

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины
Принципы управления лазерным излучением

по направлению подготовки
12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

Направленность (профиль) подготовки :
Приборы и устройства нанофотоники

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А.П. Коханенко

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Принципы управления лазерным излучением» являются:

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-2. Способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи.

ПК-3. Способность к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению оптических, фотометрических и электрических измерений с выбором технических средств и обработкой экспериментальных результатов.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК 2.2. Определяет выходные параметры и функции разрабатываемой оптической системы связи, которые должны быть определены в результате моделирования его функционирования на основе физических процессов и явлений

ИПК 3.1. Разрабатывает методики исследований

ИПК 3.2. Обрабатывает и анализирует результаты исследований

ИПК 3.2. Составляет отчёт о проведённых исследованиях

2. Задачи освоения дисциплины

- приобретение студентами глубоких знаний физических основ создания устройств управления параметрами лазерного излучения и навыков работы с этими устройствами;
- способностями применять *эти* знания при решении инновационных научно-исследовательских и инженерно-физических проблем в своей трудовой деятельности.

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, второй 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 3 зачетных единиц, 108 часов, из которых 30 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение

Цели и задачи, предмет и содержание курса. Современное состояние и научная проблематика методов управления лазерным излучением. Классификация и сравнение методов управления.

Тема 2. Устройства селекции лазерного излучения.

Способы получения одномодового и одночастотного излучения. Схемы и устройства селекции продольных и поперечных мод лазерного излучения. Способы управления длиной волны лазерного излучения. Принципы модуляции амплитуды лазерного излучения. Принципы фазовой модуляции света и его осуществление на основе эффекта Поккельса. Принципы работы дефлекторов лазерного излучения. Рефракционные и дифракционные дефлекторы.

Тема 3. Затворы и модуляторы лазерного излучения.

Модуляция интенсивности излучения лазера при изменении потерь в резонаторе. Модуляция интенсивности излучения лазера при изменении связи с открытым пространством. Синхронизация мод лазера при изменении потерь резонатора.

Оптико-механические затворы. Электрооптические затворы и модуляторы. Ячейка Поккельса и ячейка Керра. Управляемые электрооптические отражатели. Акустооптические модуляторы. Затворы нарушенного полного внутреннего отражения. Фототропные затворы. Магнитооптические модуляторы. Ячейка Фарадея. Невзаимные оптические элементы. Интерференционные модуляторы. Модуляторы света на основе полупроводниковых структур.

Тема 4. Поляризационные элементы лазерных систем.

Гомодинный метод. Метод двулучевого интерферометра. Применение двулучепреломляющих кристаллов. Внутррезонаторные поляризационные элементы лазеров: Поляризаторы, фазовые пластинки, вращатели плоскости поляризации.

Тема 5. Особенности применения оптических элементов в лазерах.

Оптические системы для формирования лазерного излучения. Особенности лазерной оптики. Условия сохранения поляризации. Учёт оптической прочности при воздействии лазерного излучения. Учет ориентации состояния поляризации. Учёт когерентности лазерного излучения (интерференционных эффектов). Учёт дифракционных эффектов. Оптические схемы для фокусирования, коллимации и согласования лазерного излучения. Влияние ограничений и аберраций на формирование лазерного излучения.

Тема 6. Формирование и преобразование лазерных пучков оптическими элементами и системами.

Преобразование гауссова пучка. ABCD-теорема и её методологический смысл. Закон ABCD-преобразования гауссовых пучков. Применение закона ABCD-преобразования к нахождению поля в резонаторе. Согласование гауссовых пучков активного и пассивного резонаторов. Нерезонансное параметрическое усиление. Параметрические генераторы света. Резонансные ПГС на основе ВКР.

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.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

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

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Классификация и сравнение методов управления.
2. Интерференционные модуляторы.
3. Принципы фазовой модуляции света и его осуществление на основе эффекта Поккельса.
4. Гомодинный метод.
5. Современное состояние и научная проблематика методов управления лазерным излучением.
6. Принцип действия поляризационного модулятора.
7. Нерезонансное параметрическое усиление.
8. Метод двулучевого интерферометра.
9. Модуляция интенсивности излучения лазера при изменении связи с открытым пространством.
10. Акустооптические модуляторы света.
11. Модуляторы света на основе полупроводниковых структур.
12. Параметрические генераторы света.
13. Резонансные ПГС на основе ВКР.
14. Среды с изменяющимся показателем преломления.
15. Синхронизация мод лазера при изменении потерь резонатора.
16. Интерференционные модуляторы.
17. Среды с изменяющимся градиентом показателя преломления.
18. Модуляция интенсивности излучения лазера при изменении потерь в резонаторе.
19. Модуляция интенсивности излучения лазера при изменении связи с открытым пространством.
20. Применение двулучепреломляющих кристаллов.
21. Классификация и сравнение методов управления.

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.

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.

1. Перечислите методы управления оптическим излучением.
2. Сформулируйте принцип фазовой модуляции.
3. Дайте определение эффекта Поккельса.
4. Модуляция света на эффекте Поккельса.
5. Принцип действия поляризационного модулятора.
6. Принцип гомодинного метода.
7. Метод двулучевого интерферометра.
8. Нарисуйте схему модулятора на основе интерферометра Жамена.
9. Принцип модулятора света на основе полупроводниковых структур.
10. Принцип акустооптических модуляторов света.
11. Частотная модуляция при изменении длины резонатора.
12. Назовите принципы действия рефракционных дефлекторов.
13. Назовите принципы действия дифракционного дефлектора.
14. Нерезонансное параметрическое усиление.
15. Параметрическая генерация света.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

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–Рueda 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 Юпайт	–	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.

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).

15. Информация о разработчиках

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

Преподаватели лабораторных работ:

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