



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.06.02 ПРИБОРЫ ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ»**

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: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2025

Разработчики:

Доцент кафедры Оптико-электронных приборов, к.т.н., доцент
Елизаренко А. С.

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 - формирование профессиональных компетенций в области оптико-электронного приборостроения и привитие навыков и умений для реализации первых этапов расчёта и проектирования современных оптико-электронных приборов и систем ориентации и навигации подвижных носителей, в первую очередь ,космических летательных аппаратов

Задачи изучения дисциплины:

- формирование у студентов знаний об основах проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов;
- формирование у студентов знаний о принципах построения и составе оптических и оптико-электронных приборов и комплексов;
- формирование у студентов понятий о компьютерных технологиях программных средствах проектирования и конструирования;
- формирование у студентов умений использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и систем электронного документооборота.

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

Уметь:

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

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-4.3 ПК-4.3. Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных

Знать:

ПК-4.3/Зн1 Отечественные и зарубежные базы данных научно-технической информации

Уметь:

ПК-4.3/Ум1 Работать с базами данных и источниками информации

Владеть:

ПК-4.3/Нв1 Методами и алгоритмами поиска и анализа отечественных и зарубежных баз данных научно-технической информации

ПК-5 ПК-5. Способен к участию в разработке технических требований и заданий на проектирование типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем

ПК-5.1 ПК-5.1. Анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемой лазерной технике с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

Знать:

ПК-5.1/Зн1 Особенности конструкции и принцип работы оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-5.1/Ум1 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

Владеть:

ПК-5.1/Нв1 Методикой анализа технического задания на проектирование лазерной техники

ПК-5.2 ПК-5.2. Определяет, корректирует и обосновывает техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов лазерных оптико-электронных приборов и систем

Знать:

ПК-5.2/Зн1 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-5.2/Ум1 Обосновывать предлагаемые технические решения при проектировании узлов и элементов лазерных приборов и систем с применением информационных ресурсов и технологий

Владеть:

ПК-5.2/Нв1 Навыками использования информационных ресурсов и баз данных при корректировании и обосновании технических требований и заданий

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.06.02 «Приборы ориентации и навигации» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 8.

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 ЭТ)	ис занятия сы)	ис занятия сы)	пная работа сы)	ная аттестация сы)
--------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	-----------------------

обучения	Общая труд (час)	Общая труд (ЗЕ)	Лекции (час)	Практические (час)	Самостоятельная (час)	Промежуточные (час)
8 семестр	108	3	26	26	56	Зачет с оценкой
Всего	108	3	26	26	56	

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 с обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. системы ориентации и навигации по Солнцу (ПОС)	20	6	2	12	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 1.1. Введение. Основные методы ориентации и навигации	4	2		2	
Тема 1.2. Принципы действия ПОС	6	2		4	
Тема 1.3. Расчеты при проектировании ПОС	10	2	2	6	
Раздел 2. системы ориентации и навигации: по планетам	38	10	10	18	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 2.1. ОЭП систем ориентации по Земле (ПОЗ)	10	2	2	6	
Тема 2.2. Энергетический расчёт ПОЗ	14	4	4	6	
Тема 2.3. Расчет точности ОЭП ориентации по планетам	14	4	4	6	
Раздел 3. Системы ориентации и навигации: по звёздам	22	4	6	12	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 3.1. Астрогиды	12	2	4	6	
Тема 3.2. Звёздные датчики, работающие по звездному полю	10	2	2	6	
Раздел 4. Приборы курсовой ориентации	18	4	4	10	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 4.1. Сравнительные характеристики курсометров. Астрономические курсометры	10	2	2	6	

Тема 4.2. Приборы сближения и стыковки КА	8	2	2	4	
Раздел 5. Имитаторы и тренажёры	10	2	4	4	ПК-4.1 ПК-4.3
Тема 5.1. Имитаторы навигационных ориентиров и тренажёрные комплексы	10	2	4	4	ПК-5.1 ПК-5.2
Итого	108	26	26	56	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. системы ориентации и навигации по Солнцу (ПОС)

Тема 1.1. Введение. Основные методы ориентации и навигации

Введение.Инструктаж.Характеристики излучателей для ОЭП ориентации и навигации. Основные методы ориентации и навигации

Тема 1.2. Принципы действия ПОС

Основные характеристики солнечных приборов.Статистическое ПОС. Сканирующее ПОС.Широкопольные и узкопольные ПОС

Тема 1.3. Расчеты при проектировании ПОС

Энергетический расчёт ПОС. Расчет солнечного датчика ДГО. Составные части ПОС и требования к ним. Расчёт точности ПОС. Перспективы дальнейшего развития ПО

Раздел 2. системы ориентации и навигации: по планетам

Тема 2.1. ОЭП систем ориентации по Земле (ПОЗ)

ОЭП ориентации по Земле (ПОЗ) и планетам.Основные технические требования и характеристики. Классификация. Модели излучения Земли и планет в различных областях оптического спектра. ПОЗ с круговым, секущим и другими видами сканирования. Характеристики и требования к составным частям ПОЗ

Тема 2.2. Энергетический расчёт ПОЗ

Энергетические расчёты приборов ориентации по Земле.Расчет прибора ориентации по Земле с секущим сканированием. Функциональное назначение, оптические схемы, материалы оптических систем, приёмники излучения , схемы обработки сигналов ПОЗ. Методы защиты ПОЗ от помех.

Тема 2.3. Расчет точности ОЭП ориентации по планетам

Расчет точности работы ПОЗ с различными типами сканирования и статических ПОЗ. Перспективы развития ПОЗ.

Раздел 3. Системы ориентации и навигации: по звёздам

Тема 3.1. Астрогиды

Классификация ОЭП ориентации и навигации по звёздам. Основные характеристики звёздного поля. Астрогиды. Схемы построения. Технические характеристики. Энергетические расчёты. Расчёт точности астрогидов. Пути уменьшения погрешностей

Тема 3.2. Звёздные датчики, работающие по звездному полю

Принципы построения и классификация датчиков, работающих по звёздному полю. Способы опознавания участков звёздного поля.

Раздел 4. Приборы курсовой ориентации

Тема 4.1. Сравнительные характеристики курсометров. Астрономические курсометры

Сравнительные характеристики частотных, корреляционных и фазовых курсометров. Схемы построения курсометров для космических аппаратов. Схемы астрономических курсометров и их характеристики

Тема 4.2. Приборы сближения и стыковки КА

ОЭП для осуществления операций сближения и стыковки КА. Лазерные локаторы

Раздел 5. Имитаторы и тренажёры

Тема 5.1. Имитаторы навигационных ориентиров и тренажёрные комплексы

Общие сведения об имитации Солнца, планет, звёзд. Обоснование принципов построения имитаторов Солнца, звёздного неба и планет коллиматорного типа. Расчет конструктивных параметров и выходных характеристик имитаторов назначение, принципы действия и типовые конструкции тренажёрных комплексов

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: Зачет с оценкой, 8 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(ются) компетенции(я), уровень сформированности которых(ой) будет оцениваться;
- примерный перечень простых практических контрольных заданий к экзамену для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ. При этом, за каждым заданием в скобках указываются(ются) компетенции(я), уровень сформированности которых(ой) будет оцениваться;
- примерный перечень комплексных практических контрольных заданий к экзамену для оценивания результатов обучения в виде ВЛАДЕНИЙ. при этом, за каждым заданием в скобках указываются(ются) 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

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ПК-4.1 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-4.3

Вопросы/Задания:

1. Альbedo Земли является коэффициентом
 1. Излучения
 2. Поглощения
 3. Отражения
2. Как формируется угловое поле датчика ориентации по одиночным звездам для определения координат положения КА
 1. По используемому спектральному диапазону
 2. С учетом защиты от излучения Солнца и фоновых помех
 3. Для наведения на звезду в кратчайшее время
3. Каким образом работа ПОЗ связана с характеристиками излучающего горизонта Земли и атмосферы
 1. Из-за полосы поглощения водяного пара атмосферы
 2. Из-за поглощения озона
 3. Из-за полосы поглощения углекислого газа атмосферы
4. Определить величину потока (в Ватт), поступающего на входной зрачок ПОЗ от Земли, если:
 - Мгновенное угловое поле ПОЗ – 3 градуса
 - Коэффициент пропускания оптической схемы ПОЗ – 0,112
 - Площадь входного зрачка - 3,14*10⁻⁴ м²
 - Земля – ламбертовский излучатель с яркостью

$$L_e = 66,45 \text{ [Вт * м}^{-2} \text{ * ср}^{-1}\text{]}$$

5. Определить поле обзора (угловой размер инфракрасного горизонта) прибора ориентации по Земле (ПОЗ) для высот полета H1= 300 км и H2=12000 км, принимая высоту атмосферы ΔR=20 км, а радиус Земли R= 6371 км

6. Оптико-электронные приборы, устанавливаемые на КА для пеленгации ориентиров, должны удовлетворять требованиям по точности измерений. Какое физическое явление в природе приводит к погрешностям при пеленгации звезд и планет

1. Наличие атмосферы у планет
2. Мощность излучения Солнца
3. Конечная величина скорости света

7. Рассчитать минимальную освещенность приемника излучения (ПИ) Солнцем (в люксах), если угловое поле датчика грубой ориентации (ДГО ПОС) 10° x 14°, а эффективная освещенность ПИ прямым солнечным излучением

$$E_{\text{эф}} = 12,4 * 10^3 \text{ [лк]}$$

8. Система ориентации КА предназначена для придания одной или двум осям симметрии аппарата определенного направления в пространстве и это достигается путем

1. Ускорением движением КА
2. Определением размеров небесных тел
3. Угловым поворотом относительно центра массы аппарата

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Гебгарт А.Я. Оптика приборов ориентирования космических аппаратов: монография. / А.Я. Гебгарт, М.П. Колосов. - Университетская книга, 2017. - 152 - 978-5-98699-248-8. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Тарасов В.В. Введение в проектирование оптико - электронных приборов: системный подход: Учебник. / В.В. Тарасов, Ю.Г. Якушенков; В. В. Тарасов, Ю. Г. Якушенков ;. - Университетская книга, 2016. - 488 - 978-5-98699-164-1. - Текст: непосредственный.

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <https://www.photonics.su/> - Фотоника
2. <https://pribor.ifmo.ru/> - Приборостроение
3. <https://russianspacesystems.ru/> - Российские космические системы
4. <https://opticjourn.ru/ru> - Оптический журнал

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.

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.