Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Минцаев Магомед Шавалович
Должность: Ректор
Дата подписания: 13.11.2025 09:33:27
Уникальный программный ключ:
236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М.Д. Миллионщикова

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
И.Г. Гайрабеков
«__» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Теория математической обработки геодезических измерений»

Специальность

21.05.01 Прикладная геодезия

Специализация

«Инженерная геодезия»

Квалификация

Инженер-геодезист

Грозный – 2020

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является научить студентов:

- приемам и методам математической обработки геодезических измерений в свете последних достижений математической науки;
- использовать математический аппарат, как инструмент для решения геодезических задач;
- применять теорию математической обработки геодезических измерений для анализа и обработки результатов измерений, для их проектирования или планирования.

Цель курса определяет следующие задачи дисциплины:

- ознакомить студентов с новыми теоретическими понятиями и методическими разработками по курсу;
- дать основные положения теории вероятностей, приемы и методы обработки равноточных и неравноточных результатов измерений, доверительная оценка и статистические исследования результатов измерений и их погрешностей;
- функции измеренных величин, дисперсионный и корреляционный анализ;
- ознакомить с основными методами уравнивания;
- выработать практические навыки составления и решения систем нормальных уравнений, вычисления веса функций;
- осветить групповые и комбинированные методы уравнивания и интерполирование по измеренным значениям функций.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория математической обработки геодезических измерений» относится к базовой части профессионального цикла. Учебным планом специальности 21.05.01 предусмотрена для изучения в седьмом и восьмом семестрах.

В теоретико-методологическом и практическом направлении она тесно связана со следующими дисциплинами учебного плана: геодезия (методы, способы и приборы при производстве геодезических измерений); математика (геометрия, алгебра, определители и системы уравнений, дифференциальное исчисление функции одной переменной, основы теории вероятности и математической статистики, матричное исчисление); высшая геодезия и основы координатно-временных систем (математическая обработка результатов высокоточных геодезических построений).

Дисциплина «Теория математической обработки геодезических измерений» является предшествующей для дисциплин: геодезическая астрономия с основами астрометрии, инженерно-геодезические изыскания, проектирование геодезических работ и для решения определенных задач в топографо-геодезическом производстве.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- готовностью получать и обрабатывать инженерно-геодезическую информацию об инженерных сооружениях и их элементах для соблюдения проектной геометрии сооружения при его строительстве и эксплуатации (ПК-6);

- готовностью к разработке алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач и владение методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений (ПК-13);

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия теории вероятностей;
- общие закономерности результатов и погрешностей измерений и их числовые характеристики;
- основы методов уравнивания геодезических измерений.

уметь:

- применять стандартные распределения результатов измерений и их погрешностей;
- оценивать точности результатов неравноточных измерений, функций измеренных величин;
- уравнивать геодезические построения;
- вычислять веса функций в коррелатном и параметрическом способах уравнивания;
- интерполировать по измеренным значениям функций.

владеть:

- способами уравнивания геодезических измерений по методу наименьших квадратов;
- способами уравнивания геодезических измерений коррелатным и параметрическим способами;
- способами решения нормальных уравнений методом Гаусса;
- групповыми способами решения условных уравнений;
- приближенными способами уравнивания геодезических построений.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры			
			7	8	7	8
	ОФО	ЗФО	ОФО		ЗФО	
Контактная работа (всего)	**116/3,2**	**32/0,8**	**68/1,9**	**48/1,3**	16/0,4	16/0,4

В том числе:							
Лекции		50/1,4	20/0,5	34/0,9	16/0,4	10/0,3	10/0,3
Практические занятия		66/1,8	12/0,3	34/0,9	32/0,8	6/0,1	6/0,1
Семинары		-		-			
Лабораторные работы		-		-			
Самостоятельная работа (всего)		**100/2,7**	**184/5,1**	**50/1,4**	**50/1,4**	**90/2,1**	**94/2,4**
В том числе:							
Курсовая работа (проект)							
Расчетно-графические работы							
ИТР							
Рефераты			28/0,7			18/0,5	22/0,6
Доклады							
Презентации							
И (или) другие виды самостоятельной работы:							
Подготовка к лабораторным работам		-		-			
Подготовка к практическим занятиям		28/0,7	72/2,0	14/0,4	14/0,4	36/1,0	36/1,0
Подготовка к зачету		36/1,0	36/1,0	36/1,0		36/1,0	
Подготовка к экзамену		36/1,0	36/1,0		36/1,0		36/1,0
Вид отчетности				**зачет**	**экз**	**зачет**	**экз**
Общая трудоемкость дисциплины	**ВСЕГО в часах**	**216**	**216**	**108**	**108**	**108**	**108**
	ВСЕГО в зач. единицах	**6**	**6**	**3**	**3**	**3**	**3**

5.Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплиныпо семестрам	Часы лекционных занятий	Часы лабораторных занятий	Часы практических (семинарских) занятий	Всего часов

7 семестр					
1.	Задачи и содержание математической обработки геодезических измерений. Общие закономерности результатов и погрешностей измерений и их числовые характеристики.	4		4	8
2.	Стандартные распределения результатов измерений и их погрешностей.	6		6	12
3.	Математическая обработка измерений одной величины.	6		6	12
4.	Статистические исследования результатов измерений и их погрешностей.	6		6	12
5.	Функции измеренных величин	6		6	12
6.	Основы методов уравнивания геодезических измерений.	6		6	12
8 семестр					
7.	Основные способы уравнивания геодезических измерений по методу наименьших квадратов	2		4	6
8.	Составление и решение систем нормальных уравнений. Другие методы вычислений при уравнивании геодезических измерений.	4		6	10
9.	Вычисление веса функции и примеры уравнивания. Видоизмененные способы уравнивания геодезических построений.	4		6	10
10.	Уравнительные вычисления при большом числе неизвестных.	4		6	10

11.	Интерполирование по измеренным значениям функций.	2		8	10

5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Задачи и содержание математической обработки геодезических измерений. Общие закономерности результатов и погрешностей измерений и их числовые характеристики.	Измерения и их погрешности. Задачи математической обработки измерений. Основные понятия теории погрешностей. Из истории математической обработки результатов геодезических измерений. Распределение результатов измерений и их погрешностей. Центр группирования результатов измерений и их погрешностей. Рассеивание результатов и погрешностей измерений. Теория моментов.
2.	Стандартные распределения результатов измерений и их погрешностей.	Нормальное распределения. Равномерное распределения. Биноминальное распределения. χ^2 - распределения. Распределение Стьюдента. Асимметрия и эксцесс. Закон больших чисел и центральная предельная теорема. Приложение теории информации к вероятно-статистическому анализу погрешностей измерений.
3.	Математическая обработка измерений одной величины.	Обработка равноточных измерений. Вероятнейшее значение неравноточно измеренной величины. Оценка точности результатов неравноточных измерений. Двойные (параллельные измерения).
4.	Статистические исследования результатов измерений и их погрешностей.	Статистическая проверка гипотез. Определение постоянной погрешности. Определение предельной погрешности. Отбраковка результатов измерений. Проверка равноточности рядов измерений. Проверка нормальности распределения результатов измерений и их погрешностей. Дисперсионный анализ результатов измерений.
5.	Функции измеренных величин	Понятие о функциональной и стохастической связях. Центр группирования функций измеренных величин. Оценка точности функций измеренных величин. Влияние погрешностей округления аргументов на точность функций. Вес функции измеренных величин. Расчет точности измерений.
6.	Основы методов уравнивания геодезических измерений.	Задачи уравнивания геодезических построений. Основные способы уравнивания геодезических построений. Применение методов математического программирования для уравнивания геодезических

		построений. Применение метода наименьших квадратов для уравнивания геодезических построений. Матричная запись условных уравнений поправок и параметрических уравнений поправок. Уравнительные вычисления в свете теории линейных пространств. Уравнительные вычисления в евклидовых пространствах.
7.	Основные способы уравнивания геодезических измерений по методу наименьших квадратов	Принципы наименьших квадратов, арифметической средней и наибольшего веса. Коррелатный способ уравнивания. Параметрический способ уравнивания. Примеры уравнивания коррелатным способом. Примеры уравнивания параметрическим способом.
8.	Составление и решение систем нормальных уравнений. Другие методы вычислений при уравнивании геодезических измерений.	Вычисление коэффициента нормальных уравнений. Преобразование неравноточных измерений в равноточные. Общие соображения о решении нормальных уравнений. Способ Крамера. Решение нормальных уравнений методом Гаусса. Контроль решения нормальных уравнений. Полная и сокращенная схема решения нормальных уравнений алгоритмом Гаусса. Уточнение корней нормальных уравнений. Совместимость системы линейных уравнений. Инверсионный метод решения нормальных уравнений. Сущность метода приближенных вычислений. Способ квадратного корня. Способ Зейделя. Способ Гаусса.
9.	Вычисление веса функции и примеры уравнивания. Видоизмененные способы уравнивания геодезических построений.	Вычисление веса функции в коррелатном способе уравнивания. Вычисление веса функции в параметрическом способе уравнивания. Оценка точности по материалам уравнивания. Уравнивание геодезических измерений способом полигонов. Уравнивание периодических функций. Групповые способы решения условных уравнений. Способ Крюгера. Способ Урмаева–Крюгера. Способ Больца. Способ Бесселя. Способ Шрейбера.
10.	Уравнительные вычисления при большом числе неизвестных.	Составление и решение больших систем нормальных уравнений. Групповой или обобщенный способ приближений. Способ последовательной ортогонализации. Уравнивание функций результатов измерений. Приближенные способы уравнивания геодезических построений. Способ Коши.
11.	Интерполирование по измеренным значениям функций.	Кривые регрессии. Линейная регрессия. Криволинейная регрессия. Периодическая регрессия. Способ Чебышева.

5.3. Лабораторные занятия (не предусмотрены)

5.4. Практические (семинарские) занятия

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практических работ
1.	Задачи и содержание математической обработки геодезических измерений. Общие закономерности результатов и погрешностей измерений и их числовые характеристики.	Статистическое исследование ряда истинных ошибок.
2.	Стандартные распределения результатов измерений и их погрешностей.	Корреляционная зависимость, линейная регрессия.
3.	Математическая обработка измерений одной величины.	Обработка ряда равноточных измерений.
4.	Статистические исследования результатов измерений и их погрешностей.	Обработка ряда неравноточных измерений.
5.	Функции измеренных величин	Обработка двойных измерений
6.	Основы методов уравнивания геодезических измерений.	Коррелатное уравнивание высотной сети.
7.	Основные способы уравнивания геодезических измерений по методу наименьших квадратов	Коррелатное уравнивание плановой сети.
8.	Составление и решение систем нормальных уравнений. Другие методы вычислений при уравнивании геодезических измерений.	Параметрическое уравнивание высотной сети.
9.	Вычисление веса функции и примеры уравнивания. Видоизмененные способы уравнивания геодезических построений.	Параметрическое уравнивание плановой сети.
10.	Уравнительные вычисления при большом числе неизвестных.	Теория ошибок. Решение задач по нахождению средних квадратических ошибок равноточных измерений.
11.	Интерполирование по измеренным значениям функций.	Теория ошибок. Решение задач по нахождению средних квадратических ошибок неравноточных измерений.

6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Темы рефератов

1. Общие положения теории погрешностей измерений;
2. Понятие о погрешности измерений;
3. Классификация измерений;
4. Необходимые и избыточные измерения;
5. Равноточные и неравноточные измерения;

6. Зависимые и независимые измерения;
7. Прямые и косвенные измерения;
8. Виды погрешностей измерений;
9. Грубые промахи;
10. Систематические погрешности;
11. Случайные погрешности;
12. Свойства случайных погрешностей измерений;
13. Ошибки округления;
14. Меры точности результатов измерений (σ и m);
15. Прямая и обратная задача теории погрешностей измерений;
16. Интервальная оценка результатов измерений;
17. Статистическое исследование ряда случайных погрешностей.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

1. Маркузе Ю.И. Теория математической обработки геодезических измерений [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Маркузе Ю.И., Голубев В.В.— Электрон.текстовые данные.— М.: Академический Проект, Альма Матер, 2015.— 248 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/36737.— ЭБС «IPRbooks»
2. Беликов А.Б. Математическая обработка результатов геодезических измерений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Беликов А.Б., Симонян В.В.— Электрон.текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 432 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30431.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Теория математической обработки геодезических измерений: Методические указания и контрольные работы / СПГГИ (ТУ). Сост. А.В.Зубов, Т.В.Зубова. – СПб.:2007.
4. Лесных, Н.Б. Теория математической обработки геодезических измерений. Метод наименьших квадратов: Учеб.пособие. - Новосибирск, 2003

7. Оценочные средства

Образец текущего контроля

Практическая работа

Составить параметрические уравнения поправок для превышений.
Исходные данные – табл.1, результаты измерений – табл.2. В качестве параметров принять высоты определяемых реперов, свободные члены параметрических уравнений поправок выразить в сантиметрах.

Табл.1 Исходные данные

	H(м)
рпA	188,452
рпB	188,838
рпC	186,298

			h1	рпА	рп11	2,214	12,8
			h2	рп11	рп12	1,566	14,2
			h3	рп11	рп13	-0,302	16,7
			h4	рп12	рп13	-1,881	12,4
			h5	рп14	рп13	0,915	15,8
			h6	рп12	рп14	-2,814	15,1
			h7	рп14	рпС	-3,137	17,8
			h8	рп13	рпВ	1,517	12,1

Табл.2 Результаты измерений

№ хода	нач. репер	кон. репер	превышения h(м)	длина s(км)

Приближенные высоты определяемых реперов (параметров):

$$H_{рп1}^0 = t_1^0 = 190.7$$
$$H_{рп2}^0 = t_2^0 = 192.2$$
$$H_{рп3}^0 = t_3^0 = 190.4$$
$$H_{рп4}^0 = t_4^0 = 189.4$$

Параметрические уравнения связи и параметрические уравнения поправок имеют вид:

$\bar{h}_1 = t_1 - H_A$ $\quad v_1 = \tau_1 + t_1^0 - H_A - h_1$

$\bar{h}_2 = t_2 - t_1$ $\quad v_2 = -\tau_1 + \tau_2 + t_2^0 - t_1^0 - h_2$

$\bar{h}_3 = t_3 - t_1$ $\quad v_3 = -\tau_1 + \tau_3 + t_3^0 - t_1^0 - h_3$

$\bar{h}_4 = t_3 - t_2$ $\quad v_4 = -\tau_2 + \tau_3 + t_3^0 - t_2^0 - h_4$

$\bar{h}_5 = t_3 - t_4$ $\quad v_5 = \tau_3 - \tau_4 + t_3^0 - t_4^0 - h_5$

$\bar{h}_6 = t_4 - t_2$ $\quad v_6 = -\tau_2 + \tau_4 + t_4^0 - t_2^0 - h_6$

$\bar{h}_7 = H_C - t_4$ $\quad v_7 = -\tau_4 + H_C - t_4^0 - h_7$

$\bar{h}_8 = t_3 - H_B$ $\quad v_8 = \tau_3 + t_3^0 - H_B - h_8$

Свободные члены параметрических уравнений поправок равны:

$a_{10} = t_1^0 - H_A - h_1$ $\quad a_{10} = 3.4$

$a_{20} = t_2^0 - t_1^0 - h_2$ $\quad a_{20} = -6.6$

$a_{30} = t_3^0 - t_1^0 - h_3$ $\quad a_{30} = 0.2$

$a_{40} = t_3^0 - t_2^0 - h_4$ $\quad a_{40} = 8.1$

$a_{50} = t_3^0 - t_4^0 - h_5$ $\quad a_{50} = 8.5$

$a_{60} = t_4^0 - t_2^0 - h_6$ $\quad a_{60} = 1.4$

$a_{70} = H_C - t_4^0 - h_7$ $\quad a_{70} = 3.5$

$a_{80} = t_3^0 - H_B - h_8$ $\quad a_{80} = 4.5$

Вопросы к первой рубежной аттестации (7 семестр)

1. Вероятностное моделирование ошибок измерений.
2. Основные числовые характеристики ошибок измерений.
3. Равноточные результаты измерений.
4. Неравноточные результаты измерений.
5. Необходимые и избыточные измерения.
6. Инструментальные, личностные, внешние и методические погрешности измерений.
7. Относительная частота и вероятность события.
8. Сложение вероятностей.
9. Независимые и зависимые события.
10. Умножение вероятностей.

Образец билета 1 руб.аттестации

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М.Д. МИЛЛИОНЩИКОВА

БИЛЕТ № 13

Дисциплина Теория математической обработки геодезических измерений
ИСАиД специальность Прикладная геодезия семестр 7

1. Сложение вероятностей.
2. Независимые и зависимые события.
3. Умножение вероятностей.

УТВЕРЖДАЮ:
«_____» _____ 2020 г. Зав. кафедрой _____

Вопросы ко второй рубежной аттестации (7 семестр)

1. История теории и практики уравнивания геодезических построений.
2. Закономерности случайных величин.
3. Характеристика распределения случайной величины.
4. Числовая характеристика центра группирования.
5. Рассеивания случайных величин.
6. Вероятностно-статистический анализ результатов и погрешностей измерений.
7. Нормальное распределение случайной величины.
8. Равномерное распределение случайной величины.
9. Биноминальное распределение случайной величины.
10. Определение биноминальных коэффициентов с помощью треугольника Паскаля.
11. Показатели для определения уклонения от нормального распределения.
12. Математическое выражение свойств массовых случайных явлений.
13. Количественная характеристика неопределенности.
14. Числовая характеристика закона распределения – энтропия.
15. Принцип практической достоверности случайной величины.
16. Вероятнейшее значение неравноточно измеренной величины.

Образец билета 2 руб. аттестации

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М.Д. МИЛЛИОНЩИКОВА

БИЛЕТ № 10

Дисциплина Теория математической обработки геодезических измерений
ИСАиД специальность Прикладная геодезия семестр 7

1. Нормальное распределение случайной величины.
2. Равномерное распределение случайной величины.
3. Биноминальное распределение случайной величины.

УТВЕРЖДАЮ:
«____» _____ 2020 г. Зав. кафедрой _____

Вопросы к зачету (7 семестр)

1. Вероятностное моделирование ошибок измерений.
2. Основные числовые характеристики ошибок измерений.
3. Равноточные результаты измерений.
4. Неравноточные результаты измерений.
5. Необходимые и избыточные измерения.
6. Инструментальные, личностные, внешние и методические погрешности измерений.
7. Относительная частота и вероятность события.
8. Сложение вероятностей.
9. Независимые и зависимые события.
10. Умножение вероятностей.
4. История теории и практики уравнивания геодезических построений.
5. Закономерности случайных величин.
6. Характеристика распределения случайной величины.
7. Числовая характеристика центра группирования.
8. Рассеивания случайных величин.
9. Вероятностно-статистический анализ результатов и погрешностей измерений.
10. Нормальное распределение случайной величины.
11. Равномерное распределение случайной величины.
12. Биноминальное распределение случайной величины.
13. Определение биноминальных коэффициентов с помощью треугольника Паскаля.
14. Показатели для определения уклонения от нормального распределения.
15. Математическое выражение свойств массовых случайных явлений.
16. Количественная характеристика неопределенности.
17. Числовая характеристика закона распределения – энтропия.
18. Принцип практической достоверности случайной величины.
19. Вероятнейшее значение неравноточно измеренной величины.

Образец билета к зачету

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М.Д. МИЛЛИОНЩИКОВА

БИЛЕТ № 10

Дисциплина Теория математической обработки геодезических измерений
ИСАиД специальность Прикладная геодезия семестр 7

1. Независимые и зависимые события.
2. Умножение вероятностей.
3. История теории и практики уравнивания геодезических построений

УТВЕРЖДАЮ:
«____» 2020 г. Зав. кафедрой _____

Вопросы к первой рубежной аттестации (8 семестр)

1. Определение средней квадратической ошибки аргументов функции независимых величин по средней квадратической ошибке этой функции.
2. Принципы равных средних квадратичских ошибок.
3. Принцип равных влияний.
4. Принцип имеющихся возможностей.
5. Определение «веса» измерения.
6. Вычисление «веса» функции независимо измеренных величин по «весам» её аргументов.
7. Принципы «равных весов» и «равных влияний».
8. Математическая обработка ряда равноточных, независимых, свободных от «систематики» измерений одной величины.
9. Нахождение наиболее надёжного значения измеряемой величины, оценка точности измерений, оценка точности наиболее надёжного значения.
10. Математическая обработка ряда неравноточных, независимых, свободных от «систематики» измерений одной величины.
11. Нахождение наиболее надёжного значения измеряемой величины.
12. Оценка точности измерений и наиболее надёжного значения.

Образец билета 1 руб.аттестации

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М.Д. МИЛЛИОНЩИКОВА

БИЛЕТ № 13

Дисциплина Теория математической обработки геодезических измерений
ИСАиД специальность Прикладная геодезия семестр 8

1. Принцип равных влияний.
2. Принцип имеющихся возможностей.
3. Определение «веса» измерения.

УТВЕРЖДАЮ:
«_____» _____ 2020 г. Зав. кафедрой _____

Вопросы ко второй рубежной аттестации (8 семестр)

1. Построение доверительных границ для математического ожидания и среднего квадратического отклонения при математической обработке рядов независимых измерений одной величины.
2. Математическая обработка повторных (двойных) *равноточных, независимых* измерений разных величин: нахождение наиболее надёжных значений измеряемых величин, оценка точности измерений, оценка точности наиболее надёжных значений.
3. Математическая обработка повторных (двойных) *неравноточных, независимых* измерений разных величин: нахождение наиболее надёжных значений измеряемых величин, оценка точности измерений, оценка точности наиболее надёжных значений.
4. Матрицы и основные операции над ними: сравнение, сложение, умножение матрицы на число, умножение матриц, транспонирование, обращение квадратной матрицы.
5. Дифференцирование линейных и произвольных матричных функций векторного аргумента и квадратичных форм в матричной форме записи.
6. Применение способа Гаусса для решения линейных уравнений.
7. Определение ранга матрицы.
8. Сущность инверсионного метода решения нормальных уравнений.

9. Приведение системы нормальных уравнений к треугольному виду.
10. Операции с приближенными числами.
11. Решение нормальных уравнений способом краковян.
12. Составление и решение систем нормальных уравнений коррелатным способом.
13. составление и решение системы нормальных уравнений параметрическим способом.

Образец билета 2 руб.аттестации

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М.Д. МИЛЛИОНЩИКОВА

БИЛЕТ № 13

Дисциплина Теория математической обработки геодезических измерений
ИСАиД специальность Прикладная геодезия семестр 8

1. Принцип равных влияний.
2. Принцип имеющихся возможностей.
3. Определение «веса» измерения.

УТВЕРЖДАЮ:
«_____» _____ 2020 г. Зав. кафедрой _____

Перечень вопросов к экзамену по курсу «Теория математической обработки геодезических измерений»

1. Вероятностное моделирование ошибок измерений. Основные числовые характеристики ошибок измерений.
2. Написать и пояснить формулу для вычисления квадрата СКО функции измеренных величин:
3. Определение СКО аргументов функции *независимых* величин по СКО этой функции (принципы равных СКО; равных влияний; имеющихся возможностей).
4. Определение «веса» измерения. Вычисление «веса» функции *независимо* измеренных величин по «весам» её аргументов.
5. Определение «весов» *независимых* аргументов по заданному «весу» их функции (принципы «равных весов» и «равных влияний».
6. Математическая обработка ряда *равноточных*, *независимых*, свободных от «систематики» измерений одной величины: нахождение наиболее надёжного значения измеряемой величины, оценка точности измерений, оценка точности наиболее надёжного значения.
7. Математическая обработка ряда *неравноточных*, *независимых*, свободных от «систематики» измерений одной величины: нахождение наиболее надёжного значения измеряемой величины, оценка точности измерений и наиболее надёжного значения.
8. Построение доверительных границ для математического ожидания и среднего квадратического отклонения при математической обработке рядов независимых измерений одной величины.
9. Математическая обработка повторных (двойных) *равноточных*, *независимых* измерений разных величин: нахождение наиболее надёжных значений измеряемых величин, оценка точности измерений, оценка точности наиболее надёжных значений.
10. Математическая обработка повторных (двойных) *неравноточных*, *независимых* измерений разных величин: нахождение наиболее надёжных значений измеряемых величин, оценка точности измерений, оценка точности наиболее надёжных значений.

11. Матрицы и основные операции над ними: сравнение, сложение, умножение матрицы на число, умножение матриц, транспонирование, обращение квадратной матрицы. Дифференцирование линейных и произвольных матричных функций векторного аргумента и квадратичных форм в матричной форме записи.
12. Опираясь на определение корреляционного момента случайных величин Xi и Xj получить формулу, определяющую для случайного вектора X его ковариационную матрицу. Ковариационная матрица линейного и произвольного преобразований случайного вектора.
13. Ковариационная матрица измерений и её частные формы, определяемые видом измерений (зависимость-независимость, равноточность-неравноточность): корреляционная, дисперсионная и единичная матрицы.
14. Вывод алгоритма *коррелатной* версии МНК-оптимизации измерений: условные уравнения связи, приведение их к линейному виду и решение под условием, МНК-поправки к измерениям, уравненные значения измерений.
15. Получить нормальные уравнения *коррелат* (NL - W = 0) по линеаризованным условным уравнениям поправок (BV + W = 0), решаемым под условием.
16. Укрупнённая блок-схема *коррелатной* версии МНК-оптимизации данных (6 первых этапов), используемая при математической обработке геодезических измерений, контроли.
17. Опираясь на условие отсутствия систематических ошибок в измерениях (E(y)=*Y*) и ковариационную матрицу измерений (Ky = K), определите математические ожидания и ковариационные матрицы «векторов-оценивателей» алгоритма *коррелатной* версии МНК-оптимизации.
18. Вывести формулы для вычисления допустимых значений «невязок», коррелат, и МНК-поправок для *коррелатной* версии МНК-оптимизации.
19. Масштабный показатель точности измерений s2: определение и анализ, вывод формулы его апостериорного оценивания в *коррелатной* версии МНК-оптимизации, проверка гипотезы.
20. Априорная и апостериорная оценка точности уравненных значений измерений и функций от них при *коррелатном* способе уравнивания.
21. Поэтапная реализация технологии *коррелатной* версии МНК-оптимизации: особенности этапов и контроли как отдельных шагов, так и всего процесса.
22. Вывод алгоритма *параметрической* версии МНК-оптимизации измерений: параметрические уравнения связи, приведение их к линейному виду и решение под условием , МНК-поправки к параметрам и измерениям, уравненные значения параметров и измерений.
23. Получить нормальные *параметрические* уравнения по линеаризованным уравнениям поправок, решаемым под условием.
24. Укрупнённая блок-схема *параметрической* версии МНК-оптимизации (6 первых этапов), используемой при математической обработке геодезических измерений, контроли.
25. Опираясь на отсутствие систематических ошибок в измерениях (E(y)=*Y*) , ковариационную матрицу измерений (Ky = K) и «неслучайность» приближённых значений параметров , определите математические ожидания и ковариационные матрицы «векторов-оценивателей» *параметрической* версии МНК-оптимизации.
26. Масштабный показатель точности измерений s2: определение и анализ, вывод формулы его апостериорного оценивания в *параметрической* версии МНК-оптимизации, проверка гипотезы.
27. Априорная и апостериорная оценка точности уравненных значений параметров и функций от них при *параметрическом* способе уравнивания.
28. Поэтапная реализация технологии *параметрической* версии МНК-оптимизации: особенности этапов, контроли отдельных шагов и процесса в целом.

29. Теорема о сумме отношений дисперсий измеряемых величин после уравнивания и до него.
30. Ортогональность матриц коэффициентов линеаризованных уравнений связи коррелатной и параметрической версий: BA = 0. Контрольное соотношение BL = W.
31. Неслучайные ошибки: анализ данных, оценивание неслучайных ошибок, проверка гипотезы о незнàчимости таких ошибок.
32. Блочные матрицы и операции над ними: сложение, транспонирование, блочное обращение квадратных матриц, обращение симметрических матриц.
33. Учёт ошибок координат опорных пунктов при МНК-оптимизации геодезических измерений.

Образец билета к экзамену

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М.Д. МИЛЛИОНЩИКОВА

БИЛЕТ № 13

Дисциплина Теория математической обработки геодезических измерений
ИСАиД специальность Прикладная геодезия семестр 8

1. Сущность инверсионного метода решения нормальных уравнений.
2. Приведение системы нормальных уравнений к треугольному виду.
3. Операции с приближенными числами.

УТВЕРЖДАЮ:
«_____» 2020 г. Зав. кафедрой _____

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Маркузе Ю.И. Теория математической обработки геодезических измерений [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Маркузе Ю.И., Голубев В.В.— Электрон.текстовые данные.— М.: Академический Проект, Альма Матер, 2015.— 248 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/36737.— ЭБС «IPRbooks»
2. Беликов А.Б. Математическая обработка результатов геодезических измерений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Беликов А.Б., Симонян В.В.— Электрон.текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 432 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30431.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Теория математической обработки геодезических измерений: Методические указания и контрольные работы / СПГГИ (ТУ). Сост. А.В.Зубов, Т.В.Зубова. – СПб.:2007.
4. Лесных, Н.Б. Теория математической обработки геодезических измерений. Метод наименьших квадратов: Учеб.пособие. - Новосибирск, 2003

б) дополнительная литература:

1. Большаков, В.Д. Теория математической обработки геодезических измерений / В.Д. Большаков, П.А. Гайдаев. – М.: Недра, 1977. – 367 с.

2. Большаков, В.Д. Практикум по теории математической обработки геодезических измерений / В.Д. Большаков, Ю.И. Маркузе. – М.: Недра, 1984. – 352 с.
3. Большаков, В.Д. Уравнивание геодезических построений: справочное пособие / В.Д. Большаков, Ю.И. Маркузе, В.В. Голубев. – М.: Недра, 1989. – 413 с.
4. Беляев Б.И., Тевзадзе М.Н. Теория погрешностей и способ наименьших квадратов: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1992.
5. Заварыкин В.М., Житомирский В.Г., Лапчик М.П. Численные методы. - М.: Просвещение, 1991.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, орг. техника, (все – в стандартной комплектации для лабораторных занятий и самостоятельной работы).

Для выполнения расчетно-графических и лабораторных работ используется программа «Credo»и т.п.

Составитель:

Ст.преп.каф. « ГЗК» /Ибрагимова Э.И. /

Согласовано:

/Зав. выпускающей кафедрой Гайрабеков И. Г.

Директор ДУМР Магомаева М.А