

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Бойко Елена Григорьевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.10.2023 17:27:51
Уникальный программный ключ:
e69eb689122030af7d22cc354bf0eb9d453ecf8f

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья
Агротехнологический институт
Кафедра землеустройства и кадастров

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой



Е.П. Евтушкова

«06» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

для направления подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры
профиль Земельный кадастр

Уровень высшего образования – бакалавриат

Форма обучения – очная, заочная

Тюмень, 2023

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

- 1) ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры утвержденный Министерством науки и высшего образования РФ «12» августа 2020 г., приказ № 978 Российской Федерации
- 2) Учебный план основной образовательной программы 21.03.02 Землеустройство и кадастры одобрен Ученым советом ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья от «25» мая 2023 г. Протокол №10

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена на заседании кафедры землеустройства и кадастров от «06» июня 2023 г. Протокол №10

Заведующий кафедрой



Е.П. Евтушкова

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена методической комиссией Агротехнологического института от «20» июня 2023 г. Протокол №9

Председатель
методической комиссии
Агротехнологического
института

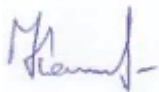


Т.В. Симакова

Разработчики:

Матвеева А.А., ст. преподаватель кафедры землеустройства и кадастров
Вавулина Л.П., директор ООО «Кадастровый инженер г. Тюмень»

Директор института:



М.А. Коноплин

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Результаты освоения	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-4	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять полученные результаты с применением информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	ИД-Зопк.4- Способен обрабатывать полученные результаты геодезических измерений	знать: - основные понятия и принципы обработки результатов измерений; уметь: - применять методы обработки и оценки точности результатов геодезических измерений; владеть: - навыками обработки результатов равноточных и неравноточных измерений; навыками уравнивания результатов измерений.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к Блоку 1 обязательной части образовательной программы.

Дисциплина базируется на знаниях в области: введения в профессиональную деятельность, математики, геодезии, информатики и цифровых технологий.

«Теория математической обработки геодезических измерений» является предшествующей дисциплиной для дисциплин: «Фотограмметрия и дистанционное зондирование территории».

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре по очной форме обучения и на 2 курсе в 4 семестре по заочной форме обучения.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов (3 зачетные единицы).

Вид учебной работы	Форма обучения	
	очная	заочная
Аудиторные занятия (всего)	50	14
В том числе:	-	-
Лекции	16	6
Семинарского типа	34	8
Самостоятельная работа (всего)	58	94
В том числе:	-	-
Проработка материала лекций, подготовка к занятиям	26	70
Самостоятельное изучение тем	10	
Расчетно-графическая работа	22	-
Контрольная работа	-	24
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость:		
часов	108	108
зачетных единиц	3	3

4. Содержание дисциплины

4.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1.	Теория ошибок измерений	Задачи теории ошибок. Сущность, классификация и условия измерений. Классификация ошибок измерений. Кривая Гаусса и её свойства. Критерии оценки точности измерений. Определение коэффициента корреляции и уравнения регрессии по опытным данным
2.	Оценка точности функций измеренных величин	Средняя квадратическая ошибка определенных функций. Средняя квадратическая ошибка среднего арифметического. Уклонения от среднего арифметического и их свойство. Средняя квадратическая ошибка одного измерения, вычисленная по уклонениям. Определение точности измерений углов по невязкам. Определение точности измерения превышений по невязкам
3.	Обработка равноточных и неравноточных измерений	Обработка результатов равноточных измерений одной величины. Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений. Вес и его свойства. Среднее весовое и его вес. Уклонения результатов ряда неравноточных измерений и их свойство. Средняя квадратическая ошибка единицы веса.
4.	Уравнительные вычисления и метод наименьших квадратов	Сущность уравнительных вычислений. Строгие и упрощенные способы уравнивания. Общие понятия о методе наименьших квадратов

4.2. Разделы дисциплин и виды занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционного типа	Семинарского типа	СР	Всего час.
1	2	3	4	5	6
1.	Теория ошибок измерений	4	10	12	26
2.	Оценка точности функций измеренных величин	4	6	14	24
3.	Обработка равноточных и неравноточных измерений	6	12	16	34
4.	Уравнительные вычисления и метод наименьших квадратов	2	6	16	24
Итого:		16	34	58	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционного типа	Семинарского типа	СР	Всего час.
1	2	3	4	5	6
1.	Теория ошибок измерений	2	4	24	30
2.	Оценка точности функций измеренных величин	2	-	22	24
3.	Обработка равноточных и неравноточных измерений	2	4	26	32

4.	Уравнительные вычисления и метод наименьших квадратов	-	-	22	22
Итого:		6	8	94	108

4.3. Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема	Трудоемкость (час.)	
			очная	заочная
1	2	3	4	5
1.	1	Решение задач на подсчет вероятностей появления ошибок геодезических измерений	2	-
2.		Решение задач на определение вида погрешности	2	-
3.		Исследование ряда ошибок на соответствие закону нормального распределения	4	2
4.		Определение коэффициента корреляции и уравнения регрессии по опытным данным	2	2
5.	2	Решение задач на подсчет средней квадратической погрешности для функций вида: суммы, разности, линейной, произведения и частного	4	-
6.		Определение точности измерений углов и превышений по невязкам	2	-
7.	3	Обработка результатов равнооточных измерений одной величины	2	1
8.		Оценка точности по разностям двойных равнооточных измерений	2	1
9.		Обработка ряда неравнооточных измерений	6	2
10.		Определение весов коррелированных и некоррелированных аргументов	2	-
11.	4	Уравнивание нивелирных ходов способом В.В. Попова	4	-
12.		Параметрический способ уравнивания по методу наименьших квадратов	2	-
Итого:			16	4

4.4. Примерная тематика курсовых проектов (работ) - не предусмотрено ОПОП

5. Организация самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

5.1. Типы самостоятельной работы и ее контроль

Тип самостоятельной работы	Форма обучения		Текущий контроль
	очная	заочная	
Проработка материала лекций, подготовка к занятиям	26	70	тестирование
Самостоятельное изучение тем	10		тестирование
Расчетно-графическая работа	22	-	собеседование
Контрольная работа	-	24	собеседование
всего часов:	58	94	

5.2. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы:

1. Стандарт предприятия: Общие требования к разработке и оформлению документации по направлению подготовки бакалавриата 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» и магистратуры 21.04.02 «Землеустройство и кадастры» / Е.П. Евтушкова, М.А. Коноплин, Т.В. Симакова [и др.]. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2017. – 200 с. (15 экз. в библиотеке 7-го корпуса).

2. Основы картографии: Учебное пособие. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – 194 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/190123>

3. ГИС-технологии в землеустройстве и кадастре / А.В. Симаков, Т.В. Симакова, Е.П. Евтушкова [и др.]; Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный аграрный университет Северного Зауралья. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – 254 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/255965>

4. Математическая обработка результатов геодезических измерений: учебное пособие / А.Б. Беликов, В.В. Симонян. — 2-е изд. — Москва: МИСИ – МГСУ, 2016. — 432 с. — ISBN 978-7264-1255-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73707>

5.3. Темы, выносимые на самостоятельное изучение:

Очная форма обучения

Раздел 1: Теория ошибок измерений

1. Критерий определения слабодействующих и превалирующих источников погрешностей.

2. Искажение среднеквадратической погрешности систематическими погрешностями.

3. Априорная оценка точности.

4. Методы теории погрешностей при исследовании приборов.

5. Влияние ошибок округлений аргументов на точность функций.

Раздел 3: Обработка равноточных и неравноточных измерений

1. Применение методов теории погрешностей зависимых результатов измерений к обработке результатов GPS-измерений.

2. Установление доверительных границ при неравноточных измерениях.

Раздел 4: Уравнительные вычисления и метод наименьших квадратов

1. Порядок составления нормальных уравнений с контролем по суммам.

2. Порядок уравнивания геодезических построений параметрическим методом.

3. Точечный метод решения систем нормальных уравнений.

4. Итерационный метод решения систем нормальных уравнений.

5. Апостериорная оценка точности в параметрическом методе уравнивания.

Заочная форма обучения

Раздел 1: Теория ошибок измерений

1. Искажение среднеквадратической погрешности систематическими погрешностями.

2. Методы теории погрешностей при исследовании приборов.

3. Влияние ошибок округлений аргументов на точность функций.

Раздел 2: Оценка точности функций измеренных величин

1. Оценка точности функций зависимых результатов измерений.

2. Понятие доброкачественной оценки.

3. Метод максимального правдоподобия.

4. Метод моментов.

5. Неравенство Рао-Крамера.

Раздел 3: Обработка равнооточных и неравнооточных измерений

1. Применение методов теории погрешностей зависимых результатов измерений к обработке результатов GPS-измерений.

2. Установление доверительных границ при неравнооточных измерениях.

Раздел 4: Уравнительные вычисления и метод наименьших квадратов

1. Порядок составления нормальных уравнений с контролем по суммам.

2. Порядок уравнивания геодезических построений параметрическим методом.

3. Точечный метод решения систем нормальных уравнений.

Контрольная работа (для заочной формы обучения)

К выполнению работы следует приступить после завершения изучения литературы. В ответах не следует уклоняться от существа вопроса или перегружать ответ рассуждениями, не имеющими прямого отношения к вопросу. Объем контрольной работы может быть в пределах 12-15 листов формат А-4. В конце работы привести список использованной литературы и других источников. Работу подписать и датировать.

5.4. Темы рефератов: – не предусмотрено.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Перечень компетенций и оценочные средства индикатора достижения компетенций

Код компетенции	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Наименование оценочного средства
ОПК-4	ИД-3опк-4- Способен обрабатывать полученные результаты геодезических измерений	знать: - правила установления допусков, т. е. критериев, указывающих на наличие допустимых отклонений результатов; уметь: - анализировать причины возникновения ошибок результатов геодезических измерений; владеть: - навыками обработки результатов равнооточных и неравнооточных измерений; навыками уравнивания результатов измерений.	Тест Зачетный билет

6.2. Шкалы оценивания

Шкала оценивания устного зачета

Оценка	Описание
Зачтено	Обучающийся обладает достаточно полным знанием дисциплины; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности при решении практических заданий; правильно применены знания по оценке точности результатов геодезических измерений, подтвержденные примерами
Не зачтено	Обучающийся не знает значительную часть материала; допустил существенные ошибки при решении практических задач и не получил правильного результата при оценке точности результатов геодезических измерений; не умеет выделить главное и сформулировать вывод; ни один вопрос не ответил, наводящие вопросы не помогают

Шкала оценивания тестирования на зачете

% выполнения задания	Результат
50-100	зачтено
менее 50	не зачтено

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы:

Указаны в приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Теория математической обработки геодезических измерений: учебное пособие / Ю.И. Маркузе, В.В. Голубев. - Москва: Академический Проект, 2020. - 247 с. - ISBN 978-5-8291-2981-1. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/132444>

2. Теория математической обработки геодезических измерений: учебник / В.В. Голубев. - Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. - 424 с. - ISBN 978-5-9729-0558-4. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/114973.html>

б) дополнительная литература:

1. Маркшейдерское дело: предрасчет точности маркшейдерского-геодезических работ: учебное пособие / С.В. Смолич. - Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. - 352 с. - ISBN 978-5-9729-0629-1. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/114926.html>

2. Математическая обработка результатов измерений (в маркшейдерии): лабораторный практикум / Д.В. Гурьев, С.П. Бахаева. - Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. - 145 с. - ISBN 978-5-00137-242-4. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/116564.html>

3. Модели и методы математической обработки результатов геодезических измерений (лабораторный практикум) / П.Н. Садчиков. - Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2020. - 103 с. - ISBN 978-5-93026-108-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/100833.html>

4. Практикум по геодезии / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев, А.Н. Сячинов и др. – М.: Академический проект; Гаудеамус, 2012. – 470 с.

5. Теория математической обработки геодезических измерений: учебное пособие / А.А. Перфильев. - Новосибирск: СГУВТ, 2019. - 80 с. - ISBN 978-5-8119-0810-3. - Текст:

электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/147160>

6. Теория математической обработки геодезических измерений. Часть 2. Оценивание результатов геодезических и их погрешностей на основе вероятностных представлений: учебное пособие / В.Д. Попело, М.В. Ванеева. – Воронеж: ВГАУ, 2015. – 138 с. - [Электронный ресурс]: адрес доступа <http://www.iprbookshop.ru/72765.html>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.my-schop.ru> – Издательство «Лань»
2. <http://www.iprbookshop.ru> «IPRbooks»
3. <https://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека «eLIBRARY»
4. <http://www.consultant.ru> – правовая поддержка «КонсультантПлюс»
5. <http://www.rosreestr.ru> – Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр)
6. <http://www.mcx.ru/> / Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.
7. <http://www.economy.gov.ru> / Официальный сайт Министерства экономического развития Российской Федерации.
8. <http://www.kadastr.ru/> / Официальный сайт Федерального агентства кадастра объектов недвижимости Российской Федерации.
9. <http://www.mgi.ru/> / Официальный сайт Федерального агентства по управлению государственным имуществом Российской Федерации
10. <http://www.roscadastre.ru/> / www.mgi.ru/ / Официальный сайт некоммерческого партнерства «Кадастровые инженеры».
11. <http://www.gisa.ru/> / Официальный сайт ГИС-ассоциации.

Базы данных и поисковые системы:

- www.geo-science.ru / Науки о Земле – Geo-Science
- www.geoprofi.ru / Журнал «Геопрофи»
- www.gisa.ru / ГИС Ассоциация
- <https://www.tsaa.ru/obuchayushhimsya/biblioteka/mediaresursyi/> / Медиаресурсы ГАУ Серного Зауралья
- <https://www.tsaa.ru/nauka/redakczionno-izdatelskaya-deyatelnost/nauchnyie-zhurnalyi-universiteta/> / научные журналы ГАУ Серного Зауралья

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Стандарт предприятия: Общие требования к разработке и оформлению документации по направлению подготовки бакалавриата 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» и магистратуры 21.04.02 «Землеустройство и кадастры» / Е.П. Евтушкова, М.А. Коноплин, Т.В. Симакова [и др.]. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2017. – 200 с. (15 экз. в библиотеке 7-го корпуса).

2. Основы картографии: Учебное пособие. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – 194 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/190123>

3. ГИС-технологии в землеустройстве и кадастре / А.В. Симаков, Т.В. Симакова, Е.П. Евтушкова [и др.]; Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный аграрный университет Северного Зауралья. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – 254 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/255965>

4. Математическая обработка результатов геодезических измерений: учебное пособие / А.Б. Беликов, В.В. Симонян. — 2-е изд. — Москва: МИСИ – МГСУ, 2016. —

10. Перечень информационных технологий

Компьютерная техника с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду; компьютеры системный блок Тип 1 Shvacher Pro (10 шт.), экран переносной Draper Diptomat. Проектор мультимедийный Sanyo PLS-SU51 (переносной); ноутбук ACER Travel Mate 2440.

Демонстрационное оборудование: видеопроектор Epson EB-S18(переносной); ноутбук Lenovo IdeaPad G510.

Программные продукты:

Microsoft Windows 11, Сублицензионный договор №341/17 от 29/12/2017;

Microsoft Office 2013 Standard, Microsoft Open License – 66914978;

AutoCAD 18 Образовательная Сетевая Лицензия AutoDesk (Autodesk LICENSE AND SERVICES AGREEMENT);

ГИС MapInfo Pro 16.0 для Windows (рус.), объемная лицензия.

Лицензионный договор № 49/2018;

Открытый доступ:

- QGIS - свободная кроссплатформенная геоинформационная система;
- полнофункциональная версия Аксиомы, ГИС для образовательных и научных целей;

- Google Планета Земля (Google Earth), ГИС для образовательных и научных целей.

Справочно-правовая система «Техэксперт», Договор о информационной поддержке от 31.01.2022 г.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

7-405 Аудитория землеустройства, кадастра и мониторинга земель аудитория для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (40 посадочных мест). Аудитория оснащена специализированной мебелью. Используется демонстрационное оборудование: видеопроектор Epson EB-S18 (переносной), проектор мультимедийный Sanyo PLS-SU51 (переносной), ноутбуки ACER Travel Mate 2440 и Lenovo IdeaPad G510, экран переносной Draper Diptomat; учебно-наглядные пособия, плано-картографический материал.

Раздаточный материал: (табличные материалы, методические указания), презентации к лекционному материалу (слайд-лекции), топографические карты, плано-картографический материал, проекты).

7-411 Компьютерный класс, кабинет автоматизации кадастровых, землеустроительных работ, ГИС кафедры землеустройства и кадастров, для самостоятельной работы, проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (15 посадочных мест). Специализированная мебель.

Демонстрационное оборудование: видеопроектор Epson EB-S18 (переносной),

Проектор мультимедийный Sanyo PLS-SU51 (переносной), ноутбуки ACER Travel Mate 2440 и Lenovo IdeaPad G510, экран переносной Draper Diptomat;

Технические средства обучения:

Компьютеры – системный блок Тип 1 Shvacher Pro, монитор Samsung – 10 шт. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Раздаточный материал: (табличные материалы, методические указания), презентации к лекционному материалу (слайд-лекции), топографические карты, плано-картографический материал, проекты).

12. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы), использование версии сайта для слабовидящих ЭБС IPR SMART и специального мобильного приложения IPR BOOKS WV-Reader (программы не визуального доступа к информации, предназначенной для мобильных устройств, работающих на операционной системе Android и iOS, которая не требует специально обученного ассистента, т.к. люди с ОВЗ по зрению работают со своим устройством привычным способом, используя специальные штатные программы для незрячих людей, с которыми IPR SMART WV-Reader имеет полную совместимость);

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья
Агротехнологический институт
Кафедра Землеустройства и кадастров

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине ***ТЕОРИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ***

для направления подготовки **21.03.02 ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ**

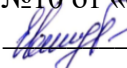
профиль Земельный кадастр

Уровень высшего образования – бакалавриат

Разработчики:

Матвеева А.А., ст. преподаватель кафедры землеустройства и кадастров

Вавулина Л.П., директор ООО «Кадастровый инженер г. Тюмень»

Утверждено на заседании кафедры
протокол №10 от «06» июня 2023 г.
Заведующий кафедрой  Е.П. Евтушкова

Тюмень, 2023

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ
знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие
этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины
*ТЕОРИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ***

1. Вопросы для промежуточной аттестации (в форме устного зачёта)

1.1. Знать: основные понятия и принципы обработки результатов измерений

Компетенция	Вопросы
<p>ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять полученные результаты с применением информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия обработки результатов измерений. 2. Принципы обработки результатов измерений. 3. Предмет и задачи теории ошибок. 4. Сущность, виды и факторы процесса измерения. 5. Классификация ошибок измерений. 6. Свойства случайных ошибок измерений. 7. Нормальный закон распределения и его основные параметры. 8. Критерии оценки точности измерений. 9. Порядок определения коэффициента корреляции и уравнения регрессии по опытным данным. 10. Порядок определения средних квадратических ошибок функции общего вида. 11. Средняя квадратическая ошибка среднего арифметического. 12. Понятие «уклонение от среднего арифметического» и свойства уклонений. 13. Содержание средней квадратической ошибки одного измерения, вычисленной по уклонениям. 14. Понятие неравноточных измерений. 15. Вес и его свойства. 16. Среднее весовое и его вес. 17. Уклонение результатов ряда неравноточных измерений, его свойства. 18. Средняя квадратическая ошибка единицы веса, вычисленная по уклонениям. 19. Понятие оценки точности параметров, полученных из решения системы нормальных уравнений.

1.2. Уметь: применять методы обработки и оценки точности результатов геодезических измерений

Компетенция	Вопросы
<p>ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять полученные результаты с применением информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Методы обработки результатов геодезических измерений. 2. Точность результатов геодезических измерений. 3. Порядок обработки геодезических измерений. 4. График кривой Гаусса и ее свойства. 5. Формула средней квадратической ошибки функции вида произведения постоянного числа на аргумент. 6. Формула средней квадратической ошибки функции вида суммы двух независимых аргументов. 7. Формула средней квадратической ошибки функции вида алгебраической суммы независимых аргументов. 8. Формула средней квадратической ошибки линейной функции. 9. Формула средней квадратической ошибки функции вида произведения. 10. Формула средней квадратической ошибки функции вида частного. 11. Формула Бесселя, ее назначение. 12. Формула Петерса, ее назначение. 13. Алгоритм обработки результатов равноточных измерений одной величины. 14. Алгоритм оценки точности по разностям двойных равноточных измерений. 15. Метод определения средней квадратической ошибки единицы веса. 16. Метод определения единицы веса, вычисленной по истинным ошибкам. 17. Порядок обработки ряда неравноточных измерений одной и той же величины. 18. Методика определения веса функций измеренных величин. 19. Порядок оценки точности по разностям двойных неравноточных измерений. 20. Сущность метода наименьших квадратов применительно к определению неизвестных параметров. 21. Порядок преобразования нормальных уравнений для случая неравноточных измерений. 22. Порядок преобразования нормальных уравнений для случая нелинейной функции. 23. Порядок решения системы нормальных уравнений с помощью определителей.

1.3. Владеть: навыками обработки результатов равноточных и неравноточных измерений; навыками уравнивания результатов измерений.

Компетенция	Вопросы
<p>ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять полученные результаты с применением информационных технологий и прикладных</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Произвести уравнивание нивелирных полигонов, если даны невязки полигонов: 1 полигон +10 мм; 2 полигон -7 мм; 3 полигон -12 мм. Число штативов по звеньям: 1-6шт, 2-2 шт. 3-2 шт., 4-5 шт., 5-3 шт., 6-5 шт. 2. При некоторых условиях инструмент обеспечивает измерения с точностью $m=10''$. Найти вероятность того, что при измерениях этим инструментом в тех же условиях ошибка по абсолютной величине не превзойдет $6,0''$.

аппаратно-программных средств

3. Вероятность того, что ошибка по абсолютной величине не превзойдет $4,0''$, равна $0,823$. Вычислить вероятную и среднюю ошибку.

4. Вычислить наиболее возможное число ошибок Δ из общего их числа $n=50$, превышающих по абсолютной величине тройную вероятную ошибку измерений, т.е. 3σ .

5. Линия теодолитного хода измерена мерной лентой пять раз. При этом получены результаты: $217,24$; $217,31$; $217,28$; $217,23$; $217,20$ м. Эта же линия измерена светодальномером, что дало результат $217,216$ м. Найти значение систематической ошибки, если результат измерения линии светодальномером принят за действительный.

6. При измерении величины, действительное значение которой известно, был получен ряд ошибок: $+6$; -8 ; -4 ; -13 ; $+7$; $+2$; 0 ; $+5$; $+4$; -3 . Найти среднюю квадратическую ошибку и предельную погрешность.

7. Светодальномер обеспечивает измерение со средней квадратической ошибкой $m=4,0$ см. Какую можно ожидать относительную ошибку при измерении сторон длиной 120 м?

8. Для определения коэффициента дальномера зрительной трубы кипрегеля измерено горизонтальное расстояние от оси вращения трубы до рейки. Это расстояние за вычетом величины постоянного слагаемого дальномера C равно $S \pm m_S$. Отрезок l рейки между дальномерными нитями сетки получен при горизонтальном положении трубы со средней квадратической ошибкой m_l . Необходимо определить среднюю квадратическую ошибку в найденном значении коэффициента дальномера $C = \frac{S}{l}$ при $S=148$ м, $l=1,48$ м, $m_S = 0,07$ м и $m_l = 0,005$ м.

9. При определении коэффициента дальномера нивелира получены значения (м): $101,5$; $100,2$; $99,6$; $101,0$. Найдите вероятнейшее значение абсциссы точки и ее среднюю квадратическую ошибку.

10. Из опыта установлено, что средняя квадратическая ошибка угла, измеренного одним полуприемом теодолита ТЗ0, равна $0,5'$. Чему равна средняя квадратическая ошибка среднего арифметического из четырех полуприемов?

11. В треугольнике измерены три угла β_i со средними квадратическими ошибками одного измерения и числом приемов, соответственно равными $m_1 = 3''$, $n_1 = 4$; $m_2 = 4''$, $n_2 = 9$ и $m_3 = 5''$, $n_3 = 12$. Найти веса среднего значения каждого угла и вес невязки, приняв за ошибку единицы веса ошибку m_1 .

12. Определить вероятность того, что ошибка измерения Δ не превзойдет по абсолютной величине $2,25m$. Вычислить сколько ошибок не выйдет за этот предел, если всего ошибок 1000 .

13. Для передачи дирекционного угла α_u от исходной стороны на линию съёмочного обоснования проложен привязочный ход с числом станций $n=4$, т.е. измерены горизонтальные углы на четырех точках и измерены три

	<p>линии. Средняя квадратическая погрешность измерения горизонтального угла одним полуприемом $m_{\beta'} = 1'$. С какой погрешностью (средней квадратической ошибкой) получен дирекционный угол M_{ac} линии съёмочного обоснования?</p> <p>14. Вес угла равен 9. Найти среднюю квадратическую ошибку этого угла, если ошибка единицы веса равна $15''$.</p>
--	--

Процедура оценивания зачёта

Зачёт предполагает выдачу списка вопросов, выносимых на зачет, заранее (в самом начале обучения или в конце обучения перед сессией). Включает две части: теоретический вопрос и практическое задание. Для подготовки к ответу на вопросы и задания, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время в пределах 30 минут.

Критерии оценки зачёта:

«зачтено» выставляется обучающемуся, если он самостоятельно решает поставленные задачи по обработке результатов геодезических измерений, используя весь арсенал имеющихся знаний, умений и навыков; умеет оценивать, анализировать и обобщать имеющуюся информацию о погрешностях измерений, делать выводы по результатам проведенной оценки точности; владеет навыками уравнивания результатов геодезических измерений;

«не зачтено» выставляется обучающимся, если при ответе он продемонстрировал недостаточный уровень знаний о погрешностях измерений, допустил грубые ошибки и не мог применить полученные знания по обработке результатов геодезических измерений для решения поставленной задачи, обосновать применяемые положения.

Пример зачетного билета

ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

Агротехнологический институт

Кафедра землеустройства и кадастров

Учебная дисциплина: *Теория математической обработки геодезических измерений*
по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

БИЛЕТ № 1.

1. Критерии оценки точности измерений.
2. Из опыта установлено, что средняя квадратическая ошибка угла, измеренного одним полуприемом теодолита Т30, равна $0,5'$. Чему равна средняя квадратическая ошибка среднего арифметического из четырех полуприемов.

Составил: Матвеева А.А. / _____ / «___» _____ 20__ г.
Заведующий кафедрой Евтушкова Е.П. / _____ / «___» _____ 20__ г.

2. Тестовые задания для промежуточной аттестации (зачет и экзамен в форме тестирования)

(полный комплект тестовых заданий представлен на образовательной платформе moodle)

Раздел 1: Теория ошибок измерений

1. По характеру действия ошибки подразделяют на:
2. Данные виды ошибок при обработке могут быть обнаружены, изучены и исключены из результатов измерений. О каких ошибках идет речь?
3. Основным критерием точности измерений является средняя квадратическая ошибка (погрешность) m , определяемая по:
4. Среднее арифметическое из абсолютных величин случайных погрешностей называется:

5. Между критериями точности существуют устойчивые зависимости. Они имеют следующий вид:

6. Всегда ли предельная погрешность определяется как $\Delta_{\text{пред}} = 3m$?

7. Найдите неверное (ложное) высказывание. Кривая ошибок (кривая Гаусса) обладает следующими свойствами:

8. Критериями точности, т.е. количественными характеристиками точности результатов измерений, служат математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение, оценками которых могут служить средняя, вероятная и средняя квадратическая ошибки. Какая из этих ошибок является более устойчивой и надежной при небольшом n -числе ошибок?

9. Относительная ошибка – это отношение:

10. В чем состоит различие между средней квадратической ошибкой и средним квадратическим отклонением?

Раздел 2: Оценка точности функций измеренных величин

1. Что понимается под понятием «коррелированные величины»?

2. Что вы понимаете под корреляционной зависимостью?

3. Средняя квадратическая ошибка m – это оценка:

4. Под точностью измерения понимают ...

5. Для оценки точности и сравнения рядов с разным числом равноточных измерений находят ...

6. Уклонение v является ...

Раздел 3: Обработка равноточных и неравноточных измерений

1. Какое значение считается вероятнейшим для ряда неравноточных измерений?

2. Вес измерения (p) – это:

3. Чем больше вес измерения, тем:

4. Алгебраическая сумма произведения уклонов и весов ($\sum pv$) равна:

5. $p = c/m^2$, где c – это:

6. Укажите параметр, показывающий какой из двух рядов неравноточных измерений вычислен точнее:

7. Остаток ε_i для неравноточных измерений рассчитывается как разность между:

8. Контроль полученного результата значения $\sum pv$ проводится по формуле: $\sum pv = -\beta \cdot \sum p$, где β – это:

9. За веса превышений, полученных из результатов тригонометрического нивелирования, принимают величины:

10. Если в результатах двойных неравноточных измерений присутствуют систематические ошибки, то:

Раздел 4: Уравнительные вычисления и метод наименьших квадратов

1. Геодезические сети, в которых имеются только необходимые исходные элементы: координаты одного исходного пункта и дирекционный угол исходного направления, высота одного исходного репера и т.п. называют:

2. Под «красным числом» понимается:

3. Контролем уравнивания сети способом красных чисел является выполнение следующего условия:

4. Уравнивание методом профессора Попова начинают:

5. На основании теоремы Гаусса – Маркова свойством несмещенности, состоятельности и эффективности обладает целый класс функций вида:

6. Принцип наименьших квадратов в случае неравноточных измерений приводит:

7. Поправки определяются из условия $V_i = x - \lambda_i$, где x – это...

8. Вычислительный процесс нахождения наилучших приближений к истинным значениям измеренных и неизвестных величин - ...

9. Задача уравнивания геодезических сетей возникает в том случае, когда:

10. Кто первым высказал идею использования метода наименьших квадратов для минимизации поправок измерений?

Процедура оценивания тестирования

Тестирование обучающихся используется в промежуточной аттестации для оценивания уровня освоенности различных разделов и тем дисциплины, проводится в системе Moodle на сайте «Test ЭИОС ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья» (<https://lms-test.gausz.ru>).

При проведении тестирования, для каждого обучающегося автоматически формируется индивидуальный вариант зачетного билета с перечнем тестовых вопросов. Вариант включает 30 тестовых вопросов. Продолжительность тестирования – 45 минут. Разрешается вторая попытка, которая открывается автоматически через 10 минут после окончания первой попытки. Продолжительность тестирования при второй попытке – 45 минут. В таблице, представленной ниже, указаны критерии оценивания, которые включают процент и количество правильных ответов для оценки знаний.

Шкала оценивания тестирования на зачете

% выполнения задания	Результат
50-100	зачтено
менее 50	не зачтено

3. Текущий контроль выполнения самостоятельной работы

3.1. Самостоятельное изучение тем очной и заочной форм обучения

Очная форма обучения

Раздел 1: Теория ошибок измерений

1. Критерий определения слабействующих и превалирующих источников погрешностей.

2. Искажение среднеквадратической погрешности систематическими погрешностями.

3. Априорная оценка точности.

4. Методы теории погрешностей при исследовании приборов.

5. Влияние ошибок округлений аргументов на точность функций.

Раздел 3: Обработка равноточных и неравноточных измерений

1. Применение методов теории погрешностей зависимых результатов измерений к обработке результатов GPS-измерений.

2. Установление доверительных границ при неравноточных измерениях.

Раздел 4: Уравнительные вычисления и метод наименьших квадратов

1. Порядок составления нормальных уравнений с контролем по суммам.

2. Порядок уравнивания геодезических построений параметрическим методом.

3. Точечный метод решения систем нормальных уравнений.

4. Итерационный метод решения систем нормальных уравнений.

5. Апостериорная оценка точности в параметрическом методе уравнивания.

Заочная форма обучения

Раздел 1: Теория ошибок измерений

1. Искажение среднеквадратической погрешности систематическими погрешностями.

2. Методы теории погрешностей при исследовании приборов.

3. Влияние ошибок округлений аргументов на точность функций.

Раздел 2: Оценка точности функций измеренных величин

1. Оценка точности функций зависимых результатов измерений.

2. Понятие доброкачественной оценки.

3. Метод максимального правдоподобия.

4. Метод моментов.

5. Неравенство Рао-Крамера.

Раздел 3: Обработка равнооточных и неравнооточных измерений

1. Применение методов теории погрешностей зависимых результатов измерений к обработке результатов GPS-измерений.

2. Установление доверительных границ при неравнооточных измерениях.

Раздел 4: Уравнительные вычисления и метод наименьших квадратов

1. Порядок составления нормальных уравнений с контролем по суммам.

2. Порядок уравнивания геодезических построений параметрическим методом.

3. Точечный метод решения систем нормальных уравнений.

Процедура оценивания собеседования

Используется фронтальный опрос, который предполагает работу преподавателя одновременно со всей аудиторией, и проводится в виде беседы по вопросам. При отборе вопросов и постановке перед обучающимися учитывается следующее:

- задается не более двух вопросов, относящихся к проверяемой теме;
- формулировка вопроса должна быть однозначной и понятной отвечающему;

В конце опроса преподаватель дает заключительные комментарии по качеству ответов всех обучающихся.

Ответы даются по принципу круга, где каждый следующий отвечает на поставленный педагогом вопрос;

- следует соблюдать динамику ответов: не затягивать паузы между ответами обучающихся, если требуется задать наводящий вопрос, то следует попросить ответить на заданный вопрос другого обучающегося или попросить дополнить отвечающего;

- на заданный преподавателем вопрос отвечают три студента одновременно: ответ первого дополняет второй, третий комментирует, остальным предоставляется право оценивания ответа всех троих.

Критерии оценки собеседования:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он правильно ответил на вопросы. Показал отличное владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы;

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он ответил на вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов;

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он ответил на вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей;

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он при ответе продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

3.2 Контрольная работа

Варианты заданий для контрольной работы (заочная форма обучения)

Вариант 1

1 Корреляция. Корреляционный момент и коэффициент корреляции. Уравнение регрессии

2 Практические задания по математической обработке геодезических измерений

Задание 2.1 Ошибки измерения

Угол измерен высокоточным теодолитом с ошибкой 1', расстояние измерено лентой с ошибкой, равной 5 м; превышение определено геометрическим нивелированием с ошибкой 0,5 м. Можно ли считать эти погрешности грубыми?

Задание 2.2 Обработка равноточных измерений одной величины

Найти вероятнейшее значение измеренного угла и произвести оценку точности.

Даны значения угла, измеренного 6 приемами.

Таблица 2.1 – Расчетная таблица для определения точности ряда измерений

№	<i>l</i>
1	45°21'40"
2	45°21'37"
3	45°21'34"
4	45°21'41"
5	45°21'39"
6	45°21'43"

Задание 2.3 Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений

Определить среднюю квадратическую ошибку измерений линий прямо и обратно:

Таблица 2.2 – Исходные данные

Длина линии, измеренная прямо	Длина линии, измеренная обратно
165,12	165,20
310,45	310,60
211,33	211,47
287,40	287,22

Задание 2.4 Уравнивание ходов способом полигонов профессора Попова

Произвести уравнивание нивелирных полигонов, если даны невязки полигонов:

1 полигон +4 мм

2 полигон -8 мм

3 полигон +5 мм

Число штативов по звеньям: 1- 6 шт., 2-2 шт., 3-4 шт., 4-4 шт., 5-4 шт., 6-4 шт.

Вариант 2

1 Нормальный закон распределения. Интеграл вероятностей

2 Практические задания по математической обработке геодезических измерений

Задание 2.1 Ошибки измерения

Ряд измерений выполнен со следующими погрешностями: +1; -1; -3; 0; -4; -1; +2; -2; -3. Являются ли эти погрешности случайными или носят систематический характер?

Задание 2.2 Обработка равноточных измерений одной величины

Найти вероятнейшее значение измеренного угла и произвести оценку точности.

Даны значения угла, измеренного 6 приемами.

Таблица 2.1 – Расчетная таблица для определения точности ряда измерений

№	<i>l</i>
1	45°30'26"
2	45°21'18"
3	45°21'19"
4	45°21'28"
5	45°21'20"
6	45°21'21"

Задание 2.3 Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений

При определении дм делений нивелирных реек были получены результаты:

Таблица 2.2 – Исходные данные

I	II
0,46	0,20
100,36	100,42
200,44	200,38
300,60	300,72

Определить систематическую и среднюю квадратическую ошибки дм делений.

Задание 2.4 Уравнивание ходов способом полигонов профессора Попова

Произвести уравнивание нивелирных полигонов, если даны невязки полигонов:

1 полигон +8 мм

2 полигон -11 мм

3 полигон +3 мм

Число штативов по звеньям: 1- 6 шт., 2-3 шт., 3-7 шт., 4-5 шт., 5-3 шт., 6-6 шт.

Вариант 3

1 Числовые характеристики случайной величины. Математическое ожидание, дисперсия и их свойства. Моменты

2 Практические задания по математической обработке геодезических измерений

Задание 2.1 Ошибки измерения

К какой категории следует отнести погрешности: коллимационную, за неравенство подставок трубы, за эксцентриситет алиады, погрешности делений лимба, погрешности наведения, погрешности отсчитывания, погрешности за рефракцию?

Задание 2.2 Обработка равноточных измерений одной величины

Найти вероятнейшее значение измеренного угла и произвести оценку точности.

Даны значения угла, измеренного 6 приемами.

Таблица 2.1 – Расчетная таблица для определения точности ряда измерений

№	I
1	37°34'15"
2	37°34'07"
3	37°34'04"
4	37°34'10"
5	37°34'05"
6	37°34'07"

Задание 2.3 Обработка ряда неравноточных измерений

Отметка узлового репера получена по шести ходам, известны средние квадратические ошибки по каждому ходу m_i (мм). Найти наиболее надежное значение отметки репера и произвести оценку точности.

Таблица 2.2 – Исходные данные

№ п/п	H, м	m_i (мм)
1	196,529	6,3
2	196,522	8,4
3	196,517	9,1
4	196,532	4,3
5	196,530	5,2
6	196,520	7,5

Задание 2.4 Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений

Двумя наблюдателями произведены измерения светодалномером одних и тех же линий. Оценить точность по разностям двойных равноточных измерений.

Таблица 2.3 – Исходные данные

X(м)	X'(м)
967,480	967,389
752,468	752,412

692,223	692,250
1023,536	1023,536
808,457	808,443
612,692	612,665
675,158	675,082

Вариант 4

1 Неравноточные измерения. Понятие веса. Вес функции измеренных величин

2 Задания по математической обработке геодезических измерений

Задание 2.1 Ошибки измерения

Расстояние измерено лентой и нитяным дальномером; длина стороны треугольника измерена лентой и получена из решения треугольника; высота визирного цилиндра над центром пункта измерена рулеткой и получена аналитически; один из углов треугольника измерен теодолитом и получен по остальным двум углам. В каждом случае одно измерение непосредственное, другое - косвенное. Какие измерения являются здесь косвенными?

Задание 2.2 Обработка равноточных измерений одной величины

Найти вероятнейшее значение измеренного угла и произвести оценку точности.

Даны значения угла, измеренного 6 приемами.

Таблица 2.1 – Расчетная таблица для определения точности ряда измерений

№	l
1	66°17'27"
2	66°17'31"
3	66°17'39"
4	66°17'30"
5	66°17'29"
6	66°17'36"

Задание 2.3 Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений

При определении нерпиступного расстояния базисы измерялись прямо и обратно:

Таблица 2.2 – Исходные данные

	Прямо	Обратно
1 базис	311,34 м	311,23 м
2 базис	245,78 м	245,62 м

Определить среднюю квадратическую ошибку одного измерения.

Задание 2.4 Определение коэффициента корреляции

Даны 10 длин линий D и соответствующие им ошибки измерений Δ . Определить коэффициент корреляции и вывести уравнение регрессии по опытным данным.

Таблица 2.3 - Расчетная таблица для определения коэффициента корреляции

	$D, \text{км}$	$\Delta, \text{мм}$
1	3,0	2,0
2	3,6	5,0
3	4,2	3,0
4	4,6	4,0
5	5,6	6,0
6	5,7	3,0
7	5,8	3,0
8	8,0	4,0
9	10,2	8,0

Вариант 5

1 Равноточные измерения. Обработка ряда равноточных измерений одной и той же величины

2 Задания по математической обработке геодезических измерений

Задание 2.1 Критерии оценки точности измерений

Линия, истинное значение длины которой равно 125,43 м, измерена 6 раз. Результаты измерений следующие: 125,56; 125,49; 125,39; 125,38; 125,44; 125,35 м. Определить среднюю, вероятную и среднюю квадратическую погрешности одного измерения.

Задание 2.2 Обработка равноточных измерений одной величины

Найти вероятнейшее значение измеренного угла и произвести оценку точности.

Даны значения угла, измеренного 6 приемами.

Таблица 2.1 – Расчетная таблица для определения точности ряда измерений

№	l
1	93°26'42"
2	93°26'44"
3	93°26'40"
4	93°26'49"
5	93°26'39"
6	93°26'38"

Задание 2.3 Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений

Определить среднюю квадратическую ошибку угла по разностям его значений при круге право и круге лево:

Таблица 2.2 – Исходные данные

Значение угла при КП	Значение угла при КЛ
162°14'15"	162°14'45"
191°32'50"	191°33'10"
170°44'05"	170°43'40"
184°29'40"	184°29'20"

Задание 2.4 Оценка точности функций измеренных величин

По плану масштаба 1:2000 измерены две стороны прямоугольного участка. Измерения выполнялись линейкой с миллиметровыми делениями. Найти площадь этого участка и его СКО, если его стороны равны 12,75 и 23,60 см. СКО совмещения нулевого штриха линейки с одним концом стороны поля равна 0,4 мм, а СКО отсчета по линейке другого конца стороны – 0,7 мм. Ответ выразить в гектарах.

Вариант 6

1 Неравноточные измерения. Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений.

2 Практические задания по математической обработке геодезических измерений

Задание 2.1 Критерии оценки точности измерений

Истинные погрешности результатов определений превышений равны в миллиметрах: +0,11; +0,05; -0,02; +0,25; +0,04; -0,20; -0,12; -0,07; +0,50; -0,03; +0,13. Найти среднюю квадратическую, среднюю и вероятную погрешности одного измерения.

Задание 2.2 Обработка равноточных измерений одной величины

Найти вероятнейшее значение измеренного угла и произвести оценку точности.

Даны значения угла, измеренного 6 приемами.

Таблица 2.1 – Расчетная таблица для определения точности ряда измерений

№	l
1	93°42'13"
2	93°42'22"
3	93°42'18"
4	93°42'19"
5	93°42'15"
6	93°42'21"

Задание 2.3 Неравноточные измерения

Найти веса следующих функций:

1. $y = 2x_1 - 0,4x_2 + 0,5x_3$;

2. $y = 3x_1^2$;

если $p_{x_1} = 2$; $p_{x_2} = 0,2$; $p_{x_3} = 0,5$; $x_1 = 1$, $r_{x_i x_j} = 0$.

Задание 2.4 Уравнивание ходов способом полигонов профессора Попова

Произвести уравнивание нивелирных полигонов, если даны невязки полигонов:

1 полигон +10 мм

2 полигон -7 мм

3 полигон -12 мм

Число штативов по звеньям: 1- 6 шт., 2-2 шт., 3-2 шт., 4-5 шт., 5-3 шт., 6-5 шт.

Вариант 7

1 Метод наименьших квадратов.

2 Задания по математической обработке геодезических измерений

Задание 2.1 Обработка равноточных измерений одной величины

Найти вероятнейшее значение измеренного угла и произвести оценку точности.

Даны значения угла, измеренного 6 приемами.

Таблица 2.1 – Расчетная таблица для определения точности ряда измерений

№	l
1	55°41'15"
2	55°41'19"
3	55°41'20"
4	55°41'22"
5	55°41'12"
6	55°41'20"

Задание 2.2 Неравноточные измерения

Линия состоит из 5 отрезков, длины и средние квадратичные ошибки которых представлены ниже.

Длина первого отрезка 103,74 м, средняя квадратическая ошибка 0,054 м

Длина второго отрезка 129,67 м, средняя квадратическая ошибка 0,072 м

Длина третьего отрезка 145,81 м, средняя квадратическая ошибка 0,081 м

Длина четвертого отрезка 94,65 м, средняя квадратическая ошибка 0,063 м

Длина пятого отрезка 138,52 м, средняя квадратическая ошибка 0,115 м

Вычислить длину всей линии и ее среднюю квадратическую ошибку.

Задание 2.3 Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений

При компарировании реек для средней длины одного метра пары реек были получены результаты:

1 рейка черная сторона 1000,22 мм

красная 1000,08 мм

2 рейка черная сторона 999,96 мм

красная 999,90 мм

Определить среднюю длину одного метра пары реек и ее среднюю квадратическую ошибку.

Задание 2.4 Уравнивание ходов способом полигонов профессора Попова

Произвести уравнивание нивелирных полигонов, если даны невязки полигонов:

1 полигон -0,6 мм

2 полигон -3,0 мм

3 полигон +0,8 мм

Число штативов по звеньям: 1- 6 шт., 2-2 шт., 3-4 шт., 4-4 шт., 5-4 шт., 6-4 шт.

Вариант 8

1 Равноточные измерения

1.1 Свойства случайных ошибок равноточных измерений

1.2 Критерии точности результатов равноточных измерений

1.3 Средняя квадратическая ошибка функций измеренных величин

2 Практические задания по математической обработке геодезических измерений

Задание 2.1 Критерии оценки точности измерений

Светодалномер обеспечивает измерение расстояний со средней квадратической погрешностью $m=3$ см. Какую можно ожидать относительную погрешность при измерении сторон длиной: 1) 200 м; 2) 500 м; 3) 1000 м; 4) 1200 м.

Задание 2.2 Обработка равноточных измерений одной величины

Найти вероятнейшее значение измеренного угла и произвести оценку точности.

Даны значения угла, измеренного 6 приемами.

Таблица 2.1 – Расчетная таблица для определения точности ряда измерений

№	l
1	96°31'18"
2	96°31'10"
3	96°31'17"
4	96°31'20"
5	96°31'11"
6	96°31'14"

Задание 2.3 Определение коэффициента корреляции по опытными данным

На геодезическом пункте одновременно выполнялись измерения угла двумя теодолитами, из которых один был установлен на сигнале, а другой - на штативе под сигналом. При этом получены результаты:

Таблица 2.2 – Исходные данные

Станция:	№ наблюдений									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сигнал	3,21	2,21	2,11	2,49	3,19	3,29	4,41	2,67	0,75	2,20
Штатив	5,10	4,02	3,22	2,57	3,62	4,93	6,53	4,59	2,84	3,46

Вычислить оценку коэффициента корреляции между наблюдениями на сигнале и на штативе.

Задание 2.4 Уравнивание ходов способом полигонов профессора Попова

Произвести уравнивание нивелирных полигонов, если даны невязки полигонов:

1 полигон +1,2 см

2 полигон -1,1 см

3 полигон -0,7 см

Число штативов по звеньям: 1- 5 шт., 2-3 шт., 3-2 шт., 4-7 шт., 5-3 шт., 6-2 шт.

Вариант 9

1 Оценка точности измерений углов и превышений по невязкам в полигонах и ходах.

2 Практические задания по математической обработке геодезических измерений

Задание 2.1 Оценка точности функций измеренных величин

В треугольнике измерены углы α и β со средними квадратическими ошибками $m_\alpha=3.0''$ и $m_\beta=4.0''$. Найти m_γ третьего угла γ , вычисленного по углам α и β .

Задание 2.2 Обработка равноточных измерений одной величины

Найти вероятнейшее значение измеренного угла и произвести оценку точности.

Даны значения угла, измеренного 6 приемами.

Таблица 2.1 - Расчетная таблица для определения точности ряда измерений

№	l
1	51°46'25"
2	51°46'19"
3	51°46'29"
4	51°46'27"

5	51°46'20"
6	51°46'24"

Задание 2.3 Исследование ряда случайных величин на соответствие закону нормального распределения

Дан ряд случайных величин – 14 угловых невязок. Требуется вычислить значение математического ожидания, среднюю квадратическую ошибку, среднюю, вероятную и предельную ошибки, а также коэффициенты k_1 и k_2 .

Таблица 2.2 – Исходные данные

№	Невязки	№	Невязки
1	-0,19	8	-1,03
2	0,71	9	0,06
3	0	10	1,29
4	-0,24	11	-0,41
5	-0,76	12	-1,38
6	-0,38	13	-1,27
7	1,16	14	-0,62

Задание 2.4 Неравноточные измерения

Отметка узлового репера получена по шести ходам, известны средние квадратические ошибки по каждому ходу m_i (мм). Найти наиболее надежное значение отметки репера и произвести оценку точности.

Таблица 2.3 – Исходные данные

№ п/п	H, м	m_i (мм)
1	196,529	6,3
2	196,522	8,4
3	196,517	9,1
4	196,532	4,3
5	196,530	5,2
6	196,520	7,5

Вариант 10

1 Оценка точности вычислений с приближенными числами. Понятие о прямой и обратной задачах теории ошибок измерений. Принципы равных влияний.

2 Практические задания по математической обработке геодезических измерений

Задание 2.1 Оценка точности функций измеренных величин

Вычислить среднюю квадратическую ошибку определения площади прямоугольника со сторонами $a=20$ м и $b=30$ м, если точность измерения стороны 1 см.

Задание 2.2 Обработка равноточных измерений одной величины

Найти вероятнейшее значение измеренного угла и произвести оценку точности.

Даны значения угла, измеренного 6 приемами.

Таблица 2.1 – Расчетная таблица для определения точности ряда измерений

№	l
1	71°36'22"
2	71°36'28"
3	71°36'29"
4	71°36'27"
5	71°36'20"
6	71°36'30"

Задание 2.3 Исследование ряда случайных величин на соответствие закону нормального распределения

Дан статистический ряд случайных величин – угловые невязки 32 треугольников микротриангуляции. Найти значения математического ожидания $M(\Delta)$, средней

квадратической ошибки m . Вычислить среднюю, вероятную и предельную ошибки, а также коэффициенты k_1 и k_2 .

Таблица 2.2 – Исходные данные

№	Невязки	№	Невязки	№	Невязки	№	Невязки
1	-8,0	9	+16,4	17	-3,2	25	-1,8
2	-23,5	10	+11,9	18	-30,4	26	+32,3
3	-15,9	11	+4,7	19	-4,9	27	+43,0
4	-0,2	12	-35,4	20	+8,4	28	+13,7
5	-34,3	13	-2,8	21	-23,8	29	+9,6
6	-4,6	14	-26,6	22	+16,9	30	-22,1
7	-20,1	15	+8,3	23	-13,2	31	+18,7
8	-10,1	16	+20,5	24	+20,6	32	-6,0

Задание 2.4 Неравноточные измерения

Линия состоит из 5 отрезков, длины и средние квадратичные ошибки которых приведены в таблице. Найти наиболее надежное значение линии и произвести оценку точности.

Таблица 2.3 – Исходные данные

№ п/п	Длины S_i , м	m_i , м
1	103,74	0,054
2	129,67	0,072
3	145,81	0,081
4	94,65	0,063
5	138,52	0,115

Процедура оценивания контрольных работ:

Контрольные работы проводятся для обучающихся заочной формы обучения. В этом случае за контрольную работу выставляется оценка «зачет/незачет». Объем работы зависит от количества изучаемых вопросов. При оценке уровня выполнения контрольной работы, в соответствии с поставленными целями и задачами для данного вида учебной деятельности, могут быть установлены следующие критерии:

- умение работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и нормативно-законодательной литературой;
- умение собирать и систематизировать практический материал;
- умение самостоятельно осмысливать проблему на основе существующих методик;
- умение логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы;
- умение анализировать и обобщать материал;
- умение пользоваться глобальными информационными ресурсами и правильно их преподнести в контрольной работе.

Отметка выставляется на титульном листе работы и заверяется подписью преподавателя.

Контрольная работа, выполненная небрежно, не по своему варианту, без соблюдения правил, предъявляемых к ее оформлению, возвращается без проверки с указанием причин, которые доводятся до студента. В этом случае контрольная работа выполняется повторно.

При выявлении заданий, выполненных самостоятельно, преподаватель вправе провести защиту студентами своих работ. По результатам защиты преподаватель выносит решение либо о зачете контрольной работы, либо об ее возврате с изменением варианта. Защита контрольной работы предполагает свободное владение студентом материалом, изложенным в работе и хорошее знание учебной литературы, использованной при написании.

Шкала оценивания контрольной работы (заочная форма обучения)

Оценка	Описание
Зачтено	Контрольная работа выполнена по своему варианту, теоретический вопрос раскрыт в полном объеме, приведены рисунки, таблицы, дополняющие пояснения по работе; имеются ссылки на литературу; сформулировано заключение (вывод) по рассматриваемому вопросу. В задачах, предусмотренных по варианту, допущено по одной несущественной ошибке, но в целом ход решения верный, прописан ответ.
Не зачтено	Контрольная работа выполнена не по своему варианту, допущены существенные ошибки или задачи не решены вовсе. В теоретическом вопросе текст не дополнен рисунками, таблицами и формулами.

Структура расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа на тему: «Обработка результатов геодезических измерений» состоит из четырех разделов:

1. Исследование ряда случайных ошибок на соответствие закону нормального распределения
2. Определение коэффициента корреляции и уравнения регрессии по опытным данным
3. Оценка точности двойных неравноточных измерений
4. Уравнивание нивелирных сетей методом «красных чисел»

Вопросы к защите расчетно-графических работ

Вопросы к разделу 1: *Исследование ряда случайных ошибок на соответствие закону нормального распределения*

1. Что представляет собой нормальный закон распределения?
2. Дайте классификацию ошибок измерений.
3. Перечислите свойства случайных ошибок.
4. Каковы критерии оценки точности результатов измерений?
5. Что собой представляют начальные и центральные моменты при исследовании ряда случайных величин на соответствие закону нормального распределения? Для какой цели их применяют?
6. Что показывает нам критерий согласия Пирсона?
7. Назовите свойства кривой Гаусса.
8. В чем состоит различие между средней квадратической ошибкой и средним квадратическим отклонением (стандартом)?
9. Как можно определить вероятную ошибку?

Вопросы к разделу 2: *Определение коэффициента корреляции и уравнения регрессии по опытным данным*

1. Какие существуют формы зависимости между двумя величинами? Чем они отличаются друг от друга?
2. Что вы понимаете под корреляционной зависимостью?
3. Что характеризует коэффициент корреляции, в каких пределах изменяется и о чем это говорит?
4. Как оценивают надежность коэффициента корреляции: а) при большом числе измерений; б) при малом числе измерений?
5. Как выглядит уравнение регрессии? Что оно отражает?

Вопросы к разделу 3: *Оценка точности двойных неравноточных измерений*

1. Чем неравноточные измерения отличаются от равноточных измерений?

2. Дайте понятие веса.
3. Каким образом определить надежность результата неравноточных измерений?
4. В чем различие между средним арифметическим значением (у равноточных измерений) и арифметической серединой (у неравноточных измерений)?

Вопросы к разделу 4: *Уравнивание нивелирных сетей методом «красных чисел»*

1. Какие сети называют свободными и несвободными?
2. Точность каких величин оценивают при уравнивании?
3. Что называют фиктивным звеном?
4. Что представляет собой «красное число»?
5. Как оценивают точность результатов уравнивания сети использования способа

В.В. Попова?

Процедура оценивания расчетно-графических работ

Оценивание расчётно-графических работ (РГР) выполняется в форме рецензирования преподавателем оформленной пояснительной записки и принятия устной защиты. При рецензировании документов оценивается правильность выполнения, а также оформление текстовой и графической частей с соблюдением требований нормативно-технической документации. Защита РГР осуществляется в виде итогового собеседования с руководителем. Обучающемуся предлагается устно ответить на 5 – 6 вопросов из списка. При защите РГР учитывается:

- правильность решения задач;
- самостоятельность и творческий подход в раскрытии темы;
- логика аргументации и стройность изложения представленного материала;
- качество выполнения текстового и графического материала;
- полнота, правильность и аргументированность ответов при защите работы;
- своевременность представления работы;
- процент авторского текста.

Результаты защиты РГР проставляются на ее титульном листе и заверяются подписью преподавателя. Работа оценивается на «зачтено», «не зачтено» в соответствии с критериями.

Шкала оценивания расчетно-графической работы

Оценка	Описание
Зачтено	Расчетно-графическая работа выполнена по своему варианту, все разделы работы раскрыты в полном объеме, расчеты проведены верно либо допущены незначительные ошибки, приведены рисунки, таблицы, дополняющие пояснения по работе; имеются ссылки на литературу; сформулировано заключение (вывод) по рассматриваемому вопросу.
Не зачтено	Расчетно-графическая работа выполнена не по своему варианту, допущены существенные ошибки в расчетах или задания не выполнены вовсе. Расчеты не дополнены пояснениями, таблицами и используемыми формулами.