



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»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

В.А. Тупик

2022 г.



**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ –
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

Группа научных специальностей: 2.2. «Электроника, фотоника, приборостроение и
связь»

2.2.6. «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы»

Форма обучения: очная

Срок обучения: 4 года

Факультет: ФЭЛ

Выпускающая кафедра: ФОТОНИКИ

Санкт-Петербург

2022

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет:

ФЭЛ

Обеспечивающая кафедра:

Фотоники

Курс 4

Семестр 8

Виды занятий

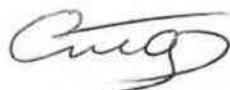
Лекции

Самостоятельная работа

Вид промежуточной аттестации

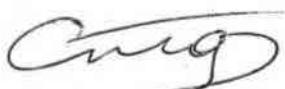
Экзамен (семестр) 8

Разработчик



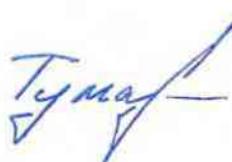
Тарасов С. А.

Зав. каф. ФОТ



Тарасов С. А.

Заведующий ОДА



Тумаркин А. В.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОПТИЧЕСКИЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И КОМПЛЕКСЫ»

Предусматривает изучение физических основ и принципов работы оптико-электронных приборов и комплексов. Рассматриваются роль и перспективы использования оптико-электронных систем различного назначения. Формируются навыки проектирования и использования радиометрических, тепловизионных, лазарных и других оптико-электронных систем.

SUBJECT SUMMARY

" OPTICAL AND OTOELECTRONIC DEVICES AND SYSTEMS "

The course covers physical background and basic working principles of optoelectronic devices and systems. The goal and prospects of use of optoelectronic systems of various configurations are considered. The skills of designing and implementation of radiometric, thermal imaging, LIDAR and other optoelectronic systems are formed.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Изучение классификации, физических основ и принципов работы оптико-электронных приборов и систем (ОЭС); влияния среды распространения на работу ОЭС; источников и приемников излучения в ОЭС; основных принципов сканирования и сканирующих устройств в ОЭС; методов модуляции и демодуляции; анализаторов изображения; методов фильтрации оптических сигналов в ОЭС; принципов построения и особенностей ОЭС различного назначения.
2. Формирование умения выбирать типы и конструкции ОЭС, необходимые для решения различных задач, осуществлять их расчет и проектирование.
3. Освоения навыков анализа физических процессов, лежащих в основе работы ОЭС

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение

Роль оптических и оптико-электронных приборов и комплексов в развитии науки и техники. Перспективы и тенденции развития оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

Раздел 1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И КОМПЛЕКСОВ

Тема 1. Классификация и структура оптико-электронных приборов и комплексов

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.

Тема 2. Источники и приемники оптического излучения

Основные виды приемников излучения, применяемых в оптико-электронных приборах. Параметры приемников излучения. Характеристики приемников излучения. Одноэлементные координатные (позиционно-чувствительные) и развертывающие приемники излучения. Многоэлементные приемники излучения.

Основные виды источников оптического излучения. Параметры и характеристики источников. Некогерентные искусственные излучатели. Естественные источники излучения.

Современные лазеры: принципы действия, принципиальные схемы, режимы работы, параметры и характеристики.

Тема 3. Влияние среды распространения оптического излучения на работу 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.

Тема 4. 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.

Тема 5. 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.

Тема 6. 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. Растворная модуляция. Электрооптические и другие виды модуляторов. Пространственно-временные модуляторы. Структура и спектр модулированного потока излучения. Потери мощности сигнала при модуляции.

Тема 7. Фильтрация сигналов в оптико-электронных приборах

Общие сведения об оптимальных методах приема сигналов при наличии помех. Оптимальная фильтрации при обнаружении сигнала на фоне помех. Спек-

тральная фильтрация. Пространственная фильтрация в некогерентных оптических системах. Пространственная фильтрация в когерентных оптических системах. Фильтрация сигналов в электронном тракте. Оптическая корреляция.

Тема 8. 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.

Тема 9. 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.

Раздел 2. ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Тема 10. Радиометрические и тепловизионные системы

Структурная схема радиометра. Основные энергетические соотношения. Основы тепловидения. Расчет пороговой чувствительности и разрешающей способности тепловизора. Тепловизионные системы различного назначения.

Тема 11. 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.

Тема 12. Приборы лазерной локации и лидарные системы

Элементная база лазерной локации. Схемы лидаров различного назначения

Заключение

Перспективы дальнейшего развития оптико-электронных систем и приборов дистанционного зондирования природной среды.

В случае, если дисциплина реализуется в группах с малой численностью, занятия по отдельным разделам могут проходить в виде установочной лекций, выдачи и объяснения задания по теме, а текущий контроль может проходить в виде представления и защиты аспирантом выполненного задания.

Общие рекомендации по выполнению индивидуальных заданий доступны для аспиранта в печатном или электронном виде (на сайте Университета), либо аспирант может получить рекомендации у преподавателя, отвечающего за дисциплину, в часы консультаций. Задание формулируется с учетом тематики докторской или кандидатской работы аспиранта в рамках изучаемой дисциплины.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические рекомендации по реализации дисциплины

Методические рекомендации преподавателям:

Перед началом преподавания дисциплины преподавателю необходимо:

- знать цели и задачи преподавания дисциплины;
- представлять, какие знания, умения и навыки должен приобрести аспирант в процессе изучения данной дисциплины;
- четко понимать, в формировании каких результатов освоения программы аспирантуры участвует дисциплина.

Если учебным планом по дисциплине предусмотрен экзамен, его рекомендуется проводить в форме индивидуальной беседы с аспирантом по вопросам, сформулированным в фондах оценочных средств дисциплины, используя вопросы из различных разделов дисциплины, обеспечив тем самым более полную проверку знаний аспиранта.

В своей деятельности преподаватель должен руководствоваться локальными нормативными актами, регламентирующими образовательную деятельность по образовательным программам подготовки кадров высшей квалификации в университете.

Методические рекомендации по самостоятельной работе аспирантов:

Изучение каждой дисциплины должно сопровождаться самостоятельной работой аспиранта с рекомендованными преподавателями литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет по всем разделам дисциплины.

Ряд вопросов, подлежащих изучению в составе дисциплины, достаточно хорошо проработаны в учебной литературе, представлены в научных трудах, сборниках трудов, статьях, в сети Интернет. Эти вопросы могут быть переданы аспирантам на самостоятельное изучение. Такая работа строится на основе подготовленных преподавателем заданий с перечнем вопросов, на которые обучающийся должен найти ответы в процессе самостоятельного изучения. Самостоятельно

могут изучаться как целые темы, так и отдельные вопросы в составе обозначенных преподавателем, но не полностью раскрытых им тем. Для закрепления материала ведется конспектирование, готовятся рефераты, эссе или делаются доклады. Степень освоения самостоятельно изученных материалов обязательно проверяется контрольными мероприятиями с использованием фонда оценочных средств по дисциплине.

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

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы,
необходимой для освоения дисциплины**

| № | Название, библиографическое описание | К-во экз. в библ. (на каф.) |
|---|---|-----------------------------|
| 1 | Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов: Учеб. для вузов - 5-ое изд. – М.: Логос, 1999 | 10 |
| 2 | Ю.Б. Парвулусов, С.А. Родионов, В.П. Солдатов и др. Проектирование оптико-электронных приборов: учеб. для вузов; Под ред. Ю.Г. Якушенкова - 2-е изд.. - М. : Логос, 2000. | 4 |
| 3 | Тарасов В.В., Якушенков Ю.Г. Инфракрасные системы смотрящего типа. – М.: Логос, 2004 | 17 |
| 4 | Мирошников, М. М. Теоретические основы оптико-электронных приборов: учебное пособие / М. М. Мирошников. - 3-е изд. - СПб : Лань, 2021 | ЭБС ЛАНЬ |
| 5 | Бузников А.А., Поздняков Д.В. Разработка и проектирование оптико-электронных систем: Уч. пос.- СПб.: СПбГЭТУ, 1997. | 42 |

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

| № | Электронный адрес |
|---|-------------------|
| | |

| | |
|---|--|
| 1 | Родионов С.А. Электронный учебник по курсу "Основы оптики" http://aco.ifmo.ru/el_books/basics_optics/ |
| 2 | Иванова Т.В. Введение в прикладную и компьютерную оптику. Конспект лекций. http://aco.ifmo.ru/el_books/introduction_into_specialization/ |

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют федеральным государственным требованиям.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, включая перечень экзаменационных вопросов (Приложение 1), а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплин доводятся до сведения обучающихся на первом занятии.

Список экзаменационных вопросов по дисциплине
«Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы»

1. Оптико-электронные приборы: определение, обобщенные схемы и методы работы. Классификация ОЭП.
2. Физические принципы выбора рабочего спектрального диапазона ОЭС. Выбор приемника излучения.
3. Оптическая система ОЭП. Назначение и особенности оптической системы ОЭП.
4. Оптические фильтры. Абсорбционные, интерференционные, поляризационные, нейтральные фильтры и ослабители.
5. Основные параметры и характеристики излучателей. Законы теплового излучения.
6. Параметры и характеристики приемников излучения. Основные виды приемников излучения, применяемых в ОЭП.
7. Спектральное согласование приемника и источника излучения.
8. Анализаторы изображения ОЭП. Назначение и классификация.
9. Фазовые и частотные анализаторы изображения. Светоделительные амплитудные анализаторы. Амплитудно-фазовые анализаторы.
10. Сканирование в ОЭП. Методы сканирования.
11. Модуляция и демодуляция сигналов в ОЭП. Амплитудная, частотная и фазовая модуляция.
12. Обобщенная методика энергетического расчета ОЭП.
13. Энергетический расчет ОЭС, работающей пассивным методом.
14. Энергетический расчет ОЭС, работающей активным методом.
15. Оптико-электронные следящие системы.
16. Радиометрические и тепловизионные системы. Структурная схема радиометра. Основные энергетические соотношения.

- 17.Основы тепловидения. Пороговая чувствительность и разрешающая способность тепловизора.
- 18.Поляриметры. Назначение и области применения. Параметры Стокса.
- 19.Современные ОЭС для исследования природных ресурсов Земли.
- 20.Спутниковые спектрометры.
- 21.Основные направления развития и использования ОЭС.