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 прикладной оптики

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН**
**ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

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

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
15 мая 2026 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.ДВ.01.01 ОПТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ»

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): 2026

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

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

Москва, 2026

**Разработчики:**
Доцент кафедры Прикладной оптики, к.н., доцент  Андреев А. Н.

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 | 10.02.2026, № 5/25-26 |

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 обучающимися компетенций в области разработки и эксплуатации оптических и оптико-электронных контрольно измерительных приборов.

Задачи изучения дисциплины:

- освоения дисциплины "Оптические измерения" является освоение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков выполнения прямых и косвенных измерений на типовых оптических приборах, необходимых для анализа тенденций развития оптических и оптико-электронных контрольно измерительных приборов, способности к анализу, расчету, проектированию и конструированию оптических и оптико-электронных контрольно измерительных приборов, их узлов и деталей..

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

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ПК-4 Способность к разработке технологических процессов и технической документации на изготовление, сборку, юстировку, юстировку и контроль механических, оптических, оптико-электронных блоков, узлов и деталей

ПК-4.1 Разрабатывает технологические процессы изготовления оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей

*Знать:*

ПК-4.1/Зн2 Оптический производственный контроль. Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Характеристики контрольно-измерительного оборудования для сборки, юстировки и контроля оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей. Нормативные документы системы менеджмента качества. Оптические материалы и технологии. Оптический производственный контроль. Методы системного анализа. Компонентная и элементная базы оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования. Методы сборки, юстировки и контроля оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей.

*Уметь:*

ПК-4.1/Ум2 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 Методами измерений геометрических параметров оптических элементов, параметров оптических материалов, характеристик оптических систем лазерных приборов, параметров световой волны, методов испытания оптических системлазерных приборов, исследования качества оптического изображения.

ПК-4.2 Анализирует состояние технологий изготовления, сборки, юстировки и контроля современных оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

*Знать:*

ПК-4.2/Зн2 Оптический производственный контроль. Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Характеристики контрольно-измерительного оборудования для сборки, юстировки и контроля оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей. Нормативные документы системы менеджмента качества. Оптические материалы и технологии. Оптический производственный контроль.

ПК-4.2/Зн3 Методы системного анализа. Компонентная и элементная базы оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования. Методы сборки, юстировки и контроля оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей.

*Уметь:*

ПК-4.2/Ум2 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-4.2/Нв2 Методами оптических измерений геометрических параметров оптических элементов, параметров оптических материалов, характеристик оптических систем, параметров световой волны, методов испытания оптических систем, исследования качества оптического изображения

## 3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.01.01 «Оптические измерения» 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 | 108 | 3 | 54 | 17 | 1 | Экзамен (36) |
| Всего | 108 | 3 | 54 | 17 | 1 | 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, соотнесенные с результатами освоения программы |
|---|---|---|---|---|---|
| **Раздел 1. Измерения параметров оптических материалов** | **18** | **14** | **4** | | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |
| Тема 1.1. Введение | 4 | 4 | | | |
| Тема 1.2. Измерение показателей преломления и коэффициентов дисперсии оптического стекла | 7 | 5 | 2 | | |
| Тема 1.3. Измерение коэффициента светопоглащения оптического стекла | 7 | 5 | 2 | | |
| **Раздел 2. Измерения параметров оптических деталей** | **25** | **20** | **5** | | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |
| Тема 2.4. Измерение формы поверхностей оптических деталей | 7 | 5 | 2 | | |
| Тема 2.5. Измерение длин и толщин оптических деталей | 6 | 5 | 1 | | |
| Тема 2.6. Контроль углов призм | 7 | 5 | 2 | | |
| Тема 2.7. Измерение углов призм | 5 | 5 | | | |
| **Раздел 3. Измерение характеристик оптических систем** | **14** | **10** | **4** | | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Тема 3.8. Измерения видимого увеличения и углового/линейного поля визуальных оптических приборов | 7 | 5 | 2 | | |
| Тема 3.9. Измерение кардинальных элементов оптической системы | 7 | 5 | 2 | | |
| **Раздел 4. Исследование качества оптического изображения** | **15** | **10** | **4** | **1** | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |
| Тема 4.10. Визуальный метод оценки качества изображения | 7 | 5 | 2 | | |
| Тема 4.11. Измерение аберраций оптических систем | 8 | 5 | 2 | 1 | |
| **Итого** | **72** | **54** | **17** | **1** | |

## 5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

***Раздел 1. Измерения параметров оптических материалов***

*Тема 1.1. Введение*

Лабораторное занятие № 1
Общие принципы выполнения лабораторных работ.
Последовательность выполнения юстировок оптических контрольно-измерительных приборов.
Инструктаж по мерам безопастности

*Тема 1.2. Измерение показателей преломления и коэффициентов дисперсии оптического стекла*

Лабораторное занятие №2.
Измерение показателей преломления и коэффициентов дисперсии оптического стекла на рефрактометре ИРФ-23

*Тема 1.3. Измерение коэффициента светопоглащения оптического стекла*

Лабораторное занятие №3.
Измерение коэффициента светопоглащения оптического стекла на фотометре ФМС-56

***Раздел 2. Измерения параметров оптических деталей***

*Тема 2.4. Измерение формы поверхностей оптических деталей*

Лабораторное занятие №4
Измерение радиусов кривизны на колцевом сферометре ИЗС-7

*Тема 2.5. Измерение длин и толщин оптических деталей*

Лабораторное занятие №5
Измерение толщин линз на вертикальном длинномере ИЗВ-1.
Измерение длин отрезков на горизонтальном компараторе ИЗА-2

*Тема 2.6. Контроль углов призм*

Лабораторное занятие №6
Контроль углов призмы БР-1800 на автоколлиматорах
АК-0, 25" и автоколлиматоре из комплекта ОСК-2

*Тема 2.7. Измерение углов призм*

Лабораторное занятие №7
Измерение углов призмы на гониометрах Г-5, Г-5М

***Раздел 3. Измерение характеристик оптических систем***

*Тема 3.8. Измерения видимого увеличения и углового/линейного поля визуальных оптических приборов*

Лабораторное занятие №8 Измерение увеличения и поля лупы, микроскопа и зрительной трубы

*Тема 3.9. Измерение кардинальных элементов оптической системы*

Лабораторное занятие №9
Определение фокусного расстояния фотографического объеектива на оптической скамье ОСК-2 методом линейных увеличений

***Раздел 4. Исследование качества оптического изображения***

*Тема 4.10. Визуальный метод оценки качества изображения*

Лабораторное занятие №10
Измерение зависимости разрешающей способности фотообъектива от относительного отверстия

*Тема 4.11. Измерение аберраций оптических систем*

Лабораторное занятие №11
Измерение продольной сферической аберрации фотографического объектива на оптической скамье ОСК-2

## 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 проведении промежуточной аттестации, примеяется среднее арифметическое значения оценок, полученных за каждый элемент оценивания, указанный в билете (вопрос и два практических задания). Итоговая оценка по дисциплине (модуль) 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. При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете, в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может учитывать результаты текущего контроля.

## 7. Оценочные материалы текущего контроля

## 8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

*7 семестр, Экзамен*
*Контролируемые ИДК: ПК-4.1 ПК-4.2*
Вопросы/Задания:

1. Способность к разработке технологических процессов и технической документации на изготовление, сборку, юстировку, юстировку и контроль механических, оптических, оптико-электронных блоков, узлов и деталей

1 Оценка погрешностей измерений. Систематические, грубые и случайные погрешности. Свойства случайных погрешностей измерений. Погрешности функций измеренных величин.
2 Свойства глаза. Разрешающая сила, аккомодация, адаптация, контрастная чувствительность глаза. Визуальные методы поперечных и продольных установок и сопутствующие им погрешности.
3 Свойства оптических приборов. Точность продольных и поперечных установок. Параллакс. Его влияние на точность снятие отсчетов. Устранение влияние продольного параллакса на точность снятия отсчетов. Размеры и положение выходного зрачка контрольно-измерительного прибора.
4 Принцип компарирования Аббе. Ошибки компарирования 1-ого и 2-ого порядка.
5 Методы и приборы для измерения длин и толщин оптических деталей.
6 Методы и приборы для измерения радиусов кривизны поверхностей оптических деталей. Контактные и бесконтактные методы.
7 Конструкции окулярных микрометров: винтового, спирального, с подвижными клиньями, с качающейся плоскопараллельной пластинкой, с линзовым компенсатором.
8 Коллиматоры. Назначение, классификация и конструкция.
9 Методы юстировки коллиматоров:
- автоколлимационный;

- по эталонному коллиматору;
- по удаленному предмету;
- с помощью 2-х неюстированных коллиматоров;
- с помощью плоскопараллельной пластины и зрительной трубы;
- с помощью движущейся пентапризмы и зрительной трубы.
10 Автоколлиматоры. Принцип работы, конструкция, точность измерений.
11 Автоколлимационные окуляры, их конструкция и технические данные.
12 Методы измерения углов призм и клиньев на гониометрах - коллимационные и автоколлимационный.
8 Коллиматоры. Назначение, классификация и конструкция.
9 Методы юстировки коллиматоров:
- автоколлимационный;
- по эталонному коллиматору;
- по удаленному предмету;
- с помощью 2-х неюстированных коллиматоров;
- с помощью плоскопараллельной пластины и зрительной трубы;
- с помощью движущейся пентапризмы и зрительной трубы.
10 Автоколлиматоры. Принцип работы, конструкция, точность измерений.
11 Автоколлимационные окуляры, их конструкция и технические данные.
12 Методы измерения углов призм и клиньев на гониометрах - коллимационные и автоколлимационный.
13 Измерение фокусных расстояний оптических деталей и систем. Прямые и косвенные методы измерений:
- автоколлимационный М.М.Русинова;
- угловых измерений;
- Гаусса;
- линейных увеличений и др.
14 Измерение показателя преломления оптических сред. Классификация по используемому физическому явлению.
Геометрические и волновые методы измерений:
- интерференционный Обреимова;
- призмы;
- Фраунгофера;
- Аббе;
- Кольрауша;
- Кольрауша-Волластона (рефрактометр Пульфриха).
15 Критерии качества оптических систем (Реллея, Штрейля, Рождественского, теоретический, практический).
16 Измерение разрешающей способности по мирам абсолютного контраста зрительных труб, микроскопов, луп, фотографических объективов.
17 Измерение аберраций оптических приборов волновыми и геометрическими методами. Интерференционный метод, теневой метод, метод визуальных фокусировок.
18 Фотометрические измерения. Принципы построения визуальных фотометров.
19 Принципы построения фотоэлектрических фотометров:
- с непосредственным измерением потока;
- с нулевым отсчетом;
- с дифференциальным включением приемников излучения;
- с поочередным сравнением потоков излучения.
20 Основы фотографических методов фотометрии. Характеристическая кривая, чувствительность интегральная и спектральная, коэффициент контрастности, фотогра-фическая широта. Методы измерения больших перепадов яркостей объекта.

## 9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

## 9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

*Основная литература*

1. Андреев А.Н. Оптические измерения / А.Н. Андреев, Е.В. Гаврилов, Г.Г. Ишанин. - Издательство Университетская книга, Логос, 2008. - 416 - 978-5-98704-173-2. - Текст: непосредственный.
2. Андреев А.Н. Лабораторный практикум по курсу "Оптические измерения": Учеб. пособие. / А.Н. Андреев, А.Б. Шерешев. - МИИГАиК, 2009. - 52 - Текст: непосредственный.

*Дополнительная литература*

1. Можаров Г.А. Основы геометрической оптики: Учеб. пособие / Г.А. Можаров. - Университетская книга ; Издательство Логос, 2006. - 280 - 5-98704-011-6. - Текст: непосредственный.
2. Андреев А.Н. Оптические измерения. Учеб. пособие. / А.Н. Андреев, А.Б. Шерешев. - МИИГАиК, 2002. - 146 - Текст: непосредственный.
3. Запрягаева Л.А. Расчет и проектирование оптических систем: Учебник для вузов / Л.А. Запрягаева, И.С. Свешникова. - Издательство Логос, 2000. - 584 - 5-88439-143-9. - Текст: непосредственный.

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

*Профессиональные базы данных*

Не используются.

*Ресурсы «Интернет»*

1. http://elar.rsvpu.ru/ 978-5-8050- 0657-0.pdf - Электронная библиотека УрГПУ
2. https://books.ifmo.ru/file/pdf/2108.pdf - Кирилловский В.К., Точилина Т.В. ОПТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

## 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

Меловая доска - 1 шт.

Приборы для лабораторных занятиий - 10 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;
- Методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы студентов МИИГАиК;

***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.