



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
15 мая 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Б1.В.09 ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ПРИЛОЖЕНИИ К
ГЕОДЕЗИИ»**

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): 2026

Срок получения образования: 2 года

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

Москва, 2026

Разработчики:

Доцент кафедры Геодезии, к.т.н. Клыпин И. А.

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	28.01.2026, № 14

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 у магистрантов теоретических знаний и практических навыков по применению продвинутых методов статистического анализа для повышения точности, надёжности и достоверности получаемых результатов уравнивания сложных геодезических построений произвольной конфигурации при итогах их математической обработки

Задачи изучения дисциплины:

- Изучить методологию совместного уравнивания разнородных измерений (угловых, линейных, гравиметрических, спутниковых данных) с обоснованием выбора весовых коэффициентов;
- Изучить подходы к оцениванию влияния ошибок исходных данных на конечный результат и его введению в стохастические модели уравнивания для получения более достоверных результатов математической обработки;
- Освоить критерии статистической проверки гипотез для верификации результатов уравнивания, используя как заданные априорные, так и вычисленные апостериорные дисперсии.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-1 Способен проводить фундаментальные и прикладные научные исследования в сфере профессиональной деятельности, обобщать, анализировать и оформлять научные результаты

ПК-1.1 Проводит исследования

Знать:

ПК-1.1/Зн1 Теоретические основы, методы и методики проведения научных исследований в области координатно-временного обеспечения, включая планирование эксперимента, обработку и анализ данных

Уметь:

ПК-1.1/Ум1 Организовывать и проводить полный цикл научного исследования: от постановки задачи и выбора методов до интерпретации результатов и формулирования выводов

Владеть:

ПК-1.1/Нв1 Практическими навыками работы с измерительным оборудованием, программными комплексами для обработки данных и оформления результатов исследований в соответствии с научными стандартами

ПК-1.2 Обрабатывает и анализирует результаты исследований и научно-техническую информацию

Знать:

ПК-1.2/Зн1 Методы математической обработки, статистического анализа и интерпретации результатов исследований в области координатно-временного обеспечения

Уметь:

ПК-1.2/Ум1 Применять специализированное программное обеспечение для обработки экспериментальных данных, выявлять закономерности и формулировать научно обоснованные выводы

Владеть:

ПК-1.2/Нв1 Навыками работы с программными пакетами для анализа данных, методами визуализации и представления результатов обработки

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.09 «Применение статистического анализа в приложении к геодезии» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 2.

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)
2 семестр	72	2	18	36	18	Экзамен
Всего	72	2	18	36	18	

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, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Обработка разнородных измерений	36	9	18	9	ПК-1.1 ПК-1.2
Тема 1.1. Уравнивание с неизвестными весами	20	5	10	5	
Тема 1.2. Уравнивание с учётом ошибок исходных данных	16	4	8	4	
Раздел 2. Статистическое тестирование полученных результатов	36	9	18	9	ПК-1.1 ПК-1.2
Тема 2.1. Статистическое тестирование на основе априорной информации	16	4	8	4	
Тема 2.2. Статистическое тестирование на основе апостериорной информации	20	5	10	5	

Итого	72	18	36	18	
-------	----	----	----	----	--

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Обработка разнородных измерений

Тема 1.1. Уравнивание с неизвестными весами

Уравнивание линейно-угловых построений. Современные и альтернативные подходы. Совместное и раздельное назначение весов измерений. Метод максимального правдоподобия.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая работа

Тема 1.2. Уравнивание с учётом ошибок исходных данных

Совместное уравнивание. Последовательное уравнивание. Особенности учёта ошибок исходных данных при математической обработке измерений. Назначение весов исходных данных. Фиктивные измерения.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая работа

Раздел 2. Статистическое тестирование полученных результатов

Тема 2.1. Статистическое тестирование на основе априорной информации

Контроль грубых ошибок. Критерий Райта. Критерии, основанные на распределении Гаусса, гамма и хи-квадрат.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая работа

Тема 2.2. Статистическое тестирование на основе апостериорной информации

Контроль грубых ошибок. Критерии, основанные на распределении Стьюдента, Фишера, Томпсона, бета, Хотеллинга.

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: Экзамен, 2 семестр.

Список тем (теоретических вопросов) для подготовки к экзамену выдаётся студентам заранее. Накануне экзамена проводится также консультация, на которой рассматриваются практические задания, которые будут в экзаменационных билетах. Количество вопросов и заданий в билете также определяется экзаменатором и объявляется на консультации. Обычно 3 (2 вопроса и 1 задание) или 2 (1 вопрос и 1 задание). Возможно также содержание в билетах только теоретических вопросов. На экзамене обучающийся вытягивает билет и готовится отвечать на него в течение часа, по истечении которого экзаменатор вызывает отвечать обучающихся по очереди согласно порядку, в котором они тянули билеты. Если обучающийся отказывается отвечать после того, как его вызвали, ему выставляется оценка "неудовлетворительно". Такая же оценка выставляется, если обучающемуся невозможно зачесть ответ ни на один вопрос/задание его экзаменационного билета. Оценка "отлично" выставляется, если засчитаны все ответы. "Хорошо" – если один ответ не зачтён. "Удовлетворительно" – если не зачтены два ответа из трёх. В последнем случае, если в билете лишь 2 вопроса/задания, 3-ий задаётся экзаменатором после ответов обучающимся на оба вопроса/задания экзаменационного билета (вопрос берётся из списка тем для подготовки к экзамену). Также экзаменатор может задать наводящий вопрос по теме ответа в случае, если затрудняется в его оценке (зачесть / не зачесть). При проведении оценивания в ходе промежуточной аттестации преподаватель может учитывать результаты текущего контроля.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Обработка разнородных измерений

Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-1.2

Тема 1.1. Уравнивание с неизвестными весами

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Уравнивание линейно-угловой сети с раздельным назначением весов угловых и линейных измерений

Тема 1.2. Уравнивание с учётом ошибок исходных данных

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Уравнивание спутниковой сети (векторов базисных линий) с учётом ошибок исходных данных (координат опорных пунктов)

Раздел 2. Статистическое тестирование полученных результатов

Тема 2.1. Статистическое тестирование на основе априорной информации

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Применение критерия Райта для анализа полученных результатов уравнивания

Тема 2.2. Статистическое тестирование на основе апостериорной информации

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Применение критерия Поупа для анализа полученных результатов уравнивания

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

2 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-1.2

Вопросы/Задания:

1. Вопросы для подготовки к экзамену

Уравнивание разнородных измерений (общий случай)

Уравнивание линейно-угловой сети с отдельным назначением весов угловым и линейным измерениям

Уравнивание с учётом ошибок исходных данных параметрическим способом

Уравнивание с учётом ошибок исходных данных рекуррентным способом

Назначение весов при учёте ошибок исходных данных

Статистическое тестирование на основе статистик, подчинённых закону распределения Гаусса

Статистическое тестирование на основе статистик, подчинённых закону распределения хи-квадрат

Статистическое тестирование на основе статистик, подчинённых закону распределения Стюдента

Статистическое тестирование на основе статистик, подчинённых закону распределения Томпсона

Статистическое тестирование на основе статистик, подчинённых закону распределения Хотеллинга

Эллипс ошибок

2. Что понимают под «разнородными измерениями» при уравнивании?

А) Измерения, выполненные в разное время года

Б) Измерения различных физических величин (углы, расстояния, превышения, спутниковые коды)

В) Измерения, выполненные приборами разных производителей

3. Какой основной статистический метод применяется для совместного уравнивания разнородных измерений?

А) Классический метод наименьших квадратов с назначением весов по общей формуле.

Б) Метод наименьших модулей.

В) Метод максимального правдоподобия.

4. Каким образом в уравнивании учитываются ошибки исходных данных?

А) Исходные данные всегда принимаются безошибочными.

Б) Исходные данные включаются в систему нормальных уравнений как «фиктивные измерения» со своими весами.

В) Ошибки исходных данных компенсируются введением поправок в измерения, пропорциональных расстояниям.

5. Что такое «априорная информация» в контексте статистического тестирования результатов уравнивания?

- А) Информация о качестве измерений, полученная после уравнивания по невязкам.
- б) Заранее известные (до уравнивания) значения дисперсий или ковариаций измерений и исходных данных.
- в) Информация о координатах определяемых пунктов, полученная из каталогов.

6. Для проверки гипотезы о соответствии апостериорной оценки дисперсии единицы веса её априорному значению применяют:

- А) Критерий Стьюдента.
- б) Критерий хи-квадрат.
- в) Критерий знаков.

7. Как вычисляется апостериорная дисперсия единицы веса после уравнивания?

- А) Как среднее арифметическое квадратов поправок в измерения.
- б) Как отношение суммы квадратов взвешенных невязок к числу избыточных измерений.
- в) Как отношение суммы квадратов невязок к общему числу измерений.

8. Какой критерий обычно используют для выявления грубых ошибок (выбросов) в отдельных измерениях после уравнивания?

- А) Критерий Колмогорова-Смирнова.
- б) Критерий Поупа.
- в) Критерий Дарбина-Уотсона.

9. В чём отличие апостериорного тестирования от априорного при оценке точности уравненных параметров?

- А) Априорное тестирование выполняется только для исходных данных, апостериорное – для измерений.
- б) Апостериорное тестирование использует оценки дисперсий, вычисленные по фактическим невязкам после уравнивания, а априорное – заданные заранее значения точности.
- в) Отличия нет – это синонимы.

10. При уравнивании с учётом ошибок исходных данных, как изменяется структура матрицы весовых коэффициентов параметров?

- А) Она становится диагональной.
- б) Она становится блочной.
- в) Она никак не изменяется.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Маркузе Ю.И. Теория математической обработки геодезических измерений: Учеб. пособие в 2-х книгах. Книга 2. Основы метода наименьших квадратов и уравнивательных вычислений. / Ю.И. Маркузе. - МИИГАиК, 2005. - 280 - Текст: непосредственный.

2. Маркузе Ю. И. Теория математической обработки геодезических измерений: учебное пособие для вузов / Ю. И. Маркузе, В. В. Голубев; под редакцией Ю. И. Маркузе. - Теория математической обработки геодезических измерений - Москва: Академический проект, 2020. - 247 с. - 978-5-8291-2981-1. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/110113.html> - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Глинский В.В. Статистический анализ : Учебное пособие / В.В. Глинский, В.Г. Ионин. - 3-е изд., перераб. и доп. - Издательство Сибирское соглашение, 2002. - 241 - 5-16-001293-1 (ИНФРА-М). - Текст: непосредственный.

2. Статистический анализ с применением программных средств: практикум / Н. В. Ширкунова, О. Е. Кудрявцев, Е. С. Пожидаева, Е. В. Родительская, И. М. Турланова. - Статистический анализ с применением программных средств - Москва: Российская таможенная академия, 2017. - 100 с. - 978-5-9590-1017-1. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/93218.html> - Режим доступа: по подписке

3. Орлов А. И. Прикладной статистический анализ: учебник / А. И. Орлов. - Прикладной статистический анализ - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. - 812 с. - 978-5-4497-1480-0. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/117038.html> - Режим доступа: по подписке

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

Компьютерный класс

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 13 шт.

Интерактивная панель - 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.