МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Факультет оптического приборостроения
Кафедра оптико-электронных приборов

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
18 апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЗЗ
«Б1.О.23.04 ЛИДАРЫ»

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения

Направленность(профиль) подготовки: Электронные и оптико-электронные приборы и системы дистанционного зондирования Земли

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 5 лет 6 месяца(-ев)

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2025

Разработчики:
Доцент кафедры Оптико-электронных приборов, к.т.н.
Балабанова Д. А.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения, утвержденного приказом Минобрнауки от 09.08.2018 № 93

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	15.01.2025, № 2/24-25

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
   5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
   5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
   9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
   9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
   9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
   9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - освоение студентами теоретических и практических знаний , приобретение умений и навыков в области лидарных технологий, необходимых для анализа тенденций развития лидаров, способности к анализу, расчету, проектированию и конструированию лидаров , их узлов и деталей .

Задачи изучения дисциплины:

- дать студентам знания о принципах построения и составе оптических и оптико-электронных приборов и комплексов;
- дать навыки студентам анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов;
- освоение студентами навыков расчета, проектирования и конструирования типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники .;
- дать студентам знания о компьютерных технологиях и программных средствах проектирования и конструирования .

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-1 Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и их составных частей

ПК-1.1 Анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

Знать:

ПК-1.1/Зн1 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы конструирования оптико-электронных приборов. Технологии сборки, юстировки и контроля оптико-электронных приборов. Основы системы менеджмента качества. Требования охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности, электробезопасности.

Уметь:

ПК-1.1/Ум1 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. Применять передовой инженерный опыт при проектировании и конструировании оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

Владеть:

ПК-1.1/Нв1 Методикой составления технического задания на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и их составных частей.

ПК-1.2 Определяет, корректирует и обосновывает техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов оптических и оптико-электронных приборов

Знать:

ПК-1.2/Зн1 Особенности конструирования деталей. Оптические материалы и технологии. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-1.2/Зн2 Принципы конструирования оптикоэлектронных приборов. Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-1.2/Ум1 Производить патентный поиск. Представлять информацию в систематизированном виде. Разрабатывать конструкторскую документацию. Рассчитывать, проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях

ПК-1.2/Ум2 Составлять план-график разработки оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей. Определять объем работы и ресурсы, необходимые для изготовления оснастки и специального инструмента в заданные сроки

Владеть:

ПК-1.2/Нв1 Методикой составления технического задания на проектирование и конструирование оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов и их составных частей

ПК-1.3 Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных

Знать:

ПК-1.3/Зн1 Государственные и отраслевые стандарты, стандарты организации. Основы системы менеджмента качества. Нормативные документы системы менеджмента качества

Уметь:

ПК-1.3/Ум1 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота. Работать с базами данных и источниками информации

Владеть:

ПК-1.3/Нв1 Методикой составления технического задания на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и их составных частей

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

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

Знать:

ПК-3.1/Зн1 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-3.1/Ум1 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота Разрабатывать отдельные программы и подпрограммы для решения различных задач проектирования, конструирования, исследования и контроля оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Владеть:

ПК-3.1/Нв1 Методикой энергетического расчета типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники с учетом требований к параметрам и характеристикам приемников излучения

ПК-5 Способен анализировать научно-техническую информацию по разработке оптико-электронных приборов и комплексов дистанционного зондирования Земли

ПК-5.1 Владеет научно-технической информацией в области использования ОЭС ДЗЗ

Знать:

ПК-5.1/Зн1 Общий курс технического английского языка в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий

Уметь:

ПК-5.1/Ум1 Уметь работать с научно-технической информацией, проводить патентный поиск, работать с научно-техническими текстами, используя стандартные текстовые и графические программы для оформления документации, применять справочные материалы, в том числе на иностранном языке, представлять материалы для оформления патентов, готовить к публикации научные статьи и оформлять научно-технические отчеты, переводить научно-технические тексты, составлять научно-технические отчеты и пояснительные записки

Владеть:

ПК-5.1/Нв1 Владеть методами поиска и анализа научно-технической информации об отечественном и зарубежном опыте по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; владеть способами представления информации в систематизированном виде, требуемом формате, оформлением научно-технических отчетов, владеть навыками составления планов поиска научно-технической информации по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ПК-5.2 Планирует применение систем дистанционного зондирования Земли

Знать:

ПК-5.2/Зн1 Физическая и прикладная оптика. Основные достижения и проблемы современной оптотехники, обеспечивающие модернизацию экономики и развитие фундаментальной и прикладной науки. Основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем дистанционного зондирования Земли, элементная база опто-техники. Принципы построения и функционирования электронных и оптико-электронных приборов и систем дистанционного зондирования Земли. Общий курс технического английского языка в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий

Уметь:

ПК-5.2/Ум1 Работать с техническими текстами. Использовать стандартные текстовые и графические программы для оформления документации Анализировать состояние и перспективы развития оптотехники в целом и ее отдельных направлений. Применять справочные материал. Представлять материалы для оформления патентов, готовить к публикации научные статьи и оформлять научно-технические отчеты Переводить научные тексты. Искать патентную и научно-техническую информацию. Составлять научно-технические отчеты и пояснительные записки

Владеть:

ПК-5.2/Нв1 Навыками поиска и извлечения нужной информации по разработке оптико-электронных приборов и комплексов дистанционного зондирования Земли в адаптированных источниках различного типа.

ПК-5.3 Анализирует структурные и принципиальные схемы ОЭС ДЗ, их элементную базу, разрабатывает и вносит предложения по модернизации конструкции ОЭС ДЗЗ.

Знать:

ПК-5.3/Зн1 Физическая и прикладная оптика. Основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем дистанционного зондирования Земли, элементная база опто-техники Принципы построения и функционирования электронных и оптико-электронных приборов и систем дистанционного зондирования Земли. Общий курс технического английского языка в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий

Уметь:

ПК-5.3/Ум1 Работать с техническими текстами. Использовать стандартные текстовые и графические программы для оформления документации. Анализировать состояние и перспективы развития оптотехники в целом и ее отдельных направлени. Применять справочные материалы. Представлять материалы для оформления патентов, готовить к публикации научные статьи и оформлять научно-технические отчет. Переводить научные тексты. Искать патентную и научно-техническую информацию. Составлять научно-технические отчеты и пояснительные записки

Владеть:

ПК-5.3/Нв1 Навыками поиска и извлечения нужной информации по разработке оптико-электронных приборов и комплексов дистанционного зондирования Земли в адаптированных источниках различного типа;

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.23.04 «Лидары» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 7.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период	удоемкость сы)	удоемкость ЗЕТ)	ые занятия сы)	кие занятия сы)	ьная работа сы)	ая аттестация сы)

обучения	Общая тру (ча	Общая тру (ЗЕ	Лекционн (ча	Практическ (ча	Самостоятел (ча	Промежуточн (ча
7 семестр	108	3	36	36	5	Экзамен (31)
Всего	108	3	36	36	5	31

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Передающая система лидара	**19**	**8**	**10**	**1**	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 1.1. Введение	6,5	2	4	0,5	
Тема 1.2. Компоненты передающей системы ли-дара	12,5	6	6	0,5	
Раздел 2. Приемная система лидара	**14,5**	**8**	**6**	**0,5**	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 2.1. Компоненты приемной системы лидара	14,5	8	6	0,5	
Раздел 3. Принципы построения лидаров	**27,5**	**14**	**12**	**1,5**	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 3.1. Атмосферные лидары	10,5	6	4	0,5	
Тема 3.2. Наземные лазерные сканеры	10,5	4	6	0,5	
Тема 3.3. Авиационные и космические лидары	6,5	4	2	0,5	
Раздел 4. Расчет лидаров	**16**	**6**	**8**	**2**	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 4.1. Энергетические и частотные соотношения при сканировании	16	6	8	2	
Итого	**77**	**36**	**36**	**5**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Передающая система лидара

Тема 1.1. Введение

Общие сведения о лидарах. Структурная схема лидара. Введение. Инструктаж.

Тема 1.2. Компоненты передающей системы ли-дара

Лазеры , используемые в лидарах. Преобразователи частоты излучения. Лазерные усилители. Передающая оптическая система лидара. Энергетический расчет атмосферного аэрозольного лидара

Раздел 2. Приемная система лидара

Тема 2.1. Компоненты приемной системы лидара

Объективы лидаров. Интерференционные элементы лидаров. Дифракционные и поляризационные элементы лидаров. Приемники излучения лидаров. Расчет пороговых параметров сканера

Раздел 3. Принципы построения лидаров

Тема 3.1. Атмосферные лидары

Взаимодействие лазерного излучения с атмосферой. Схемы и параметры атмосферных лидаров. Ветровые лидары

Тема 3.2. Наземные лазерные сканеры

Структурная схема наземного лазерного сканера. Базовые элементы наземного лазерного сканера

Тема 3.3. Авиационные и космические лидары

Структура авиационного лидара. Принципы спутникового позиционирования. Многолучевые космические лидары. Исследование рельефно-частотной характеристики лидара. Исследование наземного лазерного сканера

Раздел 4. Расчет лидаров

Тема 4.1. Энергетические и частотные соотношения при сканировании

Энергетическое уравнение лидара. Потенциальная точность измерений. Пространственно-частотные характеристики лидаров. Расчет потенциальной точности космического лидара.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля

Коллоквиум

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:

- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Экзамен, 7 семестр.

При организации и проведении промежуточной аттестации, исходя из перечня планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), по каждой компетенции или связанным нескольким компетенциям, в формировании которых участвует учебная дисциплина (модуль), кафедрой формируются фонд оценочных средств к экзамену (соответственно - дифференцированному зачету или зачету):

- примерный перечень вопросов к экзамену для оценивания результатов обучения в виде ЗНАНИЙ. При этом, за каждым вопросом в скобках указываются(ется) компетенции(я), уровень сформированности которых(ой) будет оцениваться;
- примерный перечень простых практических контрольных заданий к экзамену для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ.
- примерный перечень комплексных практических контрольных заданий к экзамену для оценивания результатов обучения в виде ВЛАДЕНИЙ. при этом, за каждым заданием в скобках указываются(ется) компетенции(я), уровень сформированности которых(ой) будет оцениваться;

Для проведения промежуточной аттестации, исходя из сформированных перечней (вопросов к экзамену, простых ПКЗ, комплексных ПКЗ) формируются билеты к экзамену (соответственно - диф. зачету или зачету).

Сформированные перечни (вопросы к экзамену, простые ПКЗ, комплексные ПКЗ) должны в совокупности охватывать все компетенции и заявленные в программе основные результаты обучения по дисциплине (модулю) на уровне ЗНАТЬ, УМЕТЬ, ВЛАДЕТЬ.

Билеты формируются случайной выборкой из приведенных выше перечней, а итоговый результат оценивания соотносится на весь заявленный в программе перечень результатов обучения по дисциплине (модулю).

Каждый билет включает:

1. Вопрос для оценивания результатов обучения в виде ЗНАНИЙ;
2. Простое практическое контрольное задание для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ;
3. Комплексное практическое контрольное задание для оценивания результатов обучения в виде ВЛАДЕНИЙ.

Методика оценивания: при проведении промежуточной аттестации, как правило, применяется среднее арифметическое значения оценок, полученных за каждый элемент оценивания, указанный в билете (вопрос и два практических задания).

Итоговая оценка по дисциплине (модулю) рассчитывается как отношение суммы оценок, полученных обучаемым за каждый вопрос и задания в билете (вопрос и 2 задания, далее - элемент контроля) поделенное на количество полученных оценок (3).

При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете, в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может учитывать результаты текущего контроля.
Устанавливаются следующие шкалы оценивания уровней освоения компетенций, предусмотренных рабочей программой при проведении экзамена и дифференцированного зачета:
«ПОВЫШЕННЫЙ» - выставляется оценка - 5 «ОТЛИЧНО», если среднее арифметическое значение оценок по элементам контроля находится в интервале от 4.5-5.0;
«БАЗОВЫЙ» - выставляется оценка - 4 «ХОРОШО», если среднее арифметическое значение оценок по элементам контроля находится в интервале от 3.5 - 4.4;
«ПОРОГОВЫЙ» - выставляется оценка - 3 «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», если среднее арифметическое значение оценок по элементам контроля находится в интервале от 2.5 - 3.4.
«НЕДОСТАТОЧНЫЙ» - выставляется оценка - 2 «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», если среднее арифметическое значение оценок по элементам контроля менее 2.5.
При проведении зачета: если достигнут один из показателей:
«ПОВЫШЕННЫЙ», «БАЗОВЫЙ» или «ПОРОГОВЫЙ» - выставляется оценка «ЗАЧТЕНО», если среднее арифметическое значение оценок находится в интервале от 2.5-5.0. В противном случае: если достигнут показатель «НЕДОСТАТОЧНЫЙ.» - выставляется оценка «НЕЗАЧТЕНО», если среднее арифметическое значение оценок по элементам контроля менее 2.5

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 4. Расчет лидаров
Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3

Тема 4.1. Энергетические и частотные соотношения при сканировании
Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум
Вопросы/Задания:
1. Расчет лидаров

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

7 семестр, Экзамен
Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-5.1 ПК-1.2 ПК-5.2 ПК-1.3 ПК-5.3
Вопросы/Задания:
1. В атмосферных лидарах в качестве приемника излучения используются
1. ФЭУ
2. Фоторезисторы
3. Болометрические матрицы
4. Радиационные термопары
5. КМОП
2. В атмосферных лидарах в качестве приемника излучения используются
1. ФЭУ
2. Фоторезисторы
3. Болометрические матрицы
4. Радиационные термопары
5. КМОП
3. В атмосферных лидарах в качестве приемника излучения используются
1. ФЭУ
2. Фоторезисторы
3. Болометрические матрицы

4. Радиационные термопары
5. КМОП

4. В когерентных допплеровских лидарах используется

1. Метод прямого детектирования
2. Динамический метод приема
3. Гетеродинный метод приема

5. В когерентных допплеровских лидарах используется

1. Метод прямого детектирования
2. Динамический метод приема
3. Гетеродинный метод приема

6. В наземных лазерных сканерах преимущественное использование получили

1. ИАГ-лазеры
2. Лазеры на красителях
3. Эксимерные лазеры
4. Полупроводниковые лазерные диоды

7. В наземных лазерных сканерах преимущественное использование получили

1. ИАГ-лазеры
2. Лазеры на красителях
3. Эксимерные лазеры
4. Полупроводниковые лазерные диоды

8. В результате эффекта Допплера

1. Изменяется частота излучения
2. Изменяется расходимость пучка излучения
3. Возникает поляризация излучения
4. Возникает оптическая рефракция

9. В результате эффекта Допплера

1. Изменяется частота излучения
2. Изменяется расходимость пучка излучения
3. Возникает поляризация излучения
4. Возникает оптическая рефракция

10. В результате эффекта Допплера

1. Изменяется частота излучения
2. Изменяется расходимость пучка излучения
3. Возникает поляризация излучения
4. Возникает оптическая рефракция

11. Диаметр лазерного пятна на поверхности Земли, формируемого лидаром ATLAS с высоты 500 км составляет 10 м. Рассчитать угол расходимости излучения лидара в мкрад.

12. Диаметр лазерного пятна на поверхности Земли, формируемого лидаром ATLAS с высоты 500 км составляет 10 м. Рассчитать угол расходимости излучения лидара в мкрад.

13. Диаметр лазерного пятна на поверхности Земли, формируемого лидаром ATLAS с высоты 500 км составляет 10 м. Рассчитать угол расходимости излучения лидара в мкрад.

14. Для коллимации излучения лазера в лидарах используются:

1. Плоские зеркала и их комбинации
2. Телескопические системы
3. Оптические призмы
4. Оптические фазированные решетки

15. Для коллимации излучения лазера в лидарах используются:

1. Плоские зеркала и их комбинации
2. Телескопические системы

3. Оптические призмы
4. Оптические фазированные решетки

16. Комбинационное рассеяние сопровождается

1. Изменением длины волны излучения
2. Флюоресценцией
3. Круговой поляризацией
4. Эллиптической поляризацией

17. Комбинационное рассеяние сопровождается

1. Изменением длины волны излучения
2. Флюоресценцией
3. Круговой поляризацией
4. Эллиптической поляризацией

18. Комбинационное рассеяние сопровождается

1. Изменением длины волны излучения
2. Флюоресценцией
3. Круговой поляризацией
4. Эллиптической поляризацией

19. Рассчитать величину углового поля в мрад приемного объектива лидара, имеющего фокусное расстояние 2м и диаметр диафрагмы поля, установленной в фокальной плоскости объектива, 1 мм.

20. Рассчитать длину волны в мкм второй гармоники излучения ИАГ-лазера (Ответ дать до сотых)

21. Рассчитать длину волны в мкм второй гармоники излучения ИАГ-лазера (Ответ дать до сотых)

22. Рассчитать допплеровское смещение частоты в МГц при измерении скорости ветра 1 м/сек когерентным ветровым лидаром на длине волны 1.55 мкм

23. Рассчитать допплеровское смещение частоты в МГц при измерении скорости ветра 1 м/сек когерентным ветровым лидаром на длине волны 1.55 мкм

24. Рассчитать максимально допустимую частоту выборки (частоту импульсов авиационного лидара в МГц) при высоте полета 1 км и при условии " один импульс в воздухе"

25. Рассчитать максимально допустимую частоту выборки (частоту импульсов авиационного лидара в МГц) при высоте полета 1 км и при условии "один импульс в воздухе". (Ответ дать числом)

26. Рассчитать максимально допустимую частоту выборки (частоту импульсов авиационного лидара в МГц) при высоте полета 1 км и при условии "один импульс в воздухе". (Ответ дать числом)

27. Рассчитать толщину слоя атмосферы, зондируемого лидаром, в метрах, при длительности лидарного импульса 10 нс

28. Рассчитать толщину слоя атмосферы, зондируемого лидаром, в метрах, при длительности лидарного импульса 10 нс.

29. Рассчитать толщину слоя атмосферы, зондируемого лидаром, в метрах, при длительности лидарного импульса 10 нс.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Соломатин В.А. Лидары : Учебное пособие. / В.А. Соломатин. - "Инновационное машиностроение", 2021. - 119 - 978-5-907104-81-5. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Соломатин В.А. Теория и преобразование сигналов в оптико-электронных системах : учебное пособие / В.А. Соломатин. - "Инновационное машиностроение", 2023. - 184 - 978-5-907523-13-5. - Текст: непосредственный.

9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0 - Wikipedia
2. https://www.spectralcalc.com/blackbody_calculator/blackbody.php - SpectralCalc.com
3. https://www.iprbookshop.ru/ - IPR SMART
4. http://modtran.spectral.com/modtran_home - Modtran
5. https://www.computeroptics.ru/ - Компьютерная оптика
6. https://www.photonics.su/ - Фотоника

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Специализированная лаборатория

Вертикальный линейный транслятор L490/M - 1 шт.
Интерактивная доска - 1 шт.
Интерактивная панель - 1 шт.

Интерферометр Майкельсона - 1 шт.
Комплект для проведения экспериментов Фурье-оптики (Thorlabs) - 1 шт.
МФУ - 1 шт.
Оптическая скамья - 1 шт.
Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 3 шт.
Комплект измерительной системы Leica 3D DISTO - 1 шт.
Мобильная ЭВМ форма фактор-ноутбук HP 250G8 Core i5-1035G1 1.0GHz. 15.6 FHD (1920*1080)AG.8Gb DDR4(1).256GB SSD.41Wh.1.8 kg 1y - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

При изучении курса следует постоянно связывать изучаемый материал со сведениями из курсов оптики, теории оптико-электронных систем, физики, электроники, источникам и приемникам излучения. Так формируются устойчивые знания. Основной методической особенностью освоения дисциплины" Лидары" постоянное обновление сведений о разработках лидаров. В связи с этим, особое внимание следует уделить общим принципам построения лидаров, а конкретные примеры разработок могут дополняться каждый цикл лекций.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.