

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 10.07.2023 15:48:39
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Квантовая и оптическая электроника»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»**
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«КОМПОНЕНТЫ ФОТониКИ»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

по профилю

«Квантовая и оптическая электроника»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Степанова О.С.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Фот
16.05.2022, протокол № 3/22

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФЭЛ, 16.06.2022, протокол № 3/22

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭЛ
Обеспечивающая кафедра	Фот
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	3
Семестр	5
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	51
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	86
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	58
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«КОМПОНЕНТЫ ФОТОНИКИ»

Основной целью изучения дисциплины «Компоненты фотоники» является получение базовых представлений о современной оптической и квантовой электронике, функциональных возможностях и областях применения оптоэлектронных приборов. Дисциплина является вводной для цикла профилирующих курсов в рамках образовательного профиля подготовки бакалавров «Квантовая и оптическая электроника» и закладывает основы для последующего изучения дисциплин связанных с оптикой, квантовой и оптической электроникой.

SUBJECT SUMMARY

«PHOTONICS COMPONENTS»

The main purpose of the course is to provide the basic concepts of modern optical and quantum electronics, capabilities and applications of optoelectronic devices. The course is an introduction to the professional cycle of courses within the undergraduate speciality "Quantum and Optical Electronics" and creates the foundation for further study in subjects related to optics, quantum and optical electronics.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цели дисциплины:

-изучение назначения и основных характеристик приборов и систем оптической электроники, основных физических процессов, лежащих в основе работы приборов квантовой и оптической электроники и методов их расчета;

-формирование умений и навыков расчета основных характеристик приборов и систем оптической электроники.

2. Задачи дисциплины: формирование знаний, умений и практических навыков, необходимых для расчета основных характеристик приборов и систем оптической электроники.

3. Знание назначения и основных характеристик приборов и систем оптической электроники.

4. Умение рассчитывать основные характеристики приборов и систем оптической электроники.

5. Практический навык расчета назначения и основных характеристик приборов и систем оптической электроники.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Алгебра и геометрия»

2. «Математический анализ»

3. «Методы математической физики»

4. «Физика»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Лазерные и оптико-электронные системы»
2. «Основы проектирования приборов фотоники»
3. «Основы фотоники»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-1	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
<i>ПК-1.1</i>	<i>Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков</i>
СПК-4	Готов участвовать в разработке элементов, узлов и блоков приборов квантовой электроники и фотоники
<i>СПК-4.1</i>	<i>Знает принципы разработки элементов, узлов и блоков приборов квантовой электроники и фотоники</i>
<i>СПК-4.2</i>	<i>Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации элементов, узлов и блоков приборов квантовой электроники и фотоники</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			
2	Энергетические и световые характеристики	3	5		5
3	Геометрическая оптика	3	5		5
4	Изотропные среды	3	5		5
5	Явления на границе раздела	3	5		5
6	Распространение света в анизотропных средах	3	5		6
7	Поляризация света	3	5		6
8	Источники и приемники оптического излучения	3	5	1	6
9	Интерференция света	3	4		5
10	Дифракция света	3	4		5
11	Оптико-физические методы исследования	3	4		5
12	Оптико-электронные системы передачи, обработки и хранения информации	2	4		5
13	Заключение	1			
	Итого, ач	34	51	1	58
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Место и роль оптической электроники в рамках подготовки специалистов по направлению «Электроника и наноэлектроника».
2	Энергетические и световые характеристики	Фотометрические понятия и величины. Способ пересчета энергетических величин в фотометрические и наоборот.
3	Геометрическая оптика	Приближение геометрической оптики. Оптические приборы и системы. Физиологическая оптика. Аберрации оптических систем.
4	Изотропные среды	Распространение света в вакууме, диэлектрике, проводящей среде.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Явления на границе раздела	Отражение и преломление света на границе между диэлектриками. Формулы Френеля. Явление Брюстера. Полное отражение света. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света.
6	Распространение света в анизотропных средах	Описание анизотропных сред. Распространение плоской электромагнитной волны в анизотропной среде. Двойное лучепреломление. Фазовые пластинки. Искусственная анизотропия.
7	Поляризация света	Типы поляризации света. Способы формирования света различной поляризации. Анализ поляризованного излучения.
8	Источники и приемники оптического излучения	Физические принципы, лежащие в основе работы источников и приемников оптического излучения различных типов. Особенности применения, примеры использования в различных оптико-электронных системах.
9	Интерференция света	Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением амплитуды и делением волнового фронта. Интерференция в тонких пленках. Интерферометры.
10	Дифракция света	Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера. Дифракционные решетки. Разрешающая сила оптических инструментов. Голография.
11	Оптико-физические методы исследования	Абсорбционная, люминесцентная спектроскопия. Спектроскопия ближнего инфракрасного спектра. Эллипсометрия.
12	Оптико-электронные системы передачи, обработки и хранения информации	Оптическое преобразование Фурье, оптический процессор. Системы распознавания образов. Оптическая память. Волоконнооптические элементы для передачи и трансформации изображений.
13	Заключение	Основные тенденции развития оптической электроники. Пути дальнейшего изучения данного предмета в университете.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Оптико-электронные приборы	2
2. Источники излучения	3
3. Приемники излучения	3
4. Оптические системы	3

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
5. Принцип работы лазера. Типы лазеров.	4
6. Применение лазеров	4
7. Элементы волоконной оптики. Одномодовые и многомодовые волокна	4
8. Передача информации по оптическому волокну	4
9. Интегрально-оптические системы.	4
10. Основные принципы голографии. Голограмма плоской волны. Голограмма точечного объекта	4
11. Толстослойные голограммы. Применение голографии	4
12. Оптическое преобразование Фурье. Оптический процессор.	4
13. Оптические запоминающие устройства	4
14. Волоконно-оптические элементы для передачи и трансформации изображений	4
Итого	51

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

В рамках практических занятий студентам необходимо подготовить три доклада по основным разделам курса. Доклад сопровождается презентацией, оформленной в соответствии с требованиями локальных нормативных актов СПбГ-ЭТУ "ЛЭТИ". В докладе необходимо отразить актуальность выбранной темы; основные физические законы, описывающие принцип действия оптических или оптико-электронных приборов и устройств; технические величины и характеристики, области применения и перспективы использования оптико-электронных

приборов и устройств. При подготовке доклада необходимо использовать не менее пяти источников литературы, из которых не менее трех составляют научно-технические статьи, дата публикации которых не превышает трех лет. Продолжительность доклада 15-20 минут. Основной список тем предоставляется преподавателем. Студент может согласовать с преподавателем тему доклада по своим научным интересам.

Примеры тем докладов из первого раздела курса:

1. Оптические материалы для видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной областей спектра.
2. Оптические системы для регистрации двумерных изображений. Фотографическая оптика.
3. Электрооптические и магнитооптические эффекты.
4. Оптические волокна и волоконно-оптические жгуты.
5. Методы записи и воспроизведения изображений в 3D формате.

Примеры тем докладов из второго раздела курса:

1. Тепловые приемники оптического излучения.
2. Многоэлементные приемники оптического излучения. Светочувствительные матрицы.
3. Молекулярные газовые лазеры на колебательно-вращательных переходах.
4. Полупроводниковые инжекционные лазеры.
5. Модуляторы лазерного излучения.

Примеры тем докладов из третьего раздела курса:

1. Оптико-электронные системы для экологического мониторинга.
2. Оптико-электронные системы для медицинской диагностики.
3. Оптико-электронные системы контроля доступа и обеспечения безопасности

объектов.

4. Применение лазеров в промышленности: лазерные технологические установки.

5. Оптические методы изучения произведений искусства.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	12
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	0
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	14
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	16
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	16
ИТОГО СРС	58

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Бутиков, Евгений Иванович. Оптика [Текст] : Учеб. пособие для физ. специальностей вузов / Е.И. Бутиков, 2003. -479 с.	15
2	Ахманов, Сергей Александрович. Физическая оптика [Текст] : учеб. для вузов по направлению и специальности "Физика" / С.А. Ахманов, С.Ю. Никитин, 2004. -654 с.	10
3	Василевский, Александр Михайлович. Введение в оптическую электронику [Текст] : учеб. пособие / А. М. Василевский, Г. А. Коноплев, О. С. Степанова, 2014. -75 с.	6
Дополнительная литература		
1	Пихтин, Александр Николаевич. Квантовая и оптическая электроника [Текст] : учеб. для вузов по направлению подгот. "Электроника и наноэлектроника" и "Нанотехнологии и микросистемная техника" / А. Н. Пихтин, 2012. -655, [1] с.	97
2	Киселев, Геннадий Леонидович. Квантовая и оптическая электроника [Текст] : учеб. пособие / Г.Л. Киселев, 2011. -313 с.	20
3	Информационная оптика [Текст] : Учеб. пособие для вузов / Н.Н.Евтихийев, О.А.Евтихьева, И.Н.Компанец и др.; Под ред. Н.Н.Евтихьева, 2000. -612 с.	30
4	Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики [Текст] : В 5 кн.: Учеб. пособие для вузов. Кн. 4 : Волны. Оптика : учебное пособие, 2002. -256 с.	725
5	Ишанин, Геннадий Григорьевич. Приемники излучения [Текст] : Учеб. пособие для вузов / Г.Г. Ишанин, Э.Д. Панков, В.П. Челибанов, 2003. -527 с.	65

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Бутиков, Е.И. Оптика. СПб.: Лань, 2012 https://e.lanbook.com/book/2764#
2	Лекции по оптике кафедры общей физики МФТИ https://mipt.ru/education/chair/physics/records/optics/lecturies_optics/

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10993>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Компоненты фотоники» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

Допуск получают студенты, выполнившие 2 контрольные работы, подготовившие и представившие 3 доклада с оценками не ниже удовлетворительной.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Энергетические и световые величины.
2	Формулы Френеля.
3	Приближение геометрической оптики.
4	Аберрации оптических систем.
5	Физиологическая оптика.
6	Способы получения линейно-поляризованного света.
7	Способы получения когерентного излучения.
8	Кристаллические пластинки $\lambda/2$ и $\lambda/4$.
9	Дифракция Фраунгофера в оптических приборах.
10	Принципы голографии.
11	Основные типы приемников оптического излучения.
12	Основные типы источников оптического излучения.
13	Просветление оптики.
14	Оптико-физические методы исследования.
15	Искусственная анизотропия.

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа №1. Вариант 1.

1. Шкала электромагнитных волн. Оптический диапазон, понятие видимого света. Параметры, характеризующие оптическое излучение.

2. Лампа по всем направлениям излучает световой поток 2500 лм. На какой высоте должна быть подвешена эта лампа над столом, чтобы его освещенность под лампой была равна 200 лк? Считать тело накала лампы точечным.

Контрольная работа №1. Вариант 4.

1. Уравнения Максвелла в вакууме. Волновое уравнение. Вектор Пойн-

тинга.

2. Предмет расположен на расстоянии 9 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 6 см. Линзу заменили на другую собирающую линзу с фокусным расстоянием 8 см. На каком расстоянии от новой линзы нужно расположить предмет для того, чтобы увеличения в обоих случаях были одинаковыми?

Контрольная работа №1. Вариант 7.

1. Поляризация электромагнитного излучения, виды поляризации.

2. 1. Лист бумаги размером 10см*30см освещается лампой с силой света 100 кд, причем на него падает лишь 0,5 % всего посылаемого лампой света. Найти освещенность листа бумаги.

Контрольная работа №2. Вариант 1.

1. Принцип Гюйгенса-Френеля. Волновой параметр как критерий подобия дифракционных явлений.

2. Найти показатель преломления и толщину пленки, которую необходимо нанести на поверхность монокристаллического кремния для подавления оптического отражения. Показатель преломления кремния принять равным 4.5, длину волны 500 нм.

3. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, проходящего через два николя, плоскости пропускания которых образуют угол $\alpha=60^\circ$, если в каждом из николей в отдельности теряется 20 % интенсивности падающего на него света?

Контрольная работа №2. Вариант 5.

1. Зонная пластинка Френеля. Интенсивность света в фокусе зонной пластинки. Идеальная линза. Фокусировка света.

2. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной $d=1,2$ мкм и показателем преломления $n=1,5$ помещена между двумя средами с показателями

преломления n_1 и n_2 . Свет с длиной волны $\lambda=0,6$ мкм падает по нормали на пластинку. Усиление или ослабление света происходит при интерференции отраженных лучей от верхней и нижней поверхностей пластинки в следующих случаях: 1) $n_1 < n < n_2$; 2) $n_1 > n < n_2$?

3. На пути частично-поляризованного света, степень поляризации P которого равна $0,6$, поставили анализатор так, что интенсивность света, прошедшего через него, стала максимальной. Во сколько раз уменьшится интенсивность света, если плоскость пропускания анализатора повернуть на угол $\alpha = 30^\circ$?

Контрольная работа №2. Вариант 10.

1. Интерференция света. Двухлучевая интерференция. Способы получения когерентного излучения.

2. Плоская световая волна ($\lambda=0,5$ мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием диаметром $d=1$ см. На каком расстоянии b от отверстия должна находиться точка наблюдения, чтобы отверстие открывало: 1) одну зону Френеля? 2) две зоны Френеля?

3. В частично-поляризованном свете амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в $n=2$ раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности. Определить степень поляризации P света.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
5	Явления на границе раздела	
6		Доклад / Презентация
7	Распространение света в анизотропных средах	Контрольная работа
9	Источники и приемники оптического излучения	
10		Доклад / Презентация
12	Дифракция света	
13		Доклад / Презентация
14	Оптико-физические методы исследования	
15		Контрольная работа

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий).

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), подготовку 3 докладов (по четырехбалльной шкале), выполнение 2 контрольных работ (по четырехбалльной шкале).

Критерии оценивания контрольных работ:

«отлично» - вопрос раскрыт полностью, задачи решены правильно;

«хорошо» - вопрос раскрыт не полностью, задачи решены частично;

«удовлетворительно» - в ответе на вопрос имеются существенные ошибки; задачи не решены или решены неправильно, ход решения правильный;

«неудовлетворительно» - отсутствует ответ на вопрос или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом, задачи не решены, ход решения неправильный.

Критерии оценивания доклада:

«отлично» - тема доклада раскрыта полностью, на высоком научно-техническом уровне; студент свободно владеет материалом; список используемых источников включает актуальные публикации.

«хорошо» - тема доклада раскрыта не полностью, на хорошем научно-техническом уровне; студент хорошо владеет материалом; список используемых источников включает публикации за последнее пятилетие.

«удовлетворительно» - в докладе присутствуют существенные ошибки; студент владеет материалом частично; список используемых источников не содержит актуальные публикации.

«неудовлетворительно» - содержание доклада не совпадает с поставленной темой, студент не может представить доклад без зачитывания текста, список источников отсутствует.

В ходе проведения практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

Совокупность оценок, полученных студентом в результате контрольных мероприятий, учитывается преподавателем при проведении дифференциального зачета (40% - оценка за контрольные работы, 60% - оценка за доклад).

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ПК, ноутбук	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ПК, ноутбук	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА