Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины
Оптические измерения

по направлению подготовки
12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

Направленность (профиль) подготовки :
Приборы и устройства нанофотоники

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магитстр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А.Г. Коротаев

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики.

ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики измерений в системах и устройствах фотоники и оптоинформатики.

ПК-1 Способен к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.2 Применяет общеинженерные знания в профессиональной деятельности.

ИОПК-3.1 Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений

ИОПК-3.2 Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

ИПК-1.1 Анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемой системы связи с учётом известных экспериментальных и теоретических результатов

ИПК-1.2 Определяет задачи, решаемые с помощью объекта, системы связи и ожидаемые результаты его использования

ИПК-1.3 Производит сравнительный анализ вариантов концепций объекта, системы связи, определение рисков, связанных с реализацией различных вариантов

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить теоретические и практические основы измерений параметров оптических излучений;

– Научиться применять понятийный аппарат измерений параметров оптических излучений для решения практических задач профессиональной деятельности и при решении инновационных научно-исследовательских и инженерно-физических проблем.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к вариативной части образовательной программы, дисциплина по выбору.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Первый год, первый семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: теоретической и математической физики, электродинамики, теории

колебаний, квантовой механики, квантовой радиофизики, нелинейной оптики и информатики.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

составляет 4 зачетных единиц, 144 часов, из которых 34,7 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем 18,3 часов – практические занятия, 16 часов – лабораторные работы.

в том числе практическая подготовка: 36 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение

Краткое содержание: Оптические измерения, как область оптотехники; их значение в процессе создания современной оптической системы. Возможности и точность оптических измерений. Теория и методы оптических измерений. Основы теории измерений. Понятия об измерениях. Средства измерений. Структура оптических измерительных схем. Источники погрешностей оптических измерений.

Тема 2. Измерения параметров оптических материалов.

Краткое содерание: Основные оптические материалы и их характеристики. Измерение показателя преломления, дисперсии, неоднородности оптического стекла. Ганиометрические методы. Рефрактометрические методы. Интерференционный метод Обреимова. Измерение показателей преломления кристаллов.

Измерения параметров оптических деталей. Толщины линз, воздушных промежутков, радиусов кривизны, углов призм и клиньев, формы поверхности. Методы контроля плоских, сферических, асферических поверхностей.

Тема 3. Измерение характеристик оптических систем.

Краткое содержание: Типовые оптические системы и их характеристики. Измерение фокусных расстояний объективов и линз., Измерение увеличения типовых оптических приборов, апертур. Измерение световых характеристик оптических приборов; измерение коэффициента пропускания; коэффициента рассеяния; определение цветопередачи объективов. Измерения аберраций оптических систем.

Тема 4. Интерференционные измерения.

Краткое содержание: Принципы интерферометрии. Типовые схемы интерферометров. Виды интерференционных картин. Расшифровка интерферограм. Измерения: показателей преломления, длины, параметров тонких пленок

Тема 5. Исследования качества оптического изображения.

Краткое содержание: Критерии качества оптического изображения. Функция рассеяния, Пограничная кривая. Модуляционная передаточная функция. Методы измерения оптической передаточной функции. Измерение разрешающей способности. Измерение остаточных аберраций

Тема 6.Измерение параметров световой волны.

Краткое содержание: Основные параметры. Методы контроля пучков оптического излучения. Вынужденная флуоресценция. Ошибки при контроле пучка. Измерение параметров пучка. Спектр мод лазерных резонаторов. Измерение расходимости и поперечного распределения интенсивности света в пучке. Определение числа типов колебаний. Измерение поляризации. Измерение энергии и мощности Определения и единицы измерения. Калориметрические методы. Фотоэлектрические методы. Фотохимические методы. Методы основанные на нелинейных эффектах. Измерения плотности энергии. Эталоны и калибровка. Измерение параметров усиления. Методы измерения оптического усиления. Измерение длины волны. Уширение линии и источники света. Измерение ширины спектральной линии и временной когерентности. Призменные спектральные приборы. Дифракционные спектральные приборы. Интерферометрические методы измерения ширины линии. Измерение ширины линии люминесценции и методы фотометрии. Измерение формы и длительности импульсов, поляризации, когерентности, спектрального состава излучения.

Тема 7.Оптические измерения неоптических параметров.

Краткое содержание: Перемещений, деформаций, скорости, параметров механических колебаний и вибраций

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости занятий и фиксируется в журнале. Текущая аттестация теоретического курса проводится в виде устного опроса во время проведения семинаров, результаты которого учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Текущая аттестация перед выполнением лабораторных работ включает проверку, путём устного опроса, усвоения обучающимися знания методик выполнения эксперимента.

Текущая аттестация по итогам выполнения лабораторных работ включает оценку действий студента при выполнении экспериментов и содержания представленных ими отчётов. Отчет по лабораторной работе должен содержать рукописное или печатное изложение цели работы, основных этапов и приемов ее достижения, полученных теоретических и экспериментальных результатов, оценку их достоверности, анализ результатов и выводы. Текущая оценка формируется на основании содержания отчёта.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Теория и методы оптических измерений.
2. Методы контроля пучков оптического излучения.
3. Структура оптических измерительных схем. Источники погрешностей оптических измерений.
4. Рассеяние лазерного пучка, как метод контроля за его параметрами.
5. Основы теории измерений. Понятия об измерениях.
6. Измерение параметров пучка.
7. Основные оптические материалы и их характеристики.
8. Спектр мод лазерных резонаторов.
9. Измерение световых характеристик оптических приборов; измерение коэффициента пропускания. коэффициента рассеяния; определение цветопередачи объективов
10. Измерение расходимости и поперечного распределения интенсивности света в пучке.

11. Определение числа типов колебаний.
12. Измерение формы и длительности импульсов, поляризации, когерентности, спектрального состава излучения
13. Измерение показателя преломления, дисперсии, неоднородности оптического стекла.
14. Измерение поляризации
15. Измерения параметров оптических материалов: Ганиометрические методы. Рефрактометрические методы. Интерференционный метод Обреимова.
16. Измерение энергии и мощности
17. Измерение показателей преломления кристаллов.
18. Калориметрические методы измерения характеристик световой волны
19. Измерения параметров оптических деталей: толщины линз, воздушных промежутков, радиусов кривизны, углов призм и клиньев, формы поверхности.
20. Фотоэлектрические методы измерения характеристик световой волны.
21. Методы контроля плоских, сферических, асферических поверхностей.
22. Методы измерения оптического усиления
23. Типовые оптические системы и их характеристики. Измерение фокусных расстояний объективов и линз. Измерение увеличения типовых оптических приборов, апертур.
24. Измерение длины волны.
25. Измерение световых характеристик оптических приборов; измерение коэффициента пропускания; коэффициента рассеяния; определение цветопередачи объективов. Измерения аберраций оптических систем.
26. Уширение линии и источники света
27. Интерференционные измерения: принципы интерферометрии; типовые схемы интерферометров; виды интерференционных картин.
28. Измерение формы и длительности импульсов, поляризации, когерентности, спектрального состава излучения.
29. Измерения: показателей преломления, параметров тонких пленок.
30. Измерение ширины спектральной линии и временной когерентности

Текущая аттестация теоретического курса проводится в виде устного опроса во время проведения семинаров, результаты которого учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме устного экзамена по теоретическому материалу. К промежуточной аттестации допускаются только студенты, успешно прошедшие текущие аттестации по лабораторным работам.

Каждый билет для устного экзамена состоит из двух теоретических вопросов по двум темам дисциплины. В качестве дополнительных вопросов используются контрольные вопросы, предлагаемые для самостоятельной работы обучающегося.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме устного зачета по теоретическому материалу. К зачету допускаются только студенты, успешно выступившие с докладом на семинарских занятиях и сдавшие реферат по выбранной теме. Оценка успеваемости студента формируется в соответствии с таблицей.

Таблица. Промежуточная аттестация по дисциплине

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	Дает правильные, обоснованные ответы на предложенные вопросы к зачету.
Не зачтено	Все остальные варианты

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

1.Измерения параметров оптических материалов.
2.Измерение характеристик оптических систем
3.Интерференционные измерения
4.Исследования качества оптического изображения
5.Измерение параметров световой волны
6.Оптические измерения неоптических параметров

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

1. Измерение расходимости лазерного излучения.
2. Измерение спектральной ширины линии лазерного излучения.
3. Измерение временных характеристик импульсного лазера .
4. Измерение энергии и мощности лазерного излучения .
5. Измерение длины волны излучения лазера.
6. Измерение поляризационных характеристик излучения и оптических элементов.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов происходит внеаудиторно и для эффективного освоения дисциплины студентам рекомендуется:

- изучать теоретический материал по учебнику и конспекту (1 час в неделю);
- работать с дополнительной литературой (0,5 часа в неделю);
- готовиться к лабораторным занятиям (4 часа в неделю).

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Тарасов Л.В. Физические основы квантовой электроники: Оптический диапазон. Изд.стереотип.2020. 368 с.;
2. Долгих Г.И., Привалов В.Е. Лазеры. Лазерные системы. 2009. 202 с.;
3. Тарасов Л.В. Физика лазера. – М.: ЛИБРОКОМ, 2011. – 456 с.;
4. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2020. – 320 с.
5. Мартинес–Дуарт Дж.М., Мартин–Палма Р.Дж., Агулло–Руеда Ф. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники. – М.: Техносфера, 2009. – 368 с.

б) дополнительная литература:

1. Гусев В.Г., Пойзнер Б.Н. Лабораторный практикум по физике лазеров. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1992. 239 с.;

2. Пойзнер Б.Н. Физические основы лазерной техники: Уч. пособие. – Томск: Томский государственный университет, 2006. – 210 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/.

Электронный ресурс SPIE DigitalLibrary: http://www.spiedigitallibrary.org.

Электронный ресурс OpticsInfobase: http://www.opticsinfobase.org/.

Электронный ресурс SpringerLink: http://link.springer.com/.

Электронная библиотека ТГУ: http://www.lib.tsu.ru/ru.

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index

– ЭБС Лань – http://e.lanbook.com/

– ЭБС Консультант студента – http://www.studentlibrary.ru/

– Образовательная платформа Юрайт – https://urait.ru/

– ЭБС ZNANIUM.com – https://znanium.com/

– ЭБС IPRbooks – http://www.iprbookshop.ru/

в) профессиональные базы данных *(при наличии)*:

– Университетская информационная система РОССИЯ – https://uisrussia.msu.ru/

– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – https://www.fedstat.ru/

– …

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Освоение дисциплины обеспечено наличием учебной лаборатории «Оптические измереня» на кафедре квантовой электроники и фотоники НИ ТГУ, где

имеются приборы и установки для измерения характеристик приборов, а также компьютерные рабочие места для обработки результатов лабораторных работ.

При освоении дисциплины используются ресурсы Научной библиотеки ТГУ, в том числе отечественным и зарубежным периодическим изданиям, и сети Интернет, мультимедийные аудитории РФФ:

– учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 325, оснащённая мультимедийным оборудованием (компьютер, проектор).

В процессе освоения дисциплины, обучающиеся выполняют лабораторные работы на лабораторных стендах, расположенных в учебной лаборатории по лазерной технике № 311, и содержащих на следующие технические устройства:

– Лабораторные столы 6шт.,

– измеритель энергии излучения 0,15-3 мкм и 10,6 мкм с энергетическим диапазоном: 7 мкДж-10м Дж марки OPHIR,

– фотоприемник Pin фотодиод ФДУК-1СТ,

– осциллограф Tektronix TDS2024,

– держатели оптических элементов,

– набор нейтральных светофильтров,

– головка пироэлектрическая PE110BB,

– импульсный электроразрядный азотный лазер NL-0.5-5,

– лазер He-Ne модель ГЛ-05

15. Информация о разработчиках

Лектор – кандидат физ.-мат. наук, доцент каф Квантовой элекроники и фотоники Тельминов Евгений Николаевич.

Преподаватели лабораторных работ:

кандидат физ.-мат. наук, доцент Тельминов Евгений Николаевич.