



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)
«Б1.В.ДВ.01.01 ЛИДАРЫ И СКАНЕРЫ.»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Направленность(профиль) подготовки: Лазерная техника и лазерные технологии

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 4 года

Объем:
в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 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 направлению подготовки 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 951

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:

- формирование у студентов умений анализировать и определять требования к параметрам, предъявляемым к разрабатываемой оплотехнике;
- формирование у студентов навыков определять, корректировать и обосновывать техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов оптических и оптико-электронных приборов;
- формирование у студентов умений осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-4 ПК-4. Способен к анализу технического задания на проектирование типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем

ПК-4.1 ПК-4.1. Разрабатывает функциональные и структурные схемы лазерной техники, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования

Знать:

ПК-4.1/Зн1 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-4.1/Зн5 Принципы построения и состав оптических и лазерных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-4.1/Ум1 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и конструировании оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-4.1/Ум4 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оплотехнике, оптическим, оптико-электронным и лазерным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.

ПК-4.1/Ум6 Анализировать технологические требования к изготовлению оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей с учетом возможностей достигнутых технологий изготовления. Определять и обосновывать требования к изготовлению оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей с учетом требований технического задания и возможностей организации-изготовителя. Проектировать технологические процессы изготовления деталей, сборки, юстировки и контроля оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов. Разрабатывать и согласовывать извещения об изменении конструкторской документации. Разрабатывать конструкторскую документацию. Составлять презентации и доклады. Разрабатывать технологические процессы сборки и контроля изделий оптотехники. Защищать предлагаемые технические решения. Определять технологические требования к изготовлению оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей Разрабатывать технологические процессы производства деталей и узлов оптико-электрон

Владеть:

ПК-4.1/Нв1 Методикой анализа технического задания на проектирование типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем

ПК-4.1/Нв2 Методикой составления технического задания на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и их составных частей

ПК-4.1/Нв3 Методикой составления технического задания на проектирование и конструирование оптических и лазерных приборов и их составных частей

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.01.01 «Лидары и сканеры.» относится к формируемой участниками образовательных отношений 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 обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
7 семестр	144	4	34	34	40	Экзамен (36)
Всего	144	4	34	34	40	36

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий (часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Передающая система лидара	26	8	8	10	ПК-4.1
Тема 1.1. Введение	9	2	2	5	
Тема 1.2. Компоненты передающей системы лидара	17	6	6	5	
Раздел 2. Приемная система лидара	17	6	6	5	ПК-4.1
Тема 2.1. Компоненты приемной системы лидара	17	6	6	5	
Раздел 3. Принципы построения лидаров	37	10	12	15	ПК-4.1
Тема 3.1. Атмосферные лидары	15	4	6	5	
Тема 3.2. Наземные лазерные сканеры	13	4	4	5	
Тема 3.3. Авиационные лазерные сканеры	9	2	2	5	
Раздел 4. Расчет лидаров	28	10	8	10	ПК-4.1
Тема 4.1. Структурная схема whishbroom-сканера Бортовые whishbroom-сканеры	13	4	4	5	
Тема 4.2. Структурная схема pushbroom-сканера Бортовые pushbroom-сканеры	15	6	4	5	
Итого	108	34	34	40	

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 лидара

Лазеры, используемые в лидарах. Преобразователи частоты излучения. Лазерные усилители. Передающая Вопросы для самоподготовки 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. Поляризационные элементы 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.

Текущий контроль	
Вид (форма) контроля	
Коллоквиум	

Тема 3.2. Наземные лазерные сканеры

Структурная схема наземного лазерного сканера. Базовые элементы наземного лазерного сканера

Текущий контроль	
Вид (форма) контроля	
Коллоквиум	

Тема 3.3. Авиационные лазерные сканеры

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

Текущий контроль	
Вид (форма) контроля	
Коллоквиум	

Раздел 4. Расчет лидаров

Тема 4.1. Структурная схема wishbroom-сканера Бортовые wishbroom-сканеры

Сканер MSS спутника LANDSAT. Сканер TM спутника LANDSAT. Сканер MCY-CK спутника METEOP. Сканер-поляриметр POLDER спутника ADEOS. Сканер-поляриметр APS спутника GLORY

Тема 4.2. Структурная схема pushbroom-сканера Бортовые pushbroom-сканеры

Сканер ALI спутника EO-1. Сканер OSA спутника IKONOS-2. Сканер OLI спутника LANDSAT-8. Сканер NAOMI спутника SPOT 6, 7. Спектрометр. Интерферометр Майкельсона

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.

Для оценивания результатов обучения в виде ЗНАНИЙ используются следующие процедуры и технологии:

- устный ответ на вопрос(ы) или индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопрос(ы).
- тестирование и т.п.

Для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ и ВЛАДЕНИЙ используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания (далее - ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

По сложности ПКЗ разделяются на:

простые задания (далее - простые ПКЗ); комплексные задания (далее - комплексные ПКЗ).

Для оценивания УМЕНИЙ - применяются простые ПКЗ.

Простые ПКЗ предполагают решение в одно или два действия. К ним можно отнести: простые ситуационные задачи с коротким ответом или простым действием; несложные задания по выполнению конкретных действий.

Для оценивания ВЛАДЕНИЙ - применяются комплексные ПКЗ.

Комплексные задания требуют многоходовых решений как в типичной, так и в нестандартной ситуациях. Это задания в открытой форме, требующие поэтапного решения и развернутого ответа, в т.ч. задания на индивидуальное или коллективное выполнение проектов, на выполнение практических действий или лабораторных работ.

Типы практических контрольных заданий:

- задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий, выяснения влияния различных факторов на результаты выполнения задания;
- установление последовательности (описать алгоритм выполнения действия),
- нахождение ошибок в последовательности (определить правильный вариант последовательности действий);
- указать возможное влияние факторов на последствия реализации умения и т.д.
- задания на принятие решения в нестандартной ситуации (ситуации выбора, многоальтернативности решений, проблемной ситуации);
- задания на оценку последствий принятых решений;
- задания на оценку эффективности выполнения действия и т.п.

В целях итогового контроля сформированности компетенции используются:

- защиты индивидуальных или групповых проектов;
- оформление и защита отчетов по комплексным практическим работам;
- защита (презентация) портфолио, при наличии объективных практических результатов внеаудиторной активности обучаемого по профилю дисциплины, характеризующих уровень сформир. компетенции(ий) и т. п.

При организации и проведении промежуточной аттестации, исходя из перечня планируемых

результатов обучения по дисциплине (модулю), по каждой компетенции или связанным несколькими 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 .

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

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 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 3. Принципы построения лидаров

Контролируемые ИДК: ПК-4.1

Тема 3.1. Атмосферные лидары

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

Вопросы/Задания:

1. Атмосферные лидары

Тема 3.2. Наземные лазерные сканеры

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

Вопросы/Задания:

1. Наземные лазерные сканеры

Тема 3.3. Авиационные лазерные сканеры

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

Вопросы/Задания:

1. Исследование рельефно-частотной характеристики лидара
2. Исследование наземного лазерного сканера

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

7 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-4.1

Вопросы/Задания:

1. Структурная схема и классификация лидаров
2. Типы и параметра лазеров, используемых в лидарах.
3. Преобразование частоты лазерного излучения
4. Передающая оптическая система лидара (объективы, телескопические системы, сканирующие элементы, дифракционные оптические элементы)
5. Приемные объективы лидаров
6. Спектроанализаторы лидаров (дифракционные решетки, эталоны Фабри-Перо, интерференционные фильтры, дихроичные зеркала, поляризационные элементы).
7. Приемники излучения лидаров
8. Взаимодействие лазерного излучения с атмосферой
9. Флуоресцентно-аэрозольный лидар "ФАРАН М1."
10. Атмосферный лидар на резонансной флюоресценции натрия
11. Космический атмосферный лидар CALIOP

12. Классификация ветровых лидаров.
13. Когерентные ветровые лидары ПЛВ300 и ПЛВ200
14. Ветровой лидар Aladin
15. Структурная схема наземного лазерного сканера.
16. Дальномеры наземных лазерных сканеров.
17. Энкодеры наземных лазерных сканеров.
18. Жидкокристаллические экраны.
19. Структурная схема воздушного лазерного сканера.
20. Принципы построения систем глобального спутникового позиционирования.
21. Многолучевые лидары. Космический лидар ATLAS
22. Структурная схема whishbroom-сканера
23. Пространственно-временные соотношения в технологии whishbroom
24. Энергетическое уравнение whishbroom-сканера
25. Пространственно-частотные соотношения в технологии whishbroom
26. Сканер MSS спутника LANDSAT
27. Сканер TM спутника LANDSAT
28. Сканер МСУ-СК спутника METEOP
29. Сканер-поляриметр POLDER спутника ADEOS
30. Структурная схема pushbroom-сканера
31. Энергетическое уравнение pushbroom-сканера
32. Пространственно-частотные соотношения в технологии pushbroom
33. Схемы, параметры и характеристики pushbroom-сканеров
34. Сканер ALI спутника EO-1.
35. Сканер OSA спутника IKONOS-2
36. Сканер OLI спутника LANDSAT-8

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. Методические указания к выполнению расчетных заданий по курсу "Лидары и сканеры": учебное пособие. / В.А. Соломатин. - МИИГАиК, 2016. - 24 - 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.photonics.su/> - Фотоника

3. <https://www.computeroptics.ru/> - Компьютерная оптика

4. <https://pribor.ifmo.ru/> - Приборостроение

5. <https://russianspacesystems.ru/> - Российские космические системы

6. <https://www.izmt.ru/jour> - Измерительная техника

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)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется методическими рекомендациями по дисциплине.

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.