**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Введение в фотонику и оптоинформатику

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 16 | 16 | часов |
| 2 | Практические занятия | 16 | 16 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 48 | 48 | часов |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 30 | 30 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 24 | 24 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 72 | 72 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | З.Е |

Экзамен: 2 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3953

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 51 от « 1 » 7 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 2015-09-03 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

зав. каф. ЭП, профессор каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

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

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

Эксперты:

председатель методической комиссии кафедры ЭП, профессор каф. ЭП _____ Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 3953

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение общих представлений о фотонике и оптоинформатике как о новых актуальных направлениях развития науки и техники;

изучение истории становления и формирования фотоники и оптоинформатики, взаимосвязи фотоники и оптоинформатики с другими областями науки и технологии, роли оптических материалов как основы развития фотоники и оптоинформатики.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Изучение физических закономерностей проявляющихся при работе приборов фотоники и оптоинформатики.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Введение в фотонику и оптоинформатику» (Б1.В.ОД.14) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Иностранный язык, Информатика, Математика, Физика, Химия.

Последующими дисциплинами являются: Квантовая механика, Когерентная оптика и голография, Оптическая физика, Оптические методы обработки информации, Оптическое материаловедение, Основы оптоинформатики, Основы фотоники, Приборы квантовой электроники и фотоники, Учебно-исследовательская работа, Физические основы квантовой и оптической электроники, Электротехника и электроника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

– ОПК-2 способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** фундаментальные принципы фотоники и оптоинформатики - как о новых актуальных направлениях развития науки и техники на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; историю становления и формирования фотоники и оптоинформатики как естественный путь развития высоких технологий; методы поиска, хранения, и анализа информации из различных источников и баз данных, методы представления информации о фотонике и оптоинформатике в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; принципы функционирования устройств и систем фотоники на основе волноводных, нелинейных и периодических структур;

– **уметь** применять современные, адекватные современному уровню знаний методы поиска, хранения, обработки информации, используемые для разработки и эксплуатации устройств и систем фотоники основе знания основных положений, законов и методов о волноводных, нелинейных и периодических структурах с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

– **владеть** современными подходами разработки и эксплуатации приборов устройств и систем фотоники на основе волноводных, нелинейных и периодических структур; навыками по адекватному применению законов оптики к научному анализу явлений в фотонике и оптоинформатике; владеть подходами к математическому описанию оптических явлений, владеть методами поиска и представления информации по фотонике в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

Согласована на портале № 3953

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 2 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 48 | 48 |
| Лекции | 16 | 16 |
| Практические занятия | 16 | 16 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| Из них в интерактивной форме | 30 | 30 |
| Самостоятельная работа (всего) | 24 | 24 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 11 | 11 |
| Проработка лекционного материала | 5 | 5 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | 8 |
| Всего (без экзамена) | 72 | 72 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость час | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 3.0 | 3.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| № | Названия разделов дисциплины | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Введение. Предмет и задачи фотоники и оптоинформатики | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | ОПК-1, ОПК-2 |
| 2 | Теория колебаний | 2 | 2 | 0 | 2 | 6 | ОПК-1, ОПК-2 |
| 3 | Описание электромагнитных волн | 2 | 4 | 4 | 4 | 14 | ОПК-1, ОПК-2 |
| 4 | Геометрическая оптика | 2 | 2 | 4 | 5 | 13 | ОПК-1, ОПК-2 |
| 5 | Введение в интегральную и волоконную оптику | 4 | 2 | 0 | 2 | 8 | ОПК-1, ОПК-2 |
| 6 | Введение в квантовую электронику, нелинейную оптику и голографию. | 2 | 4 | 8 | 8 | 22 | ОПК-1, ОПК-2 |

Согласована на портале № 3953

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Оптические методы передачи, хранения и обработки информации | 2 | 2 | 0 | 2 | 6 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 16 | 16 | 16 | 24 | 72 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Введение. Предмет и задачи фотоники и оптоинформатики | Актуальные проблемы и достижения современной фотоники. Терминология в предметной области фотоники | 2 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Теория колебаний | Гармонический сигнал. Шкала электромагнитных колебаний. Классификация колебательных систем и колебательных процессов.Общие свойства колебательных систем с одной степенью свободы. Вынужденные колебания. Затухающие колебания | 2 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Описание электромагнитных волн | Плоские электромагнитные волны, гармонические плоские волны и их свойства. Дисперсия света. Поляризация плоских электромагнитных волн. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля, вектор Пойнтинга. Поглощение. | 2 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Геометрическая оптика | Закон прямолинейного распространения света. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. | 2 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Введение в интегральную и волоконную оптику | Физические принципы, используемые в волоконной и интегральной оптике. Основные типы волокон и технология получения. Потери в волокнах, дисперсия волокон. Планарные и полосковые волноводы и устройства интегральной оптики. | 4 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 3953

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Введение в квантовую электронику, нелинейную оптику и голографию. | Фотоны и их свойства. Принцип квантового усиления электромагнитных волн. Лазеры. Нелинейная оптика, генерация второй гармоники. Основные физические принципы голографии | 2 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Оптические методы передачи, хранения и обработки информации | Информационная емкость канала передачи данных. Оптические системы памяти. Оптические системы обработки информации. | 2 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

**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 представ-лены 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 | 6 | 7 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 | Иностранный язык | + | | | | | + | + |
| 2 | Информатика | + | | | | | | + |
| 3 | Математика | + | + | + | + | + | + | + |
| 4 | Физика | + | + | + | + | + | + | + |
| 5 | Химия | + | | | | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 | Квантовая механика | + | | | | + | | |
| 2 | Когерентная оптика и голография | | | | | + | + | |
| 3 | Оптическая физика | + | + | + | + | + | + | + |
| 4 | Оптические методы обработки информации | | | | | + | | + |
| 5 | Оптическое материаловедение | + | + | + | + | + | + | + |
| 6 | Основы оптоинформатики | + | + | + | + | + | + | + |
| 7 | Основы фотоники | + | + | + | + | + | + | + |
| 8 | Приборы квантовой электроники и фотоники | | | | | + | | |
| 9 | Учебно-исследовательская работа | + | + | + | + | + | + | + |
| 10 | Физические основы квантовой и оптической электроники | + | + | + | | + | | |
| 11 | Электротехника и электроника | + | + | + | | | | |

Согласована на портале № 3953

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

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

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа | |
| ОПК-1 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат |
| ОПК-2 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лабораторные занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|---|---|---|---|---|
| Решение ситуационных задач | 6 | 4 | | 10 |
| Работа в команде | 4 | 6 | | 10 |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | | | 10 | 10 |
| Итого | 10 | 10 | 10 | 30 |

## 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов | Содержание лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |

Согласована на портале № 3953

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Описание электромагнитных волн | Поляризация. | 4 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Геометрическая оптика | Законы отражения и преломления. | 4 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Введение в квантовую электронику, нелинейную оптику и голографию. | Генерация второй гармоники лазерного излучения | 4 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Формирование отражательных голограмм в кристаллах титаната висмута | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

## 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 2 Теория колебаний | Свойства колебательных систем с одной степенью свободы. Вынужденные колебания. Затухающие колебания. | 2 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Описание электромагнитных волн | Плоские электромагнитные волны, гармонические плоские волны и их свойства | 4 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Геометрическая оптика | Закон прямолинейного распространения света. Законы отражения и преломления света | 2 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Введение в интегральную и волоконную оптику | Потери в волокнах, дисперсия волокон. | 2 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Введение в квантовую электронику, нелинейную оптику и голографию. | Принцип квантового усиления электромагнитных волн. Генерация второй гармоники. | 4 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Оптические методы передачи, хранения и обработки информации | Информационная емкость канала передачи данных. | 2 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

Согласована на портале № 3953

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |
| 1 Введение. Предмет и задачи фотоники и оптоинформатики | Проработка лекционного материала | 1 | ОПК-1, ОПК-2 | Конспект самоподготовки, Реферат |
| | Итого | 1 | | |
| 2 Теория колебаний | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-1, ОПК-2 | Опрос на занятиях, Тест, Конспект самоподготовки |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 2 | | |
| 3 Описание электромагнитных волн | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-1, ОПК-2 | Опрос на занятиях, Тест, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 4 Геометрическая оптика | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-1, ОПК-2 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 3 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 5 Введение в интегральную и волоконную оптику | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-1, ОПК-2 | Опрос на занятиях, Конспект самоподготовки |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 2 | | |
| 6 Введение в квантовую электронику, нелинейную оптику и голографию. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-1, ОПК-2 | Опрос на занятиях, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 3 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 3 | | |

Согласована на портале № 3953

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Итого | 8 | | |
| 7 Оптические методы передачи, хранения и обработки информации | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-1, ОПК-2 | Опрос на занятиях, Контрольная работа, Конспект самоподготовки |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 2 | | |
| Итого за семестр | | 24 | | |
| | Подготовка к экзамену | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 60 | | |

## 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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 |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |
| Конспект самоподготовки | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Контрольная работа | 7 | 8 | 8 | 23 |
| Опрос на занятиях | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Отчет по лабораторной работе | | 5 | 5 | 10 |
| Реферат | 7 | | | 7 |
| Тест | 6 | 6 | | 12 |
| Итого максимум за период | 26 | 25 | 19 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 26 | 51 | 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.

Согласована на портале № 3953

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. Волновая оптика : Учебное пособие для вузов / Н. И. Калитеевский. - 4-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2006. - 465[15] с. : портр., ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по физике). - ISBN 5-8114-0666-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

2. Введение в квантовую и оптическую электронику: Учебное пособие / Башкиров А. И., Шандаров С. М. - 2012. 98 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1578, свободный.

3. Курс общей физики : учебное пособие для втузов: В 3 т. / И. В. Савельев. - 7-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2007 - . - (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по физике) (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0629-6. Т. 2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. - СПб. : Лань, 2007. - 496 с. : ил., портр., табл. - Предм. указ.: с. 493-496. - ISBN 978-5-8114-0631-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 148 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Прикладная физическая оптика : Учебное пособие для вузов / Ирина Михайловна Нагибина, Василий Аркадьевич Москалев, Наталия Андреевна Полушкина, Вадим Леонидович Рудин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Высшая школа, 2002. - 564[4] с. : ил. - Библиогр.: с. 562-563. - ISBN 5-06-004039-9 (в пер.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

2. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта : Монография / Валентин Георгиевич Дмитриев. - М. : Физматлит, 2000. - 256 с. : ил. - Библиогр.: с. 251-256. - ISBN 5-9221-0080-7 (в пер.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

3. Оптические волны в кристаллах : Пер. с англ. / А. Ярив, П. Юх ; пер. С. Г. Кривошлыков, пер. Н. И. Петров, ред. пер. И. Н. Сисакян. - М. : Мир, 1987. - 616 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

4. Оптическая голография : в 2 т.: Пер. с англ. / Ж. Априль [и др.] ; ред. Г. Колфилд, ред.пер. С. Б. Гуревич. - М. : Мир, 1982 - . Т. 1. - М. : Мир, 1982. - 374[2] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

### 12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Поляризация: Методические указания к лабораторной работе / Акрестина А. С., Шандаров С. М., Щербина В. В. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1063, свободный.

2. Генерация второй гармоники лазерного излучения: Методические указания к лабораторным работам для студентов направления "Фотоника и оптоинформатика" / Акрестина А. С., Шандаров С. М., Щербина В. В. - 2013. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4107, свободный.

3. Введение в фотонику и оптинформатику: Методические указания по практическим

Согласована на портале № 3953

занятиям и самостоятельной работе студентов направления "Фотоника и оптоинформатика" / Щербина В. В., Шандаров С. М. - 2013. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4108, свободный.

### 12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютеры с доступом в Интернет, доступ к поисковым системам
2. Переносные макеты для демонстрации на лекциях
3. Демонстрационные плакаты.
4. Презентации на ЭВМ по всем разделам курса.
5. Тесты для обучения и проверки знаний студентов с помощью ЭВМ. Тесты используются во время проведения лабораторных занятий.
6. Методические руководства по всем лабораторным занятиям, указанным в программе.
7. Методическое руководство по самостоятельной работе по дисциплине
8. Презентации по тематикам самостоятельных заданий

## 14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

## 15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 3953

**Приложение 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

# Введение в фотонику и оптоинформатику

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **1**
Семестр: **2**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

- зав. каф. ЭП, профессор каф. ЭП Шандаров С. М.

Экзамен: 2 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3953

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ОПК-1 | способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики | Должен знать фундаментальные принципы фотоники и оптоинформатики - как о новых актуальных направлениях развития науки и техники на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; историю становления и формирования фотоники и оптоинформатики как естественный путь развития высоких технологий; методы поиска, хранения, и анализа информации из различных источников и баз данных, методы представления информации о фотонике и оптоинформатике в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; принципы функционирования устройств и систем фотоники на основе волноводных, нелинейных и периодических структур; ;<br>Должен уметь применять современные, адекватные современному уровню знаний методы поиска, хранения, обработки информации, используемые для разработки и эксплуатации устройств и систем фотоники основе знания основных положений, законов и методов о волноводных, нелинейных и периодических структурах с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;;<br>Должен владеть современными подходами разработки и эксплуатации приборов устройств и систем фотоники на основе волноводных, нелинейных и периодических структур; навыками по адекватному применению законов оптики к научному анализу явлений в фотонике и оптоинформатике; владеть подходами к математическому описанию оптических явлений, владеть методами |
| ОПК-2 | способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий | |

Согласована на портале № 3953

| | | |
|---|---|---|
| | | поиска и представления информации по фотонике в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.; |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | научные достижения современной фотоники, законы линейной и нелинейной оптики и их связь с законами физики; математическое описание оптических явлений как совокупности геометрических, волновых, электромагнитных и квантовых явлений; основы геометрической оптики, оптики | анализировать сложные оптические явления; уметь пользоваться основными оптическими приборами; проводить математические расчеты оптических систем и анализировать полученные данные. ориентироваться в многообразии современных приборов фотоники и оптоинформатики | навыками по применению законов оптики к научному анализу ситуации; владеть подходами к математическому описанию оптических явлений в природе и при решении технологических задач |

Согласована на портале № 3953

| | | | |
|---|---|---|---|
| | волноводов и голографии; основы нелинейной и квантовой оптики, физические научные принципы, используемые в волоконной и интегральной оптике; оптические методы передачи, хранения и обработки информации, физические принципы работы приборов фотоники и оптоинформатики | | |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Реферат;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Реферат;<br>• Экзамен; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Реферат;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • научные достижения современной фотоники, законы линейной и нелинейной оптики и их связь с законами физики; математическое описание оптических | • творчески анализировать сложные оптические явления; уметь пользоваться основными оптическими приборами; проводить математические | • свободно владеет навыками по применению законов оптики к научному анализу ситуации; владеть подходами к математическому описанию оптических |

Согласована на портале № 3953

| | | | |
|---|---|---|---|
| | явлений как совокупности геометрических, волновых, электромагнитных и квантовых явлений; основы геометрической оптики, оптики волноводов и голографии; основы нелинейной и квантовой оптики, физические научные принципы, используемые в волоконной и интегральной оптике; оптические методы передачи, хранения и обработки информации, физические принципы работы приборов фотоники и оптоинформатики; | расчеты сложных оптических систем и анализировать полученные данные. ориентироваться в многообразии современных приборов фотоники и оптоинформатики ; | явлений в природе и при решении технологических задач разного уровня; |
| Хорошо (базовый уровень) | • научные достижения современной фотоники, законы линейной и нелинейной оптики и их связь с законами физики; математическое описание оптических явлений, основы геометрической оптики, оптики волноводов и голографии; основы нелинейной и квантовой оптики, физические научные принципы, используемые в волоконной и интегральной оптике; оптические методы передачи, хранения и обработки информации, физические принципы работы оптических приборов; | • анализировать стандартные оптические явления; уметь пользоваться основными оптическими приборами; проводить математические расчеты, анализировать полученные данные. ориентироваться в многообразии современных приборов фотоники и оптоинформатики ; | • навыками по применению законов оптики к анализу ситуации; владеет подходами к математическому описанию оптических явлений; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • научные достижения современной фотоники, законы линейной и нелинейной оптики и | • анализировать простейшие оптические явления; умеет пользоваться | • навыками по применению основных законов оптики к анализу ситуации; |

Согласована на портале № 3953

| | | | |
|---|---|---|---|
| | их связь с законами физики; математическое описание простых оптических явлений, основы геометрической оптики, оптики волноводов и голографии; основы нелинейной и квантовой оптики.; | основными оптическими приборами; проводить простые математические расчеты; | владеет подходами к качественному описанию оптических явлений; |

**2.2 Компетенция ОПК-2**

ОПК-2: способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | как осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием традиционных бумажных носителей и с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий | использовать традиционные методы поиска информации и различные поисковые системы и программные продукты для отбора информации | с помощью преподавателя обрабатывает результаты эксперимента с использованием физико-математического аппарата и частично компьютерных технологий; составляет отчет в требуемом формате |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства | • Контрольная работа;<br>• Отчет по | • Контрольная работа;<br>• Отчет по | • Отчет по лабораторной работе; |

Согласована на портале № 3953

| | | | |
|---|---|---|---|
| оценивания | лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Реферат;<br>• Экзамен; | лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Реферат;<br>• Экзамен; | • Реферат;<br>• Экзамен; |

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • как осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием традиционных бумажных носителей и с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; | • использовать традиционные методы поиска информации на бумажных носителях, а также различные поисковые системы и программные продукты для отбора информации по интересующей тематике; | • самостоятельно обрабатывает результаты эксперимента с использованием физико-математического аппарата и компьютерных технологий; составляет отчет в течение планируемого срока сдачи в требуемом формате; |
| Хорошо (базовый уровень) | • осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; | • использовать традиционные методы поиска информации и различные поисковые системы и программные продукты для отбора информации ; | • составляет отчет в течение планируемого срока сдачи в требуемом формате; самостоятельно или с помощью преподавателя обрабатывает результаты эксперимента с использованием физико-математического аппарата и частично с помощью компьютерных технологий; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных с использованием Интернета; | • использует Интернет для поиска информации ; | • с помощью преподавателя обрабатывает результаты эксперимента с использованием физико-математического аппарата и частично |

Согласована на портале № 3953

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | компьютерных технологий; составляет отчет в требуемом формате; |

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

### 3.1 Вопросы на самоподготовку

– Гармонические колебания.Скорость и ускорение точки, совершающей гармоническое колебание. Графическое изображение гармонических колебаний - метод плоских диаграмм, метод фазовых диаграмм, спектральный метод, метод вращающихся векторов. Сложение параллельных гармонических колебаний: а) с одинаковыми частотами, б) с различными частотами. Сложение взаимно перпендикулярных гармонических колебаний с одинаковыми частотами. Фигуры Лиссажу. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Пружинный, физический, математический маятники. Вывод периода колебаний этих маятников. Энергия гармонических колебаний. Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний и его решение. Характеристики затухающих колебаний: логарифмический декремент затухания, время релаксации, добротность. Апериодическое движение.

– Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Векторная диаграмма. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Механизм образования механических волн в упругой среде. Продольные и поперечные волны. Уравнение плоской волны. Длина волны и волновое число. Волновой вектор. Волновое уравнение. Дифференциальное уравнение электромагнитной волны. Плоская электромагнитная волна. Основные свойства электромагнитных волн. Энергия электромагнитной волны.

– Законы отражения и преломления света. Абсолютный и относительный показатели преломления, их физический смысл. Явление полного внутреннего отражения. Понятие предельного угла падения. Прохождение света через границу раздела двух сред. Абсолютный показатель преломления вещества. Явления рассеяния, поглощения и дисперсии света. Явление интерференции волн. Условия наблюдения максимумов и минимумов интерференционной картины. Опыт Юнга.

– Геометрические параметры оптических волокон Волокна со смещенной и несмещенной дисперсией Спектр потерь в прямом волокне Окна прозрачности Механизмы возникновения потерь при изгибе волокна Спектр потерь в изогнутом волокне Эффективная длина волны отсечки Потери из-за разности диаметров модовых пятен Потери из-за смещения сердцевин волокон Распределение потерь в линии связи. Потери в сварных соединениях волокон Потери в оптических разъемах Погрешности при измерении потерь с помощью рефлектометра Погрешности при измерении потерь с помощью мультиметров

– Нелинейная поляризация слабопоглощающей диспергирующей среды. Нелинейные восприимчивости. Электронная и квантовая теории нелинейных восприимчивостей. Свойства симметрии тензоров нелинейной восприимчивости. Уравнения электродинамики нелинейной среды. Укороченные уравнения для амплитуд связанных волн в нелинейных средах. Генерация гармоник и комбинационных частот. Условия синхронизма. Параметрическое взаимодействие волн. Параметрические усилители и генераторы с плавной перестройкой частоты.

– Что такое информационная емкость канала передачи данных? Как определить информационную емкость канала передачи данных? Что такое оптическая система памяти? Какие виды оптических систем памяти бывают? Что такое оптическая система обработки информации? Какие виды оптических систем обработки информации встречаются?

### 3.2 Тестовые задания

– Свойства колебательных систем с одной степенью свободы. Вынужденные колебания. Затухающие колебания.

Согласована на портале № 3953

– Плоские электромагнитные волны, гармонические плоские волны и их свойства.
– Закон прямолинейного распространения света. Законы отражения и преломления света.

### 3.3 Темы рефератов

– 1. Современные проблемы фотоники и оптоинформатики 2. Свойства колебательных систем с одной степенью свободы. 3. Вынужденные колебания. Затухающие колебания. 4. Плоские электромагнитные волны, гармонические плоские волны и их свойства. 5. Закон прямолинейного распространения света. Законы отражения и преломления света. 6. Потери в волокнах, дисперсия волокон. Студент защищает реферат, по выбранной теме

### 3.4 Темы опросов на занятиях

– Свойства колебательных систем с одной степенью свободы. Вынужденные колебания. Затухающие колебания. Плоские электромагнитные волны, гармонические плоские волны и их свойства. Закон прямолинейного распространения света. Законы отражения и преломления света. Потери в волокнах, дисперсия волокон. Принцип квантового усиления электромагнитных волн. Генерация второй гармоники. Информационная емкость канала передачи данных.

### 3.5 Экзаменационные вопросы

– 1. Актуальные проблемы и достижения современной фотоники. 2. Терминология в предметной области фотоники. 3. Гармонический сигнал. 4. Шкала электромагнитных колебаний. 5. Классификация колебательных систем и колебательных процессов. 6. Общие свойства колебательных систем с одной степенью свободы. 7. Вынужденные колебания. 8. Затухающие колебания. 9. Плоские электромагнитные волны, гармонические плоские волны и их свойства. 10. Дисперсия света. 11. Поляризация плоских электромагнитных волн. 12. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля, вектор Пойнтинга. 13. Поглощение. 14. Закон прямолинейного распространения света. 15. Законы отражения и преломления света. 16. Полное внутреннее отражение. 17. Физические принципы, используемые в волоконной и интегральной оптике. 18. Основные типы волокон и технология получения. 19. Потери в волокнах, дисперсия волокон. 20. Планарные и полосковые волноводы и устройства интегральной оптики. 21. Фотоны и их свойства. 22. Принцип квантового усиления электромагнитных волн. 23. Лазеры. 24. Нелинейная оптика, генерация второй гармоники. 25. Основные физические принципы голографии. 26. Информационная емкость канала передачи данных. 27. Оптические системы памяти. 28. Оптические системы обработки информации.

### 3.6 Темы контрольных работ

– Плоские электромагнитные волны, гармонические плоские волны и их свойства.

### 3.7 Темы лабораторных работ

– Поляризация.
– Законы отражения и преломления.
– Генерация второй гармоники лазерного излучения
– Формирование отражательных голограмм в кристаллах титаната висмута

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Волновая оптика : Учебное пособие для вузов / Н. И. Калитеевский. - 4-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2006. - 465[15] с. : портр., ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по физике). - ISBN 5-8114-0666-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

2. Введение в квантовую и оптическую электронику: Учебное пособие / Башкиров А. И., Шандаров С. М. - 2012. 98 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1578, свободный.

Согласована на портале № 3953

3. Курс общей физики : учебное пособие для втузов: В 3 т. / И. В. Савельев. - 7-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2007 - . - (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по физике) (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0629-6. Т. 2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. - СПб. : Лань, 2007. - 496 с. : ил., портр., табл. - Предм. указ.: с. 493-496. - ISBN 978-5-8114-0631-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 148 экз.)

### 4.2. Дополнительная литература

1. Прикладная физическая оптика : Учебное пособие для вузов / Ирина Михайловна Нагибина, Василий Аркадьевич Москалев, Наталия Андреевна Полушкина, Вадим Леонидович Рудин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Высшая школа, 2002. - 564[4] с. : ил. - Библиогр.: с. 562-563. - ISBN 5-06-004039-9 (в пер.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

2. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта : Монография / Валентин Георгиевич Дмитриев. - М. : Физматлит, 2000. - 256 с. : ил. - Библиогр.: с. 251-256. - ISBN 5-9221-0080-7 (в пер.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

3. Оптические волны в кристаллах : Пер. с англ. / А. Ярив, П. Юх ; пер. С. Г. Кривошлыков, пер. Н. И. Петров, ред. пер. И. Н. Сисакян. - М. : Мир, 1987. - 616 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

4. Оптическая голография : в 2 т.: Пер. с англ. / Ж. Априль [и др.] ; ред. Г. Колфилд, ред.пер. С. Б. Гуревич. - М. : Мир, 1982 - . Т. 1. - М. : Мир, 1982. - 374[2] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

### 4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Поляризация: Методические указания к лабораторной работе / Акрестина А. С., Шандаров С. М., Щербина В. В. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1063, свободный.

2. Генерация второй гармоники лазерного излучения: Методические указания к лабораторным работам для студентов направления "Фотоника и оптоинформатика" / Акрестина А. С., Шандаров С. М., Щербина В. В. - 2013. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4107, свободный.

3. Введение в фотонику и оптинформатику: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов направления "Фотоника и оптоинформатика" / Щербина В. В., Шандаров С. М. - 2013. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4108, свободный.

### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 3953