

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

«ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ 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. Горяинов В.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)	5
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	51
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	88
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	92
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4
Курсовая работа (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ ФОТОНИКИ»

Дисциплина предусматривает изучение физических основ и принципов работы приборов фотоники. Рассматриваются особенности, история, текущее состояние и перспективы применения фотонных приборов и систем различного назначения. Формируются навыки выбора приборов фотоники для решения различных научных и технических задач в соответствии с физическими принципами, лежащими в основе работы данных приборов.

SUBJECT SUMMARY

«FUNDAMENTALS OF DESIGNING PHOTONIC DEVICES»

The discipline provides for the study of physical foundations and principles of operation of photonic devices. The features, history, current state and prospects for the use of photonic devices and systems for various purposes are considered. The skills of choosing the photonic devices for solving various scientific and technical problems are formed in accordance with the physical principles underlying the operation of these devices.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целями дисциплины являются:

- изучение классификации, физических основ и принципов работы фотонных приборов и систем;
- формирование умений анализа физических процессов, лежащих в основе работы фотонных приборов различных видов, выбора конструкции систем для решения задач передачи и обработки информации, а также использования стандартной терминологии при описании рабочих процессов, параметров и характеристик приборов;
- приобретение навыков практического применения принципов построения фотонных приборов и систем.

2. Задачи дисциплины -формирование знаний, умений и практических практических навыков для:

- анализа физических процессов, лежащих в основе работы фотонных приборов различного назначения;
- выполнения необходимых расчетов и выбора приборов и систем, необходимых для решения задач передачи и обработки информации;
- использования стандартной терминологии при описании рабочих процессов, параметров и характеристик приборов.

3. Студенты, изучающие дисциплину, получают знания:

- критериев классификации фотонных приборов и систем;
- физических основ и принципов работы фотонных систем;
- закономерностей прохождения сигналов и помех в фотонных приборах;
- основных параметров источников и приемников излучения как звеньев фотонных систем;

- методов модуляции и демодуляции оптического излучения;
- видов анализаторов изображения, их основных характеристик;
- процессов фильтрации оптических сигналов в фотонных системах;
- особенностей построения и расчета фотонных систем различного назначения.

4. В ходе изучения дисциплины студенты приобретают умения:

- анализировать физические процессы, лежащие в основе работы фотонных приборов и систем различного назначения;
- выполнять необходимые расчеты и выбирать приборы и системы, необходимые для решения задач передачи и обработки информации;
- использовать стандартную терминологию при описании рабочих процессов, параметров и характеристик приборов.

5. В ходе изучения дисциплины студенты приобретают навыки практического применения принципов построения фотонных приборов и систем.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Компоненты фотоники»
2. «Квантовая и оптическая электроника»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Производственная практика (производственно-технологическая практика)»
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:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
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>
<i>ПК-3.3</i>	<i>Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем</i>
ПК-6	Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники
<i>ПК-6.1</i>	<i>Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства</i>
СПК-4	Готов участвовать в разработке элементов, узлов и блоков приборов квантовой электроники и фотоники
<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>
<i>СПК-4.3</i>	<i>Владеет навыками оформления 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	Классификация и структура фотонных приборов и систем	1	4		5
3	Оптическое излучение	2	5		8
4	Приемники излучения, их классификация и параметры	2	5		8
5	Влияние среды распространения оптического излучения на работу фотонных приборов	2	5		8
6	Сканирование в фотонных приборах и системах	2	4		10
7	Анализаторы изображения в фотонных приборах	2	4		8
8	Модуляция и демодуляция сигналов в фотонных приборах	3	4		7
9	Фильтрация сигналов в фотонных приборах	3	3		7
10	Энергетические расчеты фотонных приборов и систем	3	5		10
11	Адаптация в фотонных приборах	3	3		6
12	Волоконно-оптические системы связи: исторические сведения, современное состояние и перспективы применения	3	3		5
13	Радиометрические, спектральные и поляризационные приборы для исследования природной среды и природных ресурсов Земли методами дистанционного зондирования	3	3		5
14	Приборы лазерной локации и лидарные системы	3	3		5
15	Заключение	1		3	
	Итого, ач	34	51	3	92
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

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.
2	Классификация и структура фотонных 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	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	Приемники излучения, их классификация и параметры	Основные виды приемников излучения, применяемых в ОЭП. Параметры приемников излучения. Характеристики приемников излучения. Паспортизация приемников. Пересчет их параметров. Одноэлементные координатные (позиционно-чувствительные) и развертывающие приемники излучения. Многоэлементные приемники излучения.
5	Влияние среды распространения оптического излучения на работу фотонных приборов	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	Сканирование в фотонных приборах и системах	Назначение и роль сканирования. Методы сканирования. Параметры и характеристики сканирующих систем. Типы сканирующих систем: механические и оптико-механические сканирующие системы; сканирование электронным лучом; сканирование зеркалами, преломляющими элементами, вращающимися клиньями.
7	Анализаторы изображения в фотонных 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. Многоэлементные приемники излучения как анализаторы изображений.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
8	Модуляция и демодуляция сигналов в фотонных 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	Фильтрация сигналов в фотонных 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	Энергетические расчеты фотонных приборов и 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	Адаптация в фотонных 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	Волоконно-оптические системы связи: исторические сведения, современное состояние и перспективы применения	Структурная схема радиометра. Основные энергетические соотношения. Основы тепловидения. Расчет пороговой чувствительности и разрешающей способности тепловизора. Тепловизионные системы различного назначения
13	Радиометрические, 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	Приборы лазерной локации и лидарные системы	Элементная база лазерной локации. Схемы лидаров различного назначения.
15	Заключение	Перспективы дальнейшего развития оптико-электронных систем и приборов.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Классификация и структура фотонных приборов и систем	4
2. Оптическое излучение	5
3. Приемники излучения, их классификация и параметры	5
4. Влияние среды распространения оптического излучения на работу фотонных приборов	5
5. Сканирование в фотонных приборах и системах	4
6. Анализаторы изображения в фотонных приборах	4
7. Модуляция и демодуляция сигналов в фотонных приборах	4
8. Фильтрация сигналов в фотонных приборах	3
9. Энергетические расчеты фотонных приборов и систем	5
10. Адаптация в фотонных приборах	3
11. Волоконно-оптические системы связи: исторические сведения, современное состояние и перспективы применения	3
12. Радиометрические, спектральные и поляризационные приборы для исследования природной среды и природных ресурсов Земли методами дистанционного зондирования	3
13. Приборы лазерной локации и лидарные системы	3
Итого	51

4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): выполнение энергетического расчета фотонного прибора выбранного типа.

Содержание работы (проекта): Тема курсовой работы:

Энергетический расчет фотонного прибора.

Исходные данные для выполнения курсовой работы включают тип фотонного прибора, задачу, для решения которой он предназначен, вариант размещения прибора, а также требуемые пороговые параметры.

Структура отчета о выполнении курсовой работы должна включать в себя следующие части:

введение с постановкой задачи;

теоретическую часть, содержащую краткое изложение процессов, на которых основано действие выбранного вида приборов, и основных закономерностей, на которых строится энергетический расчет прибора;

расчетную часть, содержащую описание последовательности расчетов и полученные результаты;

анализ полученных результатов;

заключение, подводнящее итог проделанной работе;

список использованной литературы.

Суммарный объем отчета должен составлять 8 -15 страниц. Список использованной литературы должен содержать 5 -10 источников. Оформление отчета выполняется в программе Microsoft Word с использованием следующих параметров:

размер листа А4, размеры верхнего и нижнего полей 2 см, левого поля 3 см, правого поля 1 см;

шрифт Times New Roman размером 14 пунктов;

междустрочный интервал 1,5 строки.

Оформление таблиц, рисунков, чертежей должно соответствовать шаблону оформления отчетов по научно-исследовательской работе. Готовый отчет сдается в печатном виде или размещается в виртуальном образовательном кластере (Moodle) по выбору преподавателя.

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Энергетический расчет спектрометра для дистанционного зондирования природной среды	Power calculation of a spectrometer for remote sensing of the environment
2	Энергетический расчет лидарной системы для дистанционного зондирования природных вод	Power calculation of a lidar system for remote sensing of natural waters
3	Энергетический расчет волоконно-оптической линии связи	Power calculation of a fiber optical communication line

№ п/п	Название темы	Перевод темы
4	Энергетический расчет лазерного устройства для подзарядки беспилотных летательных аппаратов	Power calculation of a laser device for recharging unmanned aerial vehicles

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

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 поло-

жений, 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.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	18
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	14
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	25
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	25
ИТОГО СРС	92

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	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	Андреева, Анжела Витальевна. Методы и аппаратура дистанционного зондирования окружающей среды [Текст] : учеб. пособие / А.В. Андреева, А.А. Бузников, 2006. -75 с.	23
3	Бузников, Анатолий Алексеевич. Дистанционное зондирование окружающей среды [Текст] : учеб. пособие / А. А. Бузников, А. С. Гришканич, 2015. -43, [1] с.	20
4	Тарасов, Виктор Васильевич. Инфракрасные системы "смотрящего типа" [Текст] : монография / В.В. Тарасов, Ю.Г. Якушенков, 2004. -443 с.	17
Дополнительная литература		
1	Бузников, Анатолий Алексеевич. Разработка и проектирование оптико-электронных систем [Текст] : учеб. пособие / А.А. Бузников, Д.В. Поздняков, 1997. -67 с.	42
2	Бузников, Анатолий Алексеевич. Дистанционное зондирование природной среды: Вопросы переноса излучения в системе "Вода-атмосфера" [Текст] : учеб. пособие / А.А. Бузников, Д.В. Поздняков, 1996. -70 с.	50

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Журнал "Исследование Земли из космоса" http://jizk.ru
2	Журнал "Оптический журнал" http://opticjourn.ru
3	Ocean Optics Web Book https://oceanopticsbook.info

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13919>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Основы проектирования приборов 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
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

Условием допуска к дифф. зачету с оценкой является успешная сдача отчета о выполнении курсовой работы. Оценка за дифф. зачет выставляется на основе результатов текущего контроля успеваемости, с учетом оценок, полученных на практических занятиях и коллоквиумах, а также оценки за выполнение курсовой работы. При необходимости уточнения уровня освоения курса на последнем коллоквиуме студенту могут быть предложены 1 -2 дополнительных вопроса по темам курса, выбранным преподавателем.

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

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Преимущества и недостатки оптико-электронных приборов и систем передачи и обработки информации по сравнению с радиоэлектронными приборами.
2	Спектр электромагнитного излучения. Положение оптического диапазона излучения и видимого света в спектре электромагнитного излучения.
3	Вертикальная структура земной атмосферы: вертикальные профили температуры и давления, состав атмосферы у поверхности Земли и его вертикальное распределение.
4	Поглощение и рассеяние солнечной радиации в атмосфере Земли. Окна прозрачности.
5	Основные законы теплового излучения.
6	Взаимодействие солнечного излучения с водной поверхностью. Отражение от водной поверхности. Влияние волнения.
7	Основные методы дистанционного зондирования окружающей среды. Прямые и косвенные методы измерений.
8	Метод спектральных измерений отраженного солнечного излучения от поверхности Земли. Спектрометры и спектрографы, применяемые для реализации метода.
9	Тепловизионные измерения. Основные типы тепловизионных систем.
10	Возможности поляризационного метода исследования окружающей среды и его применение.
11	Выбор оптико-электронных систем, необходимых для решения задач дистанционного зондирования, и обоснование возможностей их практического применения.
12	Выбор приемника оптического излучения для применения в оптико-электронной системе.
13	Многоспектральные сканирующие системы (МСУ) с оптико-механическим сканированием. МСУ с электронным сканированием.

14	Применение лазеров для дистанционного зондирования. Лидары.
15	Применение лидаров для дистанционных исследований растительности.
16	Лидарное зондирование водной среды.
17	Активная, пассивная и полуактивная схемы работы оптико-электронного прибора.
18	Поляризация оптического излучения, ее математическое описание и методы определения параметров поляризации. Сфера Пуанкаре. Параметры Стокса.
19	Солнечная радиация. Солнечная постоянная. Спектральное распределение солнечной радиации на верхней и нижней границе земной атмосферы.
20	Рассеяние излучения в атмосфере и водной среде. Молекулярное рассеяние. Рассеяние Ми.
21	Абсолютно чёрное тело как модель идеального источника теплового излучения. Излучательная способность источника, спектральная селективность.
22	Закон Ламберта. Ламбертовские свойства объектов при испускании и отражении излучения.
23	Количественные характеристики оптического излучения. Световые и энергетические единицы измерения.
24	Человеческий глаз как приёмник оптического излучения. Кривая чувствительности глаза.
25	Сканирование в оптико-электронных приборах: параметры, выбор траектории сканирования и конструкции, её реализующей.
26	Параметры приемника оптического излучения как компонента оптико-электронной системы.
27	Оптически активные компоненты природных вод.
28	Алгоритм энергетического расчета оптико-электронного прибора.
29	Основные конструкции поляриметров для применения в дистанционном зондировании.
30	Численные модели для описания ослабления оптического излучения в атмосфере Земли.

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Примеры вопросов для подготовки к коллоквиумам.

1. Каковы особенности распространения оптического излучения и более длинноволнового электромагнитного излучения (радиоволн) в различных средах? Какие ограничения применимости оптико-электронных и радиоэлектронных приборов связаны с ними?
2. Что такое тепловое излучение? Какие объекты могут служить его источниками и каким основным законам оно подчиняется?
3. Абсолютно черное тело, серые и цветные тела - каковы их отличительные особенности и примеры? Что такое спектральная селективность источни-

- ка и приемника оптического излучения?
4. Какие основные параметры приемника оптического излучения необходимо учитывать при конструировании оптико-электронного прибора?
 5. В чем состоит сходство и различие энергетических и световых единиц измерения? Какой вид имеет кривая чувствительности человеческого глаза?
 6. Каким процессам подвергается оптическое излучение при распространении в земной атмосфере? Что такое "окна прозрачности" атмосферы?
 7. В чем состоит различие прямых и косвенных методов измерений в дистанционном зондировании Земли?
 8. Сканирование в оптико-электронных приборах: в чем его назначение и какими методами оно реализуется?
 9. Какие конструктивные методы применяются для получения многоспектральных и гиперспектральных изображений в дистанционном зондировании?
 10. Какие виды оптико-электронных приборов выделяют, исходя из того, что служит в них источником оптического излучения?
 11. Что такое солнечная постоянная? Насколько ее значение стабильно во времени и как оно связано с облученностью на поверхности Земли?
 12. Какие задачи позволяет решать лидарное зондирование природных вод?
 13. Какие оптически активные компоненты природных вод влияют на распределение световых полей в водной среде?
 14. Какому состоянию поляризации соответствуют точки на экваторе сферы Пуанкаре?
 15. Каковы основные схемы поляриметров, используемых для дистанционного зондирования?
 16. Какой характеристике оптического излучения соответствует каждый из параметров Стокса?
 17. Каковы отличительные характеристики и примеры ламбертовских источников излучения?

18. Чем отличаются схемы сканирования в пространстве предметов и в пространстве изображений?
19. Как выглядит обобщенная схема тепловизионного прибора?

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	Классификация и структура оптико-электронных приборов и систем	Коллоквиум
2	Оптическое излучение	
3	Приемник излучения как звено оптико-электронного прибора	Практическая работа
4	Влияние среды распространения оптического излучения на работы ОЭС	Практическая работа
5	Сканирование в оптико-электронных приборах и системах	Практическая работа
6	Анализаторы изображения в оптико-электронных приборах	
7	Модуляция и демодуляция сигналов в оптико-электронных приборах Фильтрация сигналов в оптико-электронных приборах	Коллоквиум
8	Энергетические расчеты оптико-электронных систем	
9		Практическая работа
10	Адаптация в оптико-электронных приборах	Коллоквиум
11	Радиометрические и тепловизионные системы	
12	Спектральные и поляризационные приборы для исследования природной среды и природных ресурсов Земли методами дистанционного зондирования Приборы лазерной локации и лидарные системы	Защита КР / КП

6.4 Методика текущего контроля

Текущий контроль на лекционных занятиях включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск к сдаче дифференцированного зачета.

- Порядок выполнения курсовой работы, подготовки отчета и его защиты

В процессе обучения по дисциплине студент обязан выполнить задание на курсовую работу. Под выполнением задания подразумевается подготовка к работе, решение расчетной задачи, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После окончания срока выполнения курсовой работы предусматривается проведение коллоквиума, на котором осуществляется защита отчетов. Выполнение курсовой работы студентами осуществляется индивидуально. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформля-

ется после выполнения расчетов и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Курсовые работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре выполнения расчетов, или по выводам из полученных результатов, 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 курсовой работы студент должен показать: понимание методики энергетического расчета фотонных приборов 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 расчетных результатов и прогнозировать реакции характеристик проектируемого прибора на изменение его конструктивных параметров, а также навыки и умения, приобретенные при выполнении курсового проектирования.

Оценка за курсовую работу выставляется в соответствии со следующими критериями:

- оценка "неудовлетворительно" выставляется, если энергетический расчет выполнен полностью неправильно из-за серьезных ошибок в алгоритме, указывающих на то, что студент не освоил методику энергетического расчета;
- оценка "удовлетворительно" выставляется при наличии в расчете содержательных ошибок, не приводящих, тем не менее, к полностью неправильному результату; при полном несоответствии структуры и оформления отчета установленным требованиям; в случае, если студент при ответе на дополнительный вопрос демонстрирует освоение содержания дис-

циплины на уровне определений и формулировок теорем;

- оценка "хорошо" выставляется при наличии в расчете незначительных ошибок и недочетов, не влияющих на правильность полученного результата; при наличии серьезных недочетов в оформлении отчета в случае полностью правильно выполненного расчета; в случае затруднений при ответе на дополнительный вопрос;
- оценка "отлично" выставляется при безошибочном выполнении расчета, при этом допускается присутствие незначительных недочетов в оформлении отчета; в случае, если студент при ответе на дополнительный вопрос не испытывает затруднений и демонстрирует полное владение содержанием дисциплины.

- Текущий контроль на практических занятиях включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск к сдаче зачета с оценкой.

В ходе проведения семинарских и 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.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических (семинарских, коллоквиумах) занятиях студентов по методикам, описанным выше. Оценки по результатам ответа студента на коллоквиуме выставляются в соответствии со следующими критериями:

- оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент испытывает затруднения при ответе на вопросы, являющиеся ключевыми для рассматриваемой темы;
- оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент в целом овладел материалом рассматриваемой темы, однако некоторые вопросы освоены

на уровне определений и формулировок;

- оценка "хорошо" выставляется, если студент овладел материалом рассматриваемой темы, однако испытывает затруднения в частных вопросах;
- оценка "отлично" выставляется, если студент демонстрирует полное овладение рассматриваемой темой и способность применять полученные навыки к решению практических задач.

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 7 и выше; 2) Microsoft Office 2013 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ПК, ноутбук.	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2013 и выше; 3) математическое ПО (MathCAD, MATLAB, или Scilab)
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 7 и выше; 2) Microsoft Office 2013 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