

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 10.07.2023 15:46:04  
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**

**«ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

по профилю

**«Квантовая и оптическая электроника»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, д.т.н., доцент Парфенов В.А.

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)	3
Курс	4
Семестр	7
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	17
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	39
Всего (академ. часов)	108
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ»**

Предусматривает изучение физических основ и принципов работы систем квантовой и оптической электроники. Рассматриваются роль и перспективы использования оптико-электронных систем различного назначения. Формируются навыки проектирования и использования радиометрических, тепловизионных, лидарных и других оптико-электронных систем для дистанционного зондирования природной среды.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«OPTICAL-ELETRONIC DEVICES AND SYSTEMS FOR REMOTE SENSING OF THE ENVIRONMENT»**

The subject deals with the study of physical basics and quantum systems and optical electronics working principles. The goal and prospects of use of opto-electronic systems of various configurations are considered. The skills of designing and using radiometric, thermal imaging, LIDAR's and other opto-electronic systems for remote sensing of the environment are formed

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

#### 1. Цели дисциплины:

- 1). Получение знаний о физических основах и принципах работы систем квантовой и оптической электроники.
- 2). Изучение принципов построения и особенностей оптико-электронных приборов и систем различного назначения: спектральных приборов, систем наведения оптико-электронных систем на источники излучения в разных спектральных диапазонах, радиометрических и тепловизионных систем, приборов лазерной локации.
- 3). Получение практических навыков измерений энергетических и пространственных параметров опто-электронных приборов.

#### 2. Задачи дисциплины:

- 1). Формирование знаний, умений и практических навыков для анализа физических процессов, лежащих в основе работы систем квантовой и оптической электроники.
- 2). Освоение основных принципов построения и направлений применения оптико-электронных приборов и систем дистанционного зондирования, тенденций и перспектив их развития.

#### 3. Знания:

- классификации оптико-электронных приборов и систем квантовой и оптической электроники;
- разновидностей сигналов и помех в оптико-электронных приборах;
- анализа влияния среды распространения оптического излучения на работу оптико-электронных систем (ОЭС);
- основных принципов сканирования, применяемых в ОЭС;

-методов модуляции и демодуляции оптического излучения и методов фильтрации оптических сигналов в ОЭС.

#### 4. Умения:

-анализировать физические процессы, лежащие в основе работы систем квантовой и оптической электроники, применяемых для дистанционного зондирования;

-использовать стандартную терминологию при описании рабочих процессов, параметров и характеристик приборов.

5. Навыки выполнения необходимых расчетов и выбора приборов и системы, необходимых для решения конкретных задач дистанционного зондирования природной среды.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Компоненты фотоники»
2. «Введение в оптику твердого тела»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Биофотоника»
2. «Производственная практика (преддипломная практика)»

### 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:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-2	Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения
<i>ПК-2.1</i>	<i>Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов</i>
ПК-3	Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
<i>ПК-3.1</i>	<i>Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов</i>
<i>ПК-3.2</i>	<i>Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов</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>

## 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	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1				
2	Тема 1. Классификация и структура оптико-электронных приборов и систем	1	2			3
3	Тема 2. Оптическое излучение	1	2	4		3
4	Тема 3. Приемник излучения как звено оптико-электронного прибора	1	3	2		3
5	Тема 4. Влияние среды распространения оптического излучения на работы ОЭС	1	2	3		3
6	Тема 5. Сканирование в оптико-электронных приборах	1	3			3
7	Тема 6. Анализаторы изображения в оптико-электронных приборах	1	4			3
8	Тема 7. Модуляция и демодуляция сигналов в оптико-электронных приборах	2	2			3
9	Тема 8. Фильтрация сигналов в оптико-электронных приборах	1	2			3
10	Тема 9. Энергетические расчеты оптико-электронных систем	2	6	4		3
11	Тема 10. Адаптация в оптико-электронных приборах	1	2			3
12	Тема 11. Радиометрические и тепловизионные системы	1				3
13	Тема 12. Спектральные и поляризационные приборы для исследования природной среды и природных ресурсов Земли методами дистанционного зондирования	1	3			3
14	Тема 13. Приборы лазерной локации и лидарные системы	1	3	4	1	3
15	Заключение	1				
	Итого, ач	17	34	17	1	39
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3				



## 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет дисциплины и ее задачи. Краткие сведения о развитии систем квантовой и оптической электроники. Основные направления использования оптико-электронных систем в том числе для дистанционного зондирования природной среды.
2	Тема 1. Классификация и структура оптико-электронных приборов и систем	Обобщенные структурные схемы оптико-электронных приборов (ОЭП). Основные определения, принципы работы ОЭП. Классификация оптико-электронных приборов и систем. Сравнение оптико-электронных приборов с визуальными, оптическими и радиоэлектронными приборами.
3	Тема 2. Оптическое излучение	Оптический спектр электромагнитных колебаний. Основные энергетические и фотометрические величины и соотношения между ними. Основные параметры и характеристики излучателей. Краткие сведения об источниках и приемниках излучения как звеньях оптико-электронных приборов и систем.
4	Тема 3. Приемник излучения как звено оптико-электронного прибора	Основные виды приемников излучения, применяемых в оптико-электронных приборах. Параметры приемников излучения. Характеристики приемников излучения. Паспортизация приемников. Пересчет их параметров. Одноэлементные координатные (позиционно-чувствительные) и развертывающие приемники излучения. Многоэлементные приемники излучения.
5	Тема 4. Влияние среды распространения оптического излучения на работы ОЭС	Прохождение оптического излучения через атмосферу и другие среды. Общие вопросы распространения излучения в атмосфере. Поглощение и рассеяние излучения в земной атмосфере. Флуктуации прозрачности атмосферы. Рефракция оптических лучей. Влияние атмосферы на контраст между наблюдаемым объектом и фоном.
6	Тема 5. Сканирование в оптико-электронных приборах	Назначение и роль сканирования. Методы сканирования. Параметры и характеристики сканирующих систем. Типы сканирующих систем при регулярном поиске. Механические и оптико-механические сканирующие системы. Сканирование электронным лучом. Сканирование зеркалами, преломляющими элементами, вращающимися клиньями.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
7	Тема 6. Анализаторы изображения в оптико-электронных приборах	Назначение анализаторов изображения и их классификация. Основные параметры и характеристики анализаторов. Светоделительные амплитудные анализаторы. Амплитудно-фазовые анализаторы. Фазовые анализаторы изображения. Частотные анализаторы. Времяимпульсные анализаторы. Анализаторы на базе аналоговых полупроводниковых преобразователей. Многоэлементные приемники излучения как анализаторы изображений.
8	Тема 7. Модуляция и демодуляция сигналов в оптико-электронных приборах	Назначение, классификация и особенности модуляции потоков излучения. Демодуляция оптических сигналов. Общая характеристика способов модуляции сигнала в оптико-электронных системах. Амплитудная, частотная, фазовая, амплитудно-частотная, амплитудно-фазовая, импульсная модуляция. Растровая модуляция. Электрооптические и другие виды модуляторов. Пространственно-временные модуляторы. Структура и спектр модулированного потока излучения. Потери мощности сигнала при модуляции.
9	Тема 8. Фильтрация сигналов в оптико-электронных приборах	Общие сведения об оптимальных методах приема сигналов при наличии помех. Оптимальная фильтрация при обнаружении сигнала на фоне помех. Спектральная фильтрация. Пространственная фильтрация в некогерентных оптических системах. Пространственная фильтрация в когерентных оптических системах. Фильтрация сигналов в электронном тракте. Оптическая корреляция.
10	Тема 9. Энергетические расчеты оптико-электронных систем	Критерии качества оптико-электронных приборов. Обобщенная методика энергетического расчета ОЭП. Расчет значений потоков и облученностей на входе оптико-электронного прибора. Расчет потерь потока в оптико-электронной системе.
11	Тема 10. Адаптация в оптико-электронных приборах	Общие сведения о применении адаптации в ОЭП. Адаптация чувствительности. Адаптация углового поля. Адаптация параметров оптического и пространственного фильтров. Адаптивные оптико-электронные системы с компенсацией фазовых искажений оптического сигнала. Адаптация в крупногабаритных оптических системах.
12	Тема 11. Радиометрические и тепловизионные системы	Структурная схема радиометра. Основные энергетические соотношения. Основы тепловидения. Расчет пороговой чувствительности и разрешающей способности тепловизора. Тепловизионные системы различного назначения.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
13	Тема 12. Спектральные и поляризационные приборы для исследования природной среды и природных ресурсов Земли методами дистанционного зондирования	Спутниковые спектрографы и спектрометры. Многоспектральные оптические сканирующие устройства. Современные оптико-электронные системы для исследования природных ресурсов. Поляризационные приборы для исследования уходящего излучения.
14	Тема 13. Приборы лазерной локации и лидарные системы	Элементная база лазерной локации. Схемы лидаров различного назначения
15	Заключение	Перспективы дальнейшего развития оптико-электронных систем и приборов дистанционного зондирования природной среды.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Настройка оптического резонатора лазера.	5
2. Энергетические характеристики излучения гелий-неонового лазера.	7
3. Исследование системы сканирования лазерного пучка на базе акусто-оптического дефлектора.	5
Итого	17

## 4.3 Перечень практических занятий

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Классификация и структура оптико-электронных приборов и систем	2
2. Оптическое излучение	2
3. Приемник излучения как звено оптико-электронного прибора	3
4. Влияние среды распространения оптического излучения на работы	2
5. ОЭС Сканирование в оптико-электронных приборах	2
6. Анализаторы изображения в оптико-электронных приборах	3
7. Модуляция и демодуляция сигналов в оптико-электронных приборах	2
8. Фильтрация сигналов в оптико-электронных приборах	2
9. Энергетические расчеты оптико-электронных систем	6
10. Адаптация в оптико-электронных приборах	2
11. Радиометрические и тепловизионные системы	3
12. Спектральные и поляризационные приборы для исследования природной среды и природных ресурсов Земли методами дистанционного зондирования	3
13. Приборы лазерной локации и лидарные системы	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
Итого	34

#### 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### 4.5 Реферат

Исходные данные и требования: Объем рефератов должен составлять не менее 15 страниц (шрифт — New Times Roman, кегль -14, интервал — 1,5), максимум 30 страниц.

Реферат должен состоять из следующих разделов: Аннотация, Введение, Основная часть, логически разбитая на подразделы, Заключение, Список литературы

Рефераты должны быть оформлены согласно ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ. Структура и правила оформления, при этом особое внимание должно быть уделено оформлению списка цитируемой научной литературы, который должен содержать минимум 7 источников, максимум 30.

Реферат сдается преподавателю в электронном виде через личную почту или личный кабинет ЛЭТИ.

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Микрочип-лазеры и их применение в микроэлектронике	Microchip lasers and their application in microelectronics
2	Лазерное «отшелушивание» (технология lift-off) электронных микрочипов	Laser “peeling” (lift-off technology) of electronic microchips
3	Эксимерные лазеры и их применения для промышленной обработки материалов	Excimer lasers and their applications for industrial material processing
4	Многоимпульсная лазерная микрообработка материалов	Multy pulsed laser micromachining of materials

№ п/п	Название темы	Перевод темы
5	Электрооптические модуляторы и их применение для модуляции добротности резонаторов лазеров	Electro-optical modulators and their application for Q-switching of laser cavities
6	Пассивные просветляющиеся затворы и их применение для модуляции добротности резонаторов лазеров	Passive bleaching shutters and their application for Q-switching of laser cavities
7	Акусто-оптические модуляторы и их применение для модуляции добротности резонаторов лазеров	Acousto-optical modulators and their application for Q-switching of laser resonators
8	Параметрическая генерация света и ее применение для перестройки частоты лазерного излучения	Parametric generation of light and its application for frequency tuning of laser radiation
9	Физические принципы нелинейного преобразования частоты лазерного излучения	Physical principles of nonlinear frequency conversion of laser radiation
10	Вынужденное комбинационное рассеяние как метод преобразования частоты лазерного излучения	Stimulated Raman scattering as a method of frequency conversion of laser radiation
11	Лазерная полировка	Laser polishing
12	Лазерное сверление и пробивка отверстий	Laser drilling and hole punching
13	Лазерное термозакаливанию	Laser thermohardening
14	Технология лазерного термораскалывания	Laser thermal splitting technology
15	Лазерная структурная модификация материалов	Laser structural modification of materials

#### 4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

#### 4.7 Доклад

Доклады должны быть построены таким образом, чтобы была раскрыта их тема. Это означает, что каждый доклад должен состоять из нескольких смысловых частей, включая: введение (где приводятся сведения о физических принципах работы того или иного лазера или лазерной системы), основную содержательную часть (об устройстве и применениях того или иного лазера или лазерной системы) и заключение. Продолжительность доклада должна составлять 25-30 минут. Доклад должен сопровождаться показом слайдов в виде компьютерной презентации PowerPoint (в количестве 20-25 шт.) и видео (по желанию

докладчика).

Темы доклада:

1. Динамическая голография и ее применения.
2. Оптическая томография и ее применения.
3. Микромеханические оптические элементы и системы (МОЭМС) и их применения.
4. Современная цифровая голографическая и спекл-интерферометрия.
5. Лазерные системы для измерений длины и перемещений.
6. Устройство и применение современных сканирующих электронных микроскопов.
7. Применение лазеров в пищевой промышленности.
8. Современные медицинские диагностические применения лазеров.
9. Применение лазеров и оптических систем в сельском.
10. Лазерные фемтосекундные технологии.
11. Лазерная стереолитография.
12. Оптическая связь на открытых атмосферных трассах.
13. Применение лазеров в нанолитографии.
14. Применение лазеров в атомной промышленности.
15. Применение лазеров в микроэлектронике.

#### **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.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	0
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	1
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	2
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	1
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	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>39</b>

## 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 библ.
Основная литература		
1	Андреева, Анжела Витальевна. Методы и аппаратура дистанционного зондирования окружающей среды [Текст] : учеб. пособие / А.В. Андреева, А.А. Бузников, 2006. -75 с.	23
2	Бузников, Анатолий Алексеевич. Дистанционное зондирование окружающей среды [Текст] : учеб. пособие / А. А. Бузников, А. С. Гришканич, 2015. -43, [1] с.	20
3	Оптико-электронные системы дистанционного зондирования водной среды [Текст] : метод. указания к лаб. работам / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2002. -34 с.	26
4	Тарасов, Виктор Васильевич. Инфракрасные системы "смотрящего типа" [Текст] : монография / В.В. Тарасов, Ю.Г. Якушенков, 2004. -443 с.	17
Дополнительная литература		
1	Якушенков, Юрий Григорьевич. Теория и расчет оптико-электронных приборов [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Оптотехника" и специальности "Оптико-электронные приборы" / Ю. Г. Якушенков, 1999. - 479 с.	10
2	Бузников, Анатолий Алексеевич. Дистанционное зондирование окружающей среды [Текст] : учеб. пособие / А. А. Бузников, А. С. Гришканич, 2015. -43, [1] с.	20

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Электронный журнал "Исследование земли из космоса" <a href="http://jizk.ru/">http://jizk.ru/</a>
2	Электронный журнал "Оптический журнал" <a href="http://opticjourn.ru/">http://opticjourn.ru/</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=11178>



## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Лазерные и оптико-электронные системы» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
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
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 к экзамену осуществляется при условии: посещения 70% занятий, выполнения и сдачи реферата на положительную оценку, подготовки и выступления с докладом/презентацией, выполнении и подготовки отчетов лабораторных работ и успешной защиты отчетов по ним.

Экзамен проводится в форме устного ответа на вопросы экзаменационного билета.

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

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Общие теоретические сведения об оптическом и лазерном излучении.
2	Основные характеристики лазерного излучения, отличающие его от других видов излучения.
3	Лазер: общая схема и основные физические явления, на которых построена работа лазера.
4	Режимы работы лазеров: режим свободной генерации.
5	Режимы работы лазеров: режим модуляции добротности лазерного резонатора.
6	Режимы работы лазеров: режим синхронизации мод.
7	Режимы работы лазеров: квазинепрерывный режим.
8	Основные типы фотоприемников и их характеристики.
9	Сканирование в оптико-электронных приборах.
10	Анализаторы изображения в оптико-электронных приборах.
11	Модуляция и демодуляция сигналов в оптико-электронных приборах.
12	Тепловизионные системы.
13	Радиометрические системы.
14	Основные типы лазеров. Твердотельный лазер с ламповой накачкой активной среды.
15	Принципы когерентной накачки активных сред лазеров.
16	Лазерная диодная (полупроводниковая) накачка.
17	Устройство Nd:YAG лазера с продольной и поперечной диодной накачкой.
18	Принципы дистанционного зондирования (контроля окружающей среды) с помощью лазерных и оптико-электронных систем: понятие объекта зондирования, основные оптические явления, лежащие в основе работы приборов для дистанционного зондирования.
19	Обобщенная схема лидара.
20	Приемные оптические системы лидаров: схема телескопа Ньютона.

21	Приемные оптические системы лидаров: схема телескопа Грегори.
22	Приемные оптические системы лидаров: схема телескопа Кассегрена.
23	Спектроанализаторы, используемые в лидарах.
24	Фотоприемники, используемые в лидарах.
25	Основные типы лазеров, используемые в лидарах.
26	Схемы зондирования.
27	Альзиметрический лидар. Устройство и принцип зондирования.
28	Альзиметрический лидар. Примеры применения.
29	Батиметрический лидар. Устройство и принцип зондирования.
30	Батиметрический лидар. Примеры применения.
31	Флуоресцентные лидары. Устройство и принцип зондирования.
32	Флуоресцентные лидары: применения для исследования водоемов.
33	Флуоресцентные лидары: применения для исследования памятников.
34	Резонансный флуоресцентный лидар.
35	Лазерные искусственные звезды.

## Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 ФГАОУ ВО «СанктПетербургский государственный электротехнический  
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Лазерные и оптико - электронные системы ФЭЛ

1. Система сканирования в ОЭП.
2. Роль приемника в ОЭП.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.А. Тарасов

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
1	Тема 1. Классификация и структура оптико-электронных приборов и систем	Коллоквиум
2	Тема 2. Оптическое излучение	Отчет по лаб. работе
3	Тема 3. Приемник излучения как звено оптико-электронного прибора	Доклад / Презентация
4		
5	Тема 4. Влияние среды распространения оптического излучения на работы ОЭС	Коллоквиум
6		
7	Тема 5. Сканирование в оптико-электронных приборах	Отчет по лаб. работе
8	Тема 6. Анализаторы изображения в оптико-электронных приборах	Коллоквиум
9		
10	Тема 7. Модуляция и демодуляция сигналов в оптико-электронных приборах	Коллоквиум
11	Тема 8. Фильтрация сигналов в оптико-электронных приборах	Коллоквиум
12	Тема 9. Энергетические расчеты оптико-электронных систем	Отчет по лаб. работе
13		
14	Тема 10. Адаптация в оптико-электронных приборах	Коллоквиум
15	Тема 11. Радиометрические и тепловизионные системы	Коллоквиум
16	Тема 12. Спектральные и поляризационные приборы для исследования природной среды и природных ресурсов Земли методами дистанционного зондирования	Реферат
17	Тема 13. Приборы лазерной локации и лидарные системы	Коллоквиум

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 70 % занятий) и подготовку реферата. Обучающиеся подготавливают реферат, который оценивается по 4-балльной шкале по результатам проверки преподавателем:

”отлично” - тема раскрыта полностью, оформление соответствует всем требованиям,

”хорошо” - тема раскрыта в значительной степени, есть замечания к оформлению,

”удовлетворительно” - тема раскрыта частично, есть серьезные замечания к оформлению,

”неудовлетворительно” - тема не раскрыта.

При условии выполнения данных условий студент получает допуск на экзамен.

### **на лабораторных занятиях**

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «**Лазерные и оптико-электронные системы**» студент обязан выполнить **3** лабораторных работы. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждой лабораторной работы предусматривается проведение коллоквиумов на **5, 8, 10, 11, 15, 17 (по числу коллоквиумов)** неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется индивидуально (**в бригадах до 4 человек**). Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально (**в количестве одного отчета на бригаду**) в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результа-

тов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на экзамен.

#### **на практических (семинарских) занятиях**

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 70 % занятий) и подготовку доклада с презентацией, который оценивается по 4-балльной шкале по результатам проверки преподавателем:

«отлично» - тема раскрыта полностью, оформление соответствует всем требованиям,

”хорошо” - тема раскрыта в значительной степени, есть замечания к оформлению,

”удовлетворительно” - тема раскрыта частично, есть серьезные замечания к оформлению,

”неудовлетворительно” - тема не раскрыта.

При условии выполнения данных условий студент получает допуск на экзамен.

### **на коллоквиумах**

Коллоквиум проводится на основе вопросов к экзамену по темам, изученных до момента проведения коллоквиума.

Критерии оценивания:

”отлично” - ответ дан без ошибок, обоснован теоретически и проиллюстрирован примерами;

”хорошо” - ответ дан без ошибок, проиллюстрирован примерами, но теоретическое обоснование не полное;

”удовлетворительно” - ответ дан без ошибок, проиллюстрирован примерами, но теоретические обоснования приведены некорректно;

”неудовлетворительно” - в ответе есть ошибки, теоретическое обоснование не приведено, либо студент не видит связи между приводимыми физическими явлениями и приводимыми формулами и утверждениями.

### **самостоятельной работы студентов**

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

## 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, экран, проектор и компьютер	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом. рабочее место преподавателя. Лабораторные стенды, включающие гелий-неоновый лазер, Nd:YAG лазер, азотный лазер, измерители мощности, фотодиоды и микроскоп.	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, экран, проектор и компьютер	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

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