



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)
«ФТД.01 ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДИК ПОВЕРКИ
ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Геодезия

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 2 года

Объем:
в зачетных единицах: 2 з.е.
в академических часах: 72 ак.ч.

Москва, 2024

Разработчики:

Доцент кафедры Геодезии, к.т.н. Мясников Я. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Минобрнауки от 11.08.2020 № 938

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 - развитии навыков исследования перспективных методик поверки оптико-электронных систем и приборов применительно к геодезической практике

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий о новейших электронных измерительных приборах и существующих методиках их поверки;
- освоение навыков исследования перспективных методик поверки электронных приборов;
- получение компетенций в исследовании и разработке перспективных методик поверки электронных приборов;
- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности, решать практические задачи согласно существующим и перспективным методикам поверки электронных приборов.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-6 Способен организовать и управлять разработкой методов проведения технического контроля, управления качеством продукции профессиональной деятельности, метрологического обеспечения подразделения и производства в целом

ПК-6.1 Организует работы по поверке средств измерений

Знать:

ПК-6.1/ЗнЗ Современную нормативно-правовую базу в области обеспечения единства измерений; методики поверки электронных геодезических приборов (тахеометров, GNSS-приемников, лазерных сканеров); критерии выбора эталонного оборудования и требования к условиям поверки

Уметь:

ПК-6.1/УмЗ Разрабатывать графики поверки для подразделения; анализировать существующие методики поверки на предмет их соответствия современным требованиям точности; организовывать взаимодействие с государственными региональными центрами стандартизации и метрологии или аккредитованными лабораториями

Владеть:

ПК-6.1/НвЗ Навыками планирования и координации работ по поверке парка электронных приборов; методами оценки рисков, связанных с применением неуполномоченных средств измерений; способностью формировать заявки на проведение поверки

ПК-6.2 Организует обновление поверочного оборудования и средств измерений

Знать:

ПК-6.2/ЗнЗ Тенденции развития рынка геодезического и метрологического оборудования; технические характеристики и метрологические возможности современных эталонов и поверочных установок; методики расчета экономической эффективности при замене морально и физически устаревшего оборудования

Уметь:

ПК-6.2/УмЗ Проводить сравнительный анализ (бенчмаркинг) поверочного оборудования разных производителей; составлять технико-экономическое обоснование (ТЭО) для закупки новых средств измерений и эталонов; формировать заявки на приобретение современного оборудования

Владеть:

ПК-6.2/НвЗ Навыками формирования перспективного плана технического перевооружения метрологической службы; методами оценки совместимости нового поверочного оборудования с существующим парком поверяемых средств измерений

ПК-6.3 Анализирует состояние метрологического обеспечения в подразделении

Знать:

ПК-6.3/ЗнЗ Показатели качества метрологического обеспечения (оснащенность эталонами, своевременность поверки, процент отказов, неопределенность измерений); методы сбора и статистической обработки данных о состоянии парка электронных приборов

Уметь:

ПК-6.3/УмЗ Проводить аудит наличия и технического состояния средств измерений в подразделении; выявлять "узкие места" в обеспечении единства измерений; оценивать достаточность эталонной базы для поверки всего парка приборов

Владеть:

ПК-6.3/НвЗ Методиками проведения анализа эффективности использования поверочного оборудования; навыками подготовки аналитических отчетов и справок о состоянии метрологического обеспечения для руководства

ПК-6.4 Организует метрологическую экспертизу технической документации

Знать:

ПК-6.4/ЗнЗ Правила и порядок проведения метрологической экспертизы технических заданий, проектной документации, отчетов по НИР, методик выполнения измерений (МВИ), конструкторской документации; нормативные требования к оформлению результатов геодезических работ

Уметь:

ПК-6.4/УмЗ Проверять соответствие требований к точности измерений, заложенных в документации, реальным метрологическим характеристикам доступных приборов; выявлять ошибки в выборе методик измерений и расчете погрешностей; оформлять заключения по результатам экспертизы

Владеть:

ПК-6.4/НвЗ Навыками проверки документов на корректность применения терминов и единиц физических величин; методами оценки правильности назначения допусков и погрешностей; способностью аргументированно отстаивать заключение метрологической экспертизы

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) ФТД.01 «Исследования перспективных методик поверки электронных приборов» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 3.

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)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
3 семестр	72	2	36	36	Зачет
Всего	72	2	36	36	

5. Содержание дисциплины (модуля)

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

Наименование раздела, темы	Всего	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Современные электронные геодезические измерительные системы	48	24	24	ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3 ПК-6.4
Тема 1.1. Современные электронные измерительные системы для линейных измерений	8	4	4	
Тема 1.2. Современные электронные измерительные системы для угловых измерений	8	4	4	
Тема 1.3. Современные электронные измерительные системы для измерений превышений	8	4	4	
Тема 1.4. Принятые методики проверок электронных приборов	24	12	12	
Раздел 2. Перспективные методики проверок	24	12	12	ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3 ПК-6.4
Тема 2.1. Создание перспективных методик	24	12	12	
Итого	72	36	36	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Современные электронные геодезические измерительные системы

Тема 1.1. Современные электронные измерительные системы для линейных измерений

Обзор современных электронных геодезических измерительных приборов. Их назначение и применение.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Тема 1.2. Современные электронные измерительные системы для угловых измерений

Обзор современных электронных геодезических измерительных приборов. Их назначение и применение.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Тема 1.3. Современные электронные измерительные системы для измерений превышений

Обзор современных электронных геодезических измерительных приборов. Их назначение и применение.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Тема 1.4. Принятые методики поверок электронных приборов

Обзор существующих методик поверок электронных приборов. Нормативная документация.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Раздел 2. Перспективные методики поверок

Тема 2.1. Создание перспективных методик

Рассмотрение возможности создания перспективных методик поверок электронных приборов на базе существующих.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

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, 3 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. Современные электронные геодезические измерительные системы

Контролируемые ИДК: ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3 ПК-6.4

Тема 1.1. Современные электронные измерительные системы для линейных измерений

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Какой физический принцип лежит в основе работы большинства современных электронных дальномеров (лазерных рулеток и тахеометров)?

2. Для чего в электронных тахеометрах используется отражатель (призма), и возможны ли безотражательные измерения?

3. Что такое интерферометр, и для каких линейных измерений его применяют в геодезии?

4. Назовите основную единицу измерения, в которой проградуированы все электронные системы для линейных измерений в России.

5. Влияет ли температура воздуха на результаты электронных линейных измерений?

Тема 1.2. Современные электронные измерительные системы для угловых измерений

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Как называется основной чувствительный элемент в электронном теодолите или тахеометре, заменяющий лимб с делениями?

2. В чем разница между абсолютным и инкрементальным методом кодирования угла?

3. Что такое компенсатор в электронном тахеометре?

4. Какой угол измеряет электронный прибор: горизонтальный или вертикальный?

5. В каких единицах отображаются результаты угловых измерений на дисплее прибора?

Тема 1.3. Современные электронные измерительные системы для измерений превышений

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Какой прибор пришел на смену оптическому нивелиру для высокоточного определения превышений?
2. Что должен считать электронный нивелир с рейки для определения превышения?
3. Можно ли цифровым нивелиром работать по обычной (шашечной) рейке?
4. Какая альтернатива геометрическому нивелированию существует для быстрого получения высот точек на местности с помощью спутников?
5. В чем преимущество цифрового нивелира перед оптическим?

Тема 1.4. Принятые методики поверок электронных приборов

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Чем отличается поверка от калибровки?
2. Как называется основной документ, регламентирующий методику поверки конкретного типа средств измерений?
3. Какая основная геометрическая операция выполняется при поверке электронного тахеометра для проверки качества измерения углов?
4. Для чего нужен эталонный базис (базисный полигон)?
5. Периодичность поверки: прибор используется каждый день. Как часто его нужно поверять?

Раздел 2. Перспективные методики поверок

Контролируемые ИДК: ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3 ПК-6.4

Тема 2.1. Создание перспективных методик

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Почему старые методики поверки могут не подходить для новых электронных приборов?
2. С чего начинается разработка новой методики поверки?
3. Что такое автоматизация поверки и зачем она нужна?
4. Как называется международный документ, в котором описаны подходы к оценке точности измерений?
5. Какой критерий позволяет считать, что разработанная методика пригодна для практического использования?

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

3 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3 ПК-6.4

Вопросы/Задания:

1. В каких случаях необходимо выполнить электронные поверки и юстировки электронного тахеометра?
1. Температура изменилась более чем на 10-15 градусов
2. Этого требует инженер ПТО (проектно-технический отдел)

3. Каждое раз, перед началом работ

2. В результате поверки оси цилиндрического уровня при алидаде проверяется взаимное расположение.....

1. Оси вращения зрительной трубы и оси цилиндрического уровня
2. Оси вращения прибора и оси цилиндрического уровня
3. Визирной оси и оси цилиндрического уровня
4. Оси цилиндрического уровня и оси круглого уровня

3. Два штриха сетки нитей зрительной трубы в геодезических приборах, используемые совместно для наведения на визирную цель - это

4. Как называется винт, при помощи которого треггер крепится к штативу/кронштейну?

Ответ состоит из одного слова!

5. Один из методов теории ошибок для оценки неизвестных величин по результатам измерений, содержащим случайные ошибки.

1. Метод наименьших квадратов
2. Метод подгона
3. Метод Бернулли
4. Геодезический метод

6. Оптический прибор для точных угловых измерений, контроля прямолинейности и параллельности плоскостей, использующий принцип автоколлимации. Используется в электронных теодолитах, тахеометрах.

7. Сопоставьте оптические нивелиры согласно их классам точности

Высокоточный - 2Н 3Л

Точный - Н 1

Технический - Н 10

8. Сопоставьте теодолиты по их классам точности

Высокоточный - 3Т2КП

Точный - 4Т30П

Технический - Т1

9. У каких приборов обязательно нужно исследовать эксцентриситет горизонтального круга

1. Электронных тахеометров с односторонней системой отсчитывания
2. Электронных тахеометров с двусторонней системой отсчитывания
3. Цифровых нивелиров, имеющие лимб
4. Курвиметров

10. Укажите последовательность выполнения проверок и юстировок теодолита/электронного теодолита

1. Поверка круглого, цилиндрического уровня и электронного уровня (компенсатора)
2. Поверка на коллимационную ошибку
3. Поверка на место нуля
4. Поверка наклон оси вращения зрительной трубы
5. Поверка оси оптического центра
6. Поверка положения сетки нитей

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Ямбаев Х.К. Геодезическое инструментоведение: Учебник для вузов / Х.К. Ямбаев. - Издательство Академический проект; Гаудеамус, 2011. - 583 - 978-5-8291-1292-9 (Академический проект). - Текст: непосредственный.

2. 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.

3. 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.

Дополнительная литература

1. Ямбаев Х.К. Методическое пособие к выполнению лабораторных работ по теме "Цифровые нивелиры. Изучение устройства. Исследования. Поверки. Методика измерения превышений". / Х.К. Ямбаев, С.В. Староверов, А.А. Перегудов. - МИИГАиК, 2013. - 28 - 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 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.