

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Методы лазерного зондирования

по направлению подготовки

12.03.02 Оптотехника

Направленность (профиль) подготовки:
Оптико-электронные приборы и системы

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
И.В. Самохвалов

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений.

ПК-3 Способность к анализу, расчёту, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оплотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

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 3.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы оплотехники, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования.

ИПК 3.2 Рассчитывает, визуализирует и моделирует действие оптических элементов и систем с использованием специализированного программного обеспечения, обрабатывает и анализирует результаты расчёта с использованием специализированного программного обеспечения

ИПК 3.3 Разрабатывает проектно-конструкторскую и техническую документацию на всех этапах жизненного цикла оптических, оптико-электронных приборов механических блоков, узлов и деталей в соответствии с требованиями технического задания, стандартов качества, надёжности, безопасности и технологичности с использованием систем автоматизированного проектирования.

2. Задачи освоения дисциплины

– Изучить физические основы явлений взаимодействия лазерного излучения с атмосферой и свойства лазерного излучения;

– Осуществить вывод уравнения лазерного зондирования и уметь интерпретировать значения параметров и коэффициентов, входящих в него;

– Научиться находить решение лидарного уравнения в заданных приближениях;

– Освоить методы синтеза и анализа оптических схем лидарных систем;

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Вариативная часть, в том числе дисциплины по выбору»

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль «Физические основы дистанционного зондирования».

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

Седьмой семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Оптика атмосферы; Распространение оптических волн; Фотометрия; Прикладная оптика; Оптико-электронные приборы.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
-лекции: 34 ч.**

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение. Общая характеристика явлений взаимодействия лазерного излучения с атмосферой. Свойства лазерного излучения.

Тема 2. Элементы фотометрии. Определение коэффициентов рассеяния Свойства лазерного излучения.

Тема 3. Уравнение лазерного зондирования. Вывод уравнения. Обоснование приближений.

Тема 4. Определение оптических характеристик атмосферы при одночастотном лазерном зондировании.

Тема 5. Метод дифференциального поглощения.

Тема 6. Применение эффекта спонтанного комбинационного рассеяния (СКР) для независимого определения коэффициентов рассеяния и лидарного отношения.

Тема 7. Эффект спонтанного комбинационного рассеяния и флуоресценция в лазерном зондировании.

Тема 8. Дистанционное определение газового состава атмосферы с помощью эффекта СКР. СКР-лидары.

Тема 9. Чисто вращательные спектры СКР. Дистанционное определение температуры атмосферы. Измерение температуры атмосферы по ширине контура линии Рэлеевского рассеяния.

Тема 10. Эффект Доплера. Измерение скорости ветра с помощью лидара.

Тема 11. Измерение сверхнизких концентраций паров азотосодержащих веществ.

Тема 12. Элементная база лидаростроения

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения обсуждений контрольных заданий, тестов по лекционному материалу, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в седьмом семестре проводится в устной форме по билетам. Билет содержит теоретический. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

- Какими факторами определяется температурная стратификация атмосферы?
- Какое явление описывается законом Бугера?
- Что такое фактор эффективности рассеяния?
- Какие физические величины связывает уравнение лазерной локации

- Какие эффекты лежат в основе лидарных методов измерения скорости ветра?
- Какими величинами характеризуются рассеивающие свойства атмосферы?
- Какова физическая сущность эффекта спонтанного комбинационного рассеяния?

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.
- г) Методические указания по проведению лабораторных работ.
- д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 1. Лазерный контроль атмосферы. Под ред. Э.Д. Хинкли. - М.: Мир, 1979-416 с.
 2. Мак-Картни. Оптика атмосферы. Рассеяние света молекулами и частицами. – М.: Мир, 1979-421 с.
 3. Лазерное зондирование индустриального аэрозоля.// Зуев В.Е., Кауль Б.В., Самохвалов И.В. и др.- Новосибирск: Наука, 1986-187 с.
 4. Лазерное зондирование тропосферы и подстилающей поверхности.// Самохвалов И.В., Ипполитов И.И., Копытин Ю.Д. и др. Новосибирск: Наука, 1987-262 с.
 5. Межерис Р. Лазерное дистанционное зондирование. - М.: Мир, 1987- 550 с.
 6. В.М.Захаров, О.К.Костко, С.С. Хмелевцов. Лидары и исследование климата. - Л.: Гидрометеиздат, 1990 - 222 с.
 7. Оптико – электронные системы экологического мониторинга природной среды. Учебное пособие для вузов.//В.И. Козинцев, В.М. Орлов, М.Л. Белов и др. Под ред В.Н. Рождествина. – М.: Изд. МГТУ им Н.Э. Баумана, 2002. – 528 с.
- б) дополнительная литература:
 1. I.Serikov, S.Bobrovnikov, Atmospheric temperature profiling with pure rotational Raman lidars, Fiorani L., and Mitev V. Editors, Recent Advances in Atmospheric Lidars, INOE, 149-216, ISBN: 978-973-88109-6-9, 2010.
 2. Бобровников С.М., Матвиенко Г.Г., Романовский О.А., Сериков И.Б., Суханов А.Я. Лидарный спектроскопический газоанализ атмосферы // Томск. Изд-во ИОА СО РАН. 2014. 510 с. – ISBN 978-5-94458-148-8.
 3. Теория оптических систем. Учебник для вузов. /Б.Н. Бегунов и др. М.: Машиностроение. 1981.
 4. Избранные труды классиков физической оптики/ Новосибирск: Наука, 1992.
 5. Миннарт М. Свет и цвет в природе/ М: Наука, 1969 - 344 с.
 6. Фабелинский И.Л. Молекулярное рассеяние света/ М: Наука, 1965 - 511 с.
 7. Г. ван де Хюлст. Рассеяние света малыми частицами/ М: ИЛ, 1961 - 536 с.
 8. Справочник по лазерам (в 2^х томах), под ред. А.М. Прохорова/ М.: Советское Радио, 1978 - 503+400 с.
 9. Атмосфера (справочник)/Ленинград: Гидрометеиздат,1991- 508 с.
 10. Качмарек Ф. Введение в физику лазеров. М., Мир, 1981.
 11. Звелто О. Принципы лазеров. Изд. 3-е, М., Мир, 1990.
 12. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика: Учебник- М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998.

13. Русинов М.М. Композиция оптических систем/Ленинград: Машиностроение, 1989 – 379 с.

в) ресурсы сети Интернет:

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/> ;

Электронная библиотека ТГУ: <http://www.lib.tsu.ru/ru> ;

Электронный ресурс American Institute of Physics: <http://scitation.aip.org/> ;

Электронный ресурс American Physical Society: <http://publish.aps.org/>.

3.1. Перечень лицензионного и программного обеспечения

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.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Бобровников Сергей Михайлович, д.ф.-м.н, доцент, кафедра ОС и ДЗ радио-физического факультета, профессор.