### 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

#### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

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

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины   | Формируемые компетенции | Формы контроля      | Оценочные материалы (ОМ)            |
|--|-------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 1 Электромагнитные колебания и волны   | ОПК-1, ПКР-5            | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ             |
|  |                         | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|  |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 2 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела | ОПК-1, ПКР-5            | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|  |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 3 Интерференция света  | ОПК-1, ПКР-5            | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ             |
|  |                         | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|  |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 4 Дифракция света  | ОПК-1, ПКР-5            | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|  |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |

|   |              |                     |                                     |
|---|--------------|---------------------|-------------------------------------|
| 5 Оптика анизотропных сред                      | ОПК-1, ПКР-5 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ             |
|   |              | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|   |              | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 6 Оптика неоднородных сред                      | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|   |              | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 7 Акустические волны в твердых телах            | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|   |              | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 8 Основы дифракции света на акустических волнах | ОПК-1, ПКР-5 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ             |
|   |              | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|   |              | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |

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

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

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

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.  
Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

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

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

- Геометрическое место точек, в которых фаза волны остается постоянной, называют ...
  - фазовой скоростью волны
  - фазовым или волновым фронтом
  - эквипотенциальной поверхностью волны
  - плоскостью поляризации волны
- Интерференцией называют явление, при котором ...
  - происходит обмен энергией для двух и более волновых процессов
  - суперпозиция волновых процессов приводит к равномерному и однородному уменьшению средней плотности потока энергии
  - суперпозиция волновых процессов приводит к равномерному и однородному увеличению средней плотности потока энергии
  - суперпозиция волновых процессов приводит к изменению средней плотности потока энергии
- Когерентностью называют ...
  - зависимость фазовой скорости световых волн в среде от длины волны
  - способность световых волн распространяться в вакууме
  - зависимость фазовой скорости световых волн в кристаллах от их поляризации
  - согласованное протекание во времени нескольких волновых процессов или свойство, отражающее стабильность фазы одной или нескольких электромагнитных волн
- Временем когерентности называют ...
  - минимальную длительность промежутка между частями сигнала, в которых его фаза меняется непрерывно
  - длительность части сигнала, в течение которой его фаза меняется непрерывно
  - максимальную длительность промежутка между частями сигнала, в которых его фаза меняется непрерывно
  - максимальный период колебаний в спектре сигнала
- К оптическому диапазону относят излучение с длинами волн от ...
  - 1 мм до 1 нм

- б) 10 м до 0,3 мм
  - в) 100 км до 0.1 мм
  - г) 1 мм до 0,1 мм
6. 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.
  7. 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.
  8. 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.
  9. 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.
  10. 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.

### **9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов**

1. Свойства поверхностных акустических волн
2. Распространение объемных акустических волн в пьезокристаллах
3. Двухлучевые интерферометры Жамена, Маха-Цендера, Рождественского, Майкельсона, Физо
4. Дифракция Рамана-Ната. Дифракция Брэгга
5. Искусственная анизотропия: эффекты Поккельса и Фарадея, квадратичный электрооптический эффект и фотоупругость
6. Дифракционные решетки и спектральные приборы на их основе

### **9.1.3. Темы лабораторных работ**

1. Исследование фазовых портретов гармонических и затухающих колебаний
2. Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера
3. Электрооптическая модуляция оптического излучения
4. Акустооптический модулятор лазерного излучения

## **9.2. Методические рекомендации**

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

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает

работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

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

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

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

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

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

### **9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

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

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



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

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП  
протокол № 87 от «20» 11 2020 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                         | Инициалы, фамилия | Подпись  |
|-----------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ЭП    | Н.И. Буримов      | Согласовано,<br>393931b1-af66-45e5-<br>a537-c5831244e4ca |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭП | Н.И. Буримов      | Согласовано,<br>393931b1-af66-45e5-<br>a537-c5831244e4ca |
| Начальник учебного управления     | Е.В. Саврук       | Согласовано,<br>fa63922b-1fce-4aba-<br>845d-9ce7670b004c |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                    |              |  |
|--------------------|--------------|--|
| Доцент, каф. ЭП    | А.И. Аксенов | Согласовано,<br>d90d5f87-f1a9-4440-<br>b971-ce4f7e994961 |
| Профессор, каф. ЭП | Л.Н. Орликов | Согласовано,<br>8afa57b7-3fcf-44bc-<br>922a-3c3f168876e6 |

### РАЗРАБОТАНО:

|                                    |              |  |
|------------------------------------|--------------|--|
| и.о. заведующего кафедрой, каф. ЭП | Н.И. Буримов | Разработано,<br>393931b1-af66-45e5-<br>a537-c5831244e4ca |
|------------------------------------|--------------|--|