

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан
А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Методы лазерного зондирования.*.Laser sensing methods

по направлению подготовки

12.04.02 Оптотехника

Направленность (профиль) подготовки:
Оптические и оптико-электронные приборы

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

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:

ПК-2 Способность к разработке структурных и функциональных схем оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов с определением их физических принципов действия, структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы..

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК 2.2 Осуществляет поиск имеющихся технологий получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем.

Цель освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Лазерное зондирование» является: формирование у студентов компетенций, связанных со знанием и пониманием специфики объектов исследования и методов лазерного зондирования атмосферы; получение знаний о принципах построения и функционирования лидаров и особенностях их конструкций; получение навыков расчёта лидарных сигналов и работы с использованием математического аппарата решения лидарного уравнения; получение знаний об эффектах взаимодействия излучения с веществом и их применениях в лазерном зондировании.

1. Место дисциплины в структуре ООП/ОПОП

Дисциплина относится к дисциплинам основной части Профессионального цикла Блока 1 «Вариативная часть, в том числе дисциплины по выбору»;

Пререквизиты дисциплины: «Основы оптики»,

Постреквизиты дисциплины: «Прикладной системный анализ в оплотехнике» «Цифровая обработка изображений», «Научно-исследовательская работа», «Преддипломная практика».

2. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Таблица 1

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
ОПК-3 Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области и использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных знаний, предлагать новые идеи и подходы к решению	ИОПК 3.2 Предлагает новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием результатов освоения фундаментальных и прикладных знаний;	ОР-3.2.1 – знать физические основы явлений взаимодействия лазерного излучения с атмосферой и свойства лазерного излучения; владеть основами конструирования лидарных систем; знать элементную базу лидаростроения ОР-3.2.2 – уметь анализировать условия и возможности применения физических основ явлений взаимодействия лазерного излучения с

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
инженерных задач на их основе;		атмосферой и использовать свойства лазерного излучения при решении научных задач;
ПК-1 Способен к анализу состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	ИПК 1-3 Представляет информацию в систематизированном виде, оформляет научно-технические отчёты	ОР-1.3.1 – знать критерии оценки целесообразности применения технологий лазерного зондирования ОР-1.3.2 – уметь организовывать индивидуальную информационную среду;
ПК-2 Способность к разработке структурных и функциональных схем оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов с определением их физических принципов действия, структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы.	ИПК-2.1 Определяет перечень проблем в области применения методов лазерного зондирования и лидарных технологий;	ОР-2.1.1 Знать физические основы явлений взаимодействия лазерного излучения с атмосферой и свойства лазерного излучения; ОР-2.1.2 – уметь создавать и оформлять информационные продукты, как результат своей научно-исследовательской деятельности, с применением современных информационных технологий;
	ИПК-2.2 Осуществляет поиск имеющихся технологий получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем.	ОР-2.2.1 Уметь сделать вывод уравнения лазерной локации в приближении однократного рассеяния; провести оценку уровня лидарного сигнала для различных эффектов взаимодействия; ОР-2.2.2 владеть методами лазерного зондирования оптических характеристик атмосферы; методами решения лидарного уравнения; методами расчёта лидарного сигнала; методами синтеза и анализа оптических схем

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
		лидарных систем;

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 2

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах	
	2 семестр	всего
Общая трудоемкость		
Контактная работа:	34	34
Лекции (Л):	34	34
Практические занятия (ПЗ)	нет	нет
Лабораторные работы (ЛР)	нет	нет
Семинарские занятия (СЗ)	нет	нет
Групповые консультации	1	1
Индивидуальные консультации	0.5	0.5
Промежуточная аттестация	0.25	0.25
Самостоятельная работа обучающегося:	50.75	50.75
- изучение учебного материала, публикаций	34.75	34.75
- подготовка к практическим занятиям	12	12
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	зачет	зачет

3.2. Содержание и трудоемкость разделов дисциплины

Таблица 3

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание	Вид учебной работы, занятий, контроля	С е м е с т р	Часы в электронной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
	Раздел 1. Общие основы лазерного зондирования атмосферы					Мак-Картни. Оптика атмосферы. Рассеяние света молекулами и частицами. – М.: Мир, 1979-421 с. Лазерный контроль атмосферы. Под ред. Э.Д. Хинкли. - М.: Мир, 1979-416 с.	ОР-2.1.1 ОР-2.1.2
1.1.	<u>Тема занятия:</u> Введение. Общая характеристика явлений взаимодействия лазерного излучения с атмосферой. Свойства лазерного излучения.	Лекции	2		2		
1.2.	<u>Тема занятия:</u> Элементы фотометрии. Определение коэффициентов рассеяния Свойства лазерного излучения.	Лекции	2		2		
1.3.	<u>Тема занятия:</u> Уравнение лазерного зондирования. Вывод уравнения. Обоснование приближений.	Лекции	2		2		
1.4.	<u>Тема занятия:</u> Определение оптических характеристик атмосферы при одночастотном лазерном зондировании.	Лекции	2		2		
	Текущий контроль успеваемости	Устный опрос	2		2		
	Раздел 2. Методы лазерного зондирования					Лазерное зондирование индустриального аэрозоля.// Зуев В.Е., Кауль Б.В., Самохвалов И.В. и др.- Новосибирск: Наука, 1986-187 с. Миннарт М. Свет и цвет в природе/ М: Наука, 1969 - 344 с.	ОР-1.3.1 ОР-1.3.2

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание	Вид учебной работы, занятий, контроля	С е м е с т р	Часы в электронной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
2.1.	Тема занятия: Формирование (выбор) основных предметных понятий, используемых в системе. Технология проектирования систем. Принципы структурного анализа.	Лекции	2		2		
2.2.	Тема занятия: Сформулировать предмет исследования, проблемную(ые) ситуацию(и) и цель (реальную, конкретную, измеримую) исследований по диссертации.	Лекции	2		2		
2.3.	Форма СРС: учение учебного материала, публикаций	Лекции	2		2		
2.4.	Форма СРС: подготовка к практическим занятиям	Лекции	2		2		
	Текущий контроль успеваемости	Устный опрос					
2.5.	Тема занятия: Метод дифференциального поглощения.	Лекции	2		2		
2.6.	Тема занятия: Применение эффекта спонтанного комбинационного рассеяния (СКР) для независимого определения коэффициентов рассеяния и лидарного отношения.	Практики	2		2		
2.7.	Тема занятия: Эффект спонтанного комбинационного рассеяния и флуоресценция в лазерном зондировании.	СРС	2		2		
2.8.	Тема занятия: Дистанционное определение газового состава атмосферы с помощью эффекта СКР. СКР-лидары.	СРС	2		2		
2.9.	Тема занятия: Чисто вращательные спектры СКР. Дистанционное определение температуры атмосферы.	Лекции	2		2		

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание	Вид учебной работы, занятий, контроля	С е м е с т р	Часы в электронной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
	Измерение температуры атмосферы по ширине контура линии Рэлеевского рассеяния.						
2.10.	<u>Тема занятия:</u> Эффект Доплера. Измерение скорости ветра с помощью лидара.	Лекции	2		2		ОР-2.2.1 ОР-2.2.2
2.11.	<u>Тема занятия:</u> Измерение сверхнизких концентраций паров азотосодержащих веществ.	Лекции	2		2		
2.12.	<u>Тема занятия:</u> Элементная база лидаростроения	Лекции	2		2		
	Текущий контроль успеваемости	Устный опрос					
	Итоговая аттестация						
					34		

4. Образовательные технологии, учебно-методическое и информационное обеспечение для освоения дисциплины

В соответствии с учебными планами направлений подготовки процесс изучения дисциплины предусматривает проведение лекций, консультаций, а также самостоятельную работу студентов.

Особое место в овладении частью тем данной дисциплины может отводиться самостоятельной работе, при этом во время аудиторных занятий могут быть рассмотрены и проработаны наиболее важные и трудные вопросы по той или иной теме дисциплины, а второстепенные и более лёгкие вопросы, а также вопросы, специфичные для той или иной ОПОП, могут быть изучены студентами самостоятельно.

Обязательным является проведение практических занятий на лидарных установках.

При использовании дистанционных технологий обучения процесс изучения дисциплины в соответствии с учебными планами направлений подготовки предусматривает самостоятельную работу студентов и консультации с использованием современных электронных средств связи студента и преподавателя.

Промежуточная аттестация по дисциплине реализуется в форме проведения контрольных точек.

4.1. Литература и учебно-методическое обеспечение

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.: Гидрометеоздат, 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.

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.

4.2. Базы данных и информационно-справочные системы, в том числе зарубежные

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/>.

4.3. Перечень лицензионного и программного обеспечения

Microsoft Office 2010
Microsoft Windows 7
Visual Studio 2019

4.4. Оборудование и технические средства обучения

При освоении дисциплины используются презентации по отдельным разделам дисциплины, компьютерные классы РФФ ТГУ с доступом к указанным выше Интернет-ресурсам.

5. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину

Бобровников Сергей Михайлович, д-р физ.-мат. наук, профессор

7. Язык преподавания

Русский