



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

Геодезический факультет
Кафедра геодезии



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
16 февраля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
МОДУЛЬ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ПРИБОРНЫЙ И
ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ
«Б1.В.07.ДВ.02.02 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Исследование природных ресурсов методами
дистанционного зондирования

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 4 года

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

Москва, 2024

Разработчики:

Доцент кафедры Геодезии, к.н., доцент Найденко В. Н.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 972

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	11.12.2023, № 7/23

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 - получение теоретических и практических знаний по организации и внедрению методов метрологической поверки и калибровки средств геодезических измерений, а также формирования новых организационных, правовых, нормативных, методических и информационных основ обеспечения единства измерений в топографо-геодезической отрасли

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий о методах выполнения геодезических измерений, поверочном оборудовании и существующих рабочих средствах измерений¶;
- освоение навыков применения средств метрологической поверки и калибровки;
- получение знаний по методам и принципам организации поверочных работ, средства метрологической поверки, калибровки, юстировки и эксплуатации современных геодезических, приборов и инструментов.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-13 Способен организовывать метрологическое обеспечение подразделений

ПК-13.1 Организует работы по поверке (калибровке) средств измерений в подразделении

Знать:

ПК-13.1/Зн4 Устройство геодезических инструментов

Уметь:

ПК-13.1/Ум4 Выполнять сбор нормативно-технической документации по методам и средствам топографо-геодезических работ

Владеть:

ПК-13.1/Нв3 Навыками эксплуатации новых геодезических, астрономических, гравиметрических, фотограмметрических приборов, инструментов и систем, аэрофотосъемочного оборудования.

ПК-13.2 Организует работы по обновлению эталонной базы, поверочного оборудования и средств измерений

Знать:

ПК-13.2/Зн2 методы выполнения геодезических измерений

Уметь:

ПК-13.2/Ум3 Выполнять систематизацию нормативно-технической документации по методам и средствам топографо-геодезических работ

Владеть:

ПК-13.2/Нв2 Навыками исследования новых геодезических, астрономических, гравиметрических, фотограмметрических приборов, инструментов и систем, аэрофотосъемочного оборудования.

ПК-13.3 Анализирует состояние метрологического обеспечения в подразделении метрологической службы организации

Знать:

ПК-13.3/Зн4 Распространенные методики исследования инструментальных погрешностей для оценки эффективности выбора той или иной технологии с последующим применением в профессиональной сфере

Уметь:

ПК-13.3/Ум4 Выполнять тестирование геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъёмочного оборудования и ГНСС

Владеть:

ПК-13.3/Нв4 Навыками эксплуатации и исследования геодезических, астрономических, гравиметрических, фотограмметрических приборов, инструментов и систем, аэрофотосъёмочного оборудования.

ПК-13.4 Готовит подразделения метрологической службы организации к прохождению аккредитации в области обеспечения единства измерений

Знать:

ПК-13.4/Зн2 Методы и организации поверочных работ

Уметь:

ПК-13.4/Ум2 Выполнять исследования геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъёмочного оборудования и ГНСС

Владеть:

ПК-13.4/Нв2 Наиболее распространенными методиками исследования инструментальных погрешностей геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъёмочного оборудования и ГНСС

ПК-13.5 Организует рабочие места в подразделении метрологической службы организации

Знать:

ПК-13.5/Зн3 принципы организации поверочных работ

Уметь:

ПК-13.5/Ум3 Выполнять поверки и юстировки геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъёмочного оборудования и ГНСС

Владеть:

ПК-13.5/Нв2 Навыками эксплуатации и исследования новых геодезических, астрономических, гравиметрических, фотограмметрических приборов, инструментов и систем, аэрофотосъёмочного оборудования.

ПК-13.6 Организует работы по метрологической экспертизе технической документации

Знать:

ПК-13.6/Зн2 Устройство геодезических инструментов и методы выполнения геодезических измерений

Уметь:

ПК-13.6/Ум2 Выполнять тестирование, исследования, поверки и юстировки, эксплуатацию геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъёмочного оборудования и ГНСС

Владеть:

ПК-13.6/Нв3 Наиболее распространенными методиками исследования инструментальных погрешностей геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъёмочного оборудования и ГНСС

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.07.ДВ.02.02 «Метрология, стандартизация и сертификация» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5.

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)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
5 семестр	108	3	17	17	74	Зачет
Всего	108	3	17	17	74	

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, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Метрология, стандартизация и сертификация	108	17	17	74	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3
Тема 1.1. Сущность, цели и задачи метрологии	6	2		4	ПК-13.4 ПК-13.5
Тема 1.2. Нормативно-техническая и правовая документации	14	2		12	ПК-13.6
Тема 1.3. Основы теории метрологии	10	2		8	
Тема 1.4. Поверочные схемы для геодезических приборов	8	2		6	
Тема 1.5. Эталоны и средства поверки	10	2		8	
Тема 1.6. Методы геодезических измерений	8	2		6	
Тема 1.7. Методы определения метрологических характеристик	40	4	16	20	

Тема 1.8. Организация работ по метрологическому контролю	12	1	1	10	
Итого	108	17	17	74	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Метрология, стандартизация и сертификация

Тема 1.1. Сущность, цели и задачи метрологии

Основные понятия. История развития методов и средств геодезических измерений. Особенности метрологического обеспечения топографо-геодезических работ. Место и роль геодезической метрологии в производстве.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Тема 1.2. Нормативно-техническая и правовая документации

Существующая нормативно-правовая документация по обеспечению единства измерений. Системы стандартизации (ГСС). Системы геодезических, картографических инструкций, норм и правил (ГКИНП). Сертификация, виды и задачи.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Тема 1.3. Основы теории метрологии

Общие основы теории измерений. Физические единицы применяемые в геодезии. Средства измерений: классификация, структура. Нормируемые метрологические характеристики. Инструментальные погрешности. Порядок расчета точности. Оценка надежности.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Тема 1.4. Поверочные схемы для геодезических приборов

Понятие о поверочной схеме. Государственные поверочные схемы в области угловых и линейных измерений. Локальные поверочные схемы.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Тема 1.5. Эталоны и средства поверки

Классификация средств поверки. Требования к контрольно-измерительным средствам. Геодезические компараторы, полигоны и базисы. Коллиматоры и автоколлиматоры. Меры угловые призматические. Экзаменаторы. Геодезические меры длины. Высокоточные эталоны и средства поверки.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Тема 1.6. Методы геодезических измерений

Основные понятия. Классификация методов измерений. Принципы измерений используемых в геодезии. Анализ методов геодезических измерений. Требования к содержанию метрологической аттестации.

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Тема 1.7. Методы определения метрологических характеристик

Общие положения. Определение цены деления шкалы. Определение погрешностей диаметров лимбов. Определение погрешностей положения осей. Определение аддитивных и мультипликативных характеристик. Методы определения среднеквадратической ошибки измерения углов теодолитами, измерения превышений нивелирами, измерения длин дальномерами. Понятие об автоматизированном рабочем месте для поверочных работ.

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая работа

Тема 1.8. Организация работ по метрологическому контролю

Виды метрологического контроля. Порядок расчета межповерочных интервалов. Организация поверочных работ. Руководство по качеству.

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая работа

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, 5 семестр.

Зачёт проводится в виде опроса согласно выдаваемому заранее списку вопросов для подготовки к зачёту и работам, выполнявшимся в рамках текущего контроля. Задаётся 1-3 вопроса. Положительная оценка выставляется, если возможно зачесть ответ на один из вопросов. На усмотрение преподавателя зачёт также может проводиться в виде тестирования

согласно выдаваемому заранее списку вопросов для подготовки к зачёту и работам, выполнявшимся в рамках текущего контроля. Положительная оценка в таком случае выставляется при определении системой более 40% правильных ответов. При проведении оценивания в ходе промежуточной аттестации преподаватель может учитывать результаты текущего контроля.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Метрология, стандартизация и сертификация

Контролируемые ИДК: ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-13.4 ПК-13.5 ПК-13.6

Тема 1.1. Сущность, цели и задачи метрологии

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Дайте определение понятию «геодезическая метрология». В чем заключается главное отличие ее целей и задач от целей «классической» (общей) метрологии?
2. Перечислите основные исторические этапы развития методов геодезических измерений (от простейших механических до современных спутниковых). Как каждый из этих этапов повлиял на требования к точности?
3. Объясните, почему для топографо-геодезических работ (например, при строительстве тоннеля или наблюдении за деформациями плотины) требуется особое метрологическое обеспечение, не всегда совпадающее с обеспечением заводских линейных измерений?

Тема 1.2. Нормативно-техническая и правовая документации

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Что понимается под «обеспечением единства измерений» в геодезии? Какие основные нормативно-правовые акты (законы, документы) гарантируют это единство на территории РФ?
2. Раскройте иерархию документов в сфере геодезического производства: как соотносятся между собой Государственная система стандартизации (ГСС), отраслевые стандарты и ведомственные инструкции и нормы (например, ГКИНП)?
3. Назовите основные цели и задачи сертификации геодезической продукции (приборов, методик, карт). Чем обязательная сертификация отличается от добровольной в контексте геодезического приборостроения?

Тема 1.3. Основы теории метрологии

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Перечислите основные и производные физические единицы СИ, используемые в геодезии (длина, плоский угол, время и т.д.). Какими эталонами они воспроизводятся?
2. Дайте классификацию геодезических средств измерений по функциональному назначению и конструктивному исполнению (например, меры, приборы, системы). Приведите по 2 примера на каждый тип.
3. В чем разница между инструментальной погрешностью и методической погрешностью геодезического измерения? Приведите примеры этих погрешностей при измерении расстояния мерной лентой и нитяным дальномером.

Тема 1.4. Поверочные схемы для геодезических приборов

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Дайте определение государственной поверочной схемы. Какова ее структура и назначение в передаче размера единицы физической величины (например, метра или углового градуса)?

2. В чем разница между государственной и локальной поверочной схемой? Для чего на предприятии (например, в метрологической службе) разрабатывается локальная поверочная схема?

3. Опишите ступени передачи размера единицы длины от первичного эталона до рабочего средства измерения (например, до электронного тахеометра), используя понятия «эталон», «разряд», «рабочее средство».

Тема 1.5. Эталоны и средства поверки

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Что такое геодезический компаратор и для каких целей он применяется? Назовите основные требования к устройству полевого компаратора (базиса) для поверки светодальномеров.

2. Объясните принцип работы коллиматора и автоколлиматора при поверке теодолитов. Какую метрологическую характеристику прибора они позволяют определить?

3. Перечислите основные типы мер, используемых для поверки геодезических приборов. Какие требования предъявляются к их стабильности и точности изготовления?

Тема 1.6. Методы геодезических измерений

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Дайте классификацию методов геодезических измерений по способу получения результата (прямые, косвенные, совокупные, совместные). Приведите пример каждого метода из практики геодезиста.

2. В чем сущность принципа «от общего к частному» в геодезии и как этот принцип связан с метрологией и накоплением погрешностей?

3. Что включает в себя процедура метрологической аттестации методики выполнения измерений (МВИ)? Какие требования к содержанию аттестации предъявляются для новых или нестандартизованных методов геодезических измерений?

Тема 1.7. Методы определения метрологических характеристик

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Опишите один из методов определения цены деления уровня (нивелира или теодолита). От чего зависит точность этого определения?

2. Какие существуют методы для определения систематических погрешностей лимба теодолита (например, рен оптического теодолита или погрешности оцифровки круга)? С какой целью эти погрешности исследуют?

3. Как экспериментально определить среднюю квадратическую ошибку измерения превышения на станции техническим нивелиром? Опишите порядок действий и методику обработки результатов.

Тема 1.8. Организация работ по метрологическому контролю

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Назовите основные виды метрологического контроля. Приведите примеры ситуаций, когда назначается каждый из этих видов для геодезического прибора.

2. От каких факторов зависит расчет межповерочного интервала для геодезического оборудования (тахеометров, нивелиров, GPS-приемников)?

3. Что такое «Руководство по качеству» в метрологической службе предприятия? Какие разделы оно должно содержать для обеспечения эффективной организации поверочных и ремонтных работ?

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-13.4 ПК-13.5 ПК-13.6

Вопросы/Задания:

1. Законодательные основы метрологии закрепляет Российской Федерации.
Укажите пропущенное слово!

2. Как расшифровывается «ГКИНП»?

1. Геодезические Картографические инструкции нормы и правила
2. Геодезические Картографические измерения нормы и положения
3. Геодезические Кадастровые исследования нормы и постановления
4. ни один вариант ответа не верен

3. Какова единица измерений длин в системе СИ?

1. Миллиметр
2. Метр
3. Фунт
4. Дюйм

4. На какие типы делятся светодальномеры по методам измерения времени прохождения светового сигнала?

1. Импульсные
2. Амплитудные
3. Фазовые
4. Комбинированные (импульсно-фазовые)

5. Основной постулат метрологии: "результат(отсчет) измерения является числом".
Укажите пропущенное слово!

6. Принципиальное отличие цифрового нивелира от оптического с компенсатором:

1. Наличие светоделителя, ПЗС-матрицы и процессора
2. Наличие компенсатора и ПЗС-матрицы
3. Наличие светоделителя и процессора

7. Сопоставьте теодолиты по их классам точности

Точный - 3Т2КП

Высокоточный - 4Т30П

Технический - Т1

8. Федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере геодезии и картографии, является –это?

1. Министерство экономического развития Российской Федерации
2. Федеральная служба геодезии и картографии России и другие организации
3. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
4. все вышеперечисленное

9. Чем занимается геодезическая метрология?

1. рассмотрением комплекса научных, организационных, технических, нормативных и методических вопросов, необходимых для обеспечения единства измерений и требуемой точности измерений

2. определением фигуры и размеров Земли, изучением ее гравитационного поля, разработкой и применением средств и методов измерений на поверхности Земли, в ее недрах
3. ни один вариант ответа не верен
4. созданием систем единиц измерений и физических постоянных

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Спиридонов А.И. Основы геодезической метрологии: Произв.-практ. изд. / А.И. Спиридонов. - Издательство Картгеоцентр- Геодезиздат, 2003. - 248 - 5-86066-052-9. - Текст: непосредственный.
2. Ямбаев Х.К. Геодезическое инструментоведение. Практикум: Учеб. пособие для вузов. / Х.К. Ямбаев, Н.Х. Голыгин. - Юкис, 2005. - 312 - 5-86030-010-7. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Ямбаев Х.К. Инженерно - геодезические инструменты и системы: учебное пособие для вузов. / Х.К. Ямбаев. - МИИГАиК, 2012. - 462 - 978-5-91188-037-8. - Текст: непосредственный.
2. Ямбаев Х.К. Исследование, поверки и юстировка средств измерений: учебное пособие для вузов. / Х.К. Ямбаев. - МИИГАиК, 2016. - 342 - 978-8-91188-072-9. - Текст: непосредственный.

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

Профессиональные базы данных

1. <https://www.garant.ru> - Информационно-правовой портал "Гарант"
2. www.znanium.com - Коллекция электронных версий изданий (книг, журналов, статей и пр.), сгруппированных по тематическим и целевым признакам

Ресурсы «Интернет»

Не используются.

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

- Интерактивная панель - 3 шт.
- Кронштейн для приборов - 24 шт.
- Меловая доска - 3 шт.
- Моноблок - 1 шт.

Смешанный тип

Интерактивная панель - 1 шт.

Кронштейн для приборов - 8 шт.

Меловая доска - 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;
- 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.