

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧОУ ВО «МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ РЫНКА»

Кафедра экономики кадастра

СОГЛАСОВАНО

Начальник Учебно-методического
управления

«07» сентября 2016 г.

А.А.Бодров

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
работе

«07» сентября 2016 г.

С.Н. Перов



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

Профиль подготовки Городской кадастр

Квалификация (степень выпускника) бакалавр

Форма обучения заочная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методической
комиссии «06» сентября 2016 г.

Руководитель образовательной программы Е.А. Кукольников Е.А. Кукольников

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры экономики и
кадастра «05» сентября 2016 года (протокол № 3)

Заведующий кафедрой В.М. Рамзаев В.М. Рамзаев

г. Самара – 2016 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Математическая обработка геодезических измерений» – изучение методов определения значений величин по результатам измерений и методов выявления и оценок ошибок измерений.

Основные задачи – оценивание параметров распределения по ряду измерений, оценка точности измерений и функций измеренных величин, предрасчет необходимой точности измерений.

Дисциплина «Математическая обработка геодезических измерений» является одной из основных в подготовке кадастровых специалистов. Математическая обработка измерений позволяет получать максимально точные результаты и исключать возможные погрешности. Это и определяет цели преподавания предмета. В процессе обучения у студента должно быть четко сформировано представление:

- о принципах оценки точности результатов измерений и их функций;
- о способах уравнивания съемочных сетей;
- об оценке точности простейших съемочных сетей.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Данная учебная дисциплина входит в состав вариативной части дисциплин учебного плана направления подготовки. Для усвоения дисциплины необходимы знания, полученные в результате освоения курсов «Геодезия», «Математика».

Знания и умения, усвоенные студентами в процессе изучения дисциплины, необходимы в качестве основы для освоения иных технических дисциплин, например, таких как – «Геодезические работы при ведении кадастра».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Математическая обработка геодезических измерений» способствует формированию следующих компетенций, предусмотренных ФГОС-3+ по данному направлению подготовки ВО:

а) обще-профессиональных:

способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1)

способностью использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами (ОПК-3);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- методы проведения измерений;
- элементы теории погрешностей измерений;
- формулы оценки точности результатов измерений и их функций;
- алгоритмы обработки результатов многократных измерений одной и той же величины;

- способы упрощенного уравнивания простейших геодезических построений.

уметь:

- оценивать точность результатов геодезических измерений;

- выполнять упрощенное уравнивание съемочной сети;
- выполнять математическую обработку ряда многократных измерений одной и той же величины.

владеть:

- технологиями в области геодезии на уровне самостоятельного решения практических вопросов специальности;
- методами и навыками использования современных измерительных средств и технологий;
- методикой уравнивания геодезических сетей;
- методикой оценки результатов точности геодезических измерений.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа:

для заочной формы обучения 5 лет: 4 – лекции, 6 – практические занятия, 58 – самостоятельная работа, 4 - зачет.

4.1 Структура учебной дисциплины (модуля)

| Общая трудоемкость дисциплины и виды учебной работы | Форма обучения | Всего часов/ЗЕТ | Семестры | | | |
|---|----------------|-----------------|----------------------------|--|--|--|
| | | | заочная - 8 | | | |
| | | | Количество часов в семестр | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | заочная | 72/2 | 72/2 | | | |
| Аудиторные занятия | заочная | 10 | 10 | | | |
| Лекции | заочная | 4 | 4 | | | |
| Практические занятия | заочная | 6 | 6 | | | |
| Внеаудиторная работа | заочная | 58 | 58 | | | |
| Вид итогового контроля - зачет | заочная | 4 | 4 | | | |

4.2 Содержание учебной дисциплины (по разделам)

| № п/п | Раздел учебной дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) |
|----------|--|---------|-----------------|--|-----------------|--------------------|---------------------|--|
| | | | | Лекции | Прак. работы | Лаборат. работы | Внеаудит. работа | |
| | | | | заочная | заочная | заочная | заочная | |
| 1 | Раздел 1 Введение | 8 | 1 | 1 | | | 4 | Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу. |
| 2 | Раздел 2 Теория погрешностей. 2.1. Основные понятия и определения | 8 | 2,3 | 1 | 2 | | 4 | Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу |
| 3 | 2.2. Оценка точности функций результатов измерений | 8 | 4,5 | | | | 4 | Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу. |
| 4 | 2.3. Накапливание случайных погрешностей при основных геодезических измерениях | 8 | 6,7 | | | | 4 | Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу. |
| 5 | 2.4. Математическая обработка ряда равноточных независимых результатов измерений одной и той же величины | 8 | 8 | | | | 4 | Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу. |
| 6 | 2.5. Оценка относительной точности результатов измерений и их функций | 8 | 9 | | | | 5 | Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу. |
| 7 | 2.6. Математическая обработка ряда неравноточных независимых измерений одной и той же величины | 8 | 10, 11 | | | | 5 | Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу. |
| 8 | 2.7. Оценка точности результатов измерений, связанных условиями | 8 | 12 | | | | 5 | Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу. |

| № п/п | Раздел учебной дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) |
|--|--|---------|-----------------|--|-----------------|--------------------|---------------------|---|
| | | | | Лекции | Прак. работы | Лаборат. работы | Внеаудит. работа | |
| | | | | заочная | заочная | заочная | заочная | |
| 9 | Раздел 3 Основы метода наименьших квадратов. 3.1. Принцип минимума суммы квадратов поправок | 8 | 13 | 1 | 2 | | 4 | Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу |
| 10 | 3.2. Понятие о параметрическом способе уравнивания | 8 | 14 | | | | 5 | Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу |
| 11 | 3.3. Понятие о коррелятном способе уравнивания | 8 | 15 | | | | 5 | Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу |
| 12 | Раздел 4 Упрощенные способы уравнивания съемочных сетей. 4.1. Уравнивание системы съемочных ходов с одной узловой точкой | 8 | 16 | 1 | 2 | | 4 | Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу |
| 13 | 4.2. Уравнивание системы съемочных ходов с несколькими узловыми точками способом последовательных приближений | 8 | 17, 18 | | | | 5 | Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу |
| Форма промежуточной аттестации – зачет | | | | | | | | |

4.3. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела |
|----------|--|--|
| 1 | Раздел 1 Введение | Задачи дисциплины «Математическая обработка результатов измерений». Краткий исторический очерк. Принципиальный подход к изучению теоретических основ дисциплины |
| 2 | Раздел 2 Теория погрешностей. 2.1. Основные понятия и определения | Измерения и их виды: понятие измерения, факторы и условия измерений. Классификация измерений. Погрешность результата измерений. Классификация погрешностей измерений. Свойства случайных погрешностей. Результат измерения и погрешность измерения как случайные величины. Нормальный закон распределения случайных погрешностей. Понятия точности результатов измерений. Количественные критерии точности измерений: средняя квадратическая погрешность (СКП), как количественная мера точности результатов измерений, формула Гаусса, предельная погрешность, средняя и вероятная погрешность |
| 3 | 2.2. Оценка точности функций результатов измерений | Оценка точности линейной функции результатов измерений: формула для вычисления СКП линейных функций результатов измерений; частные случаи. Оценка точности нелинейных функций результатов измерений: формула для вычисления СКП нелинейной функции в общем виде, примеры вычисления СКП нелинейных функции простейшего вида. |
| 4 | 2.3. Накапливание случайных погрешностей при основных геодезических измерениях | Угломерные работы: закон накапливания случайных погрешностей в сумме углов теодолитного хода, при передаче дирекционного угла на “n” сторону теодолитного хода. Линейные измерения: накапливание случайных погрешностей при измерении длин линий местности мерной лентой, коэффициент случайного влияния и его физический смысл. Геометрическое нивелирование: накапливание случайных погрешностей при проложении нивелирных ходов в равнинной и всхолмленной местностях, СКП нивелирования на станции, (километрическая) погрешность на 1 км. хода. Принцип расчета допусков при контроле качества геодезических измерений. Использование формул, отражающих законы накапливания погрешностей при основных геодезических измерениях для решения задач по оценке точности угломерных ходов, ходов геометрического нивелирования. |
| 5 | 2.4. Математическая обработка ряда | Две задачи обработки ряда: уравнивание и оценка точности. Простая арифметическая середина и |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела |
|----------|---|---|
| | <i>равноточных независимых результатов измерений одной и той же величины</i> | ее свойства. Условия Гаусса-Маркова. СКП простой арифметической середины. Вероятнейшие поправки и их свойство. Формула Бесселя. Порядок математической обработки ряда равноточных измерений одной и той же величины. Пример обработки ряда. |
| 6 | <i>2.5. Оценка относительной точности результатов измерений и их функций</i> | Понятие веса. Вес как мера относительной точности результатов измерений. СКП единицы веса. Вес функции результатов измерений: формула обратного веса функций линейного и нелинейного вида. Примеры использования полученных формул для расчета обратных весов функций различного вида. Вес суммы «n» углов, вес невязки в n-угольнике. Вес дирекционного угла «n»-й линии теодолитного хода. Расчет весов при геометрическом нивелировании: передача высоты по ходу в «n» станций, по ходу общей длиной L км |
| 7 | <i>2.6. Математическая обработка ряда неравноточных независимых измерений одной и той же величины</i> | Общая арифметическая середина и ее свойства. Ср.кв. погрешность единицы веса и СКП средневзвешенного. Порядок математической обработки ряда неравноточных измерений одной и той же величины. Пример обработки ряда. |
| 8 | <i>2.7. Оценка точности результатов измерений, связанных условиями</i> | Понятие условного уравнения, невязки условного уравнения. Формула вычисления СКП по невязкам. Оценка точности угловых измерений по невязкам в полигонах и ходах. Оценка точности геометрического нивелирования по невязкам в полигонах и ходах. Оценка точности по разностям двойных измерений (разность двойного измерения d, рассматривается как невязка (истинная погрешность) условного уравнения $X-X=0$). |
| 9 | <i>Раздел 3 Основы метода наименьших квадратов. 3.1. Принцип минимума суммы квадратов поправок</i> | Суть принципа минимума суммы квадратов вероятнейших поправок $[PV^2]=\min$. На примере показать, что в случае многократных измерений одной и той же величины этот принцип приведет к общей арифметической середине |
| 10 | <i>3.2. Понятие о параметрическом способе уравнивания</i> | Суть параметрического метода уравнивания: принятые обозначения, параметрические уравнения связи, параметрические уравнения поправок. Преобразованные параметрические уравнения поправок. Нормальные уравнения, методы составления и решения. Оценки точности в параметрическом способе |
| 11 | <i>3.3. Понятие о коррелятном способе уравнивания</i> | Суть коррелятного способа уравнивания: сущность задачи, условные уравнения, условные уравнения поправок, нормальные уравнения коррелят, оценка точности |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела |
|----------|---|---|
| 12 | Раздел 4 Упрощенные способы уравнивания съёмочных сетей. 4.1. Уравнивание системы съёмочных ходов с одной узловой точкой | Принципиальная сущность упрощенных методов. Суть способа. Алгоритм решения задачи: предварительная обработка ходов; вычисление уравниваемого значения дирекционного угла узловой линии и дирекционных углов линий ходов; вычисление уравненных значений координат узловой точки и координат точек сети. Оценка точности |
| 13 | 4.2. Уравнивание системы съёмочных ходов с несколькими узловыми точками способом последовательных приближений | Сущность способа. Используемые формулы, приведенные веса. Порядок уравнивания на примере системы нивелирных ходов с несколькими узловыми точками. Принцип оценки точности |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины используются следующие формы учебной работы:

- лекции – традиционные лекции, сопровождающиеся демонстрацией компьютерных презентаций и видеоматериалов;
- практические занятия - обсуждение лекционного материала, решение задач, консультирование преподавателем по теоретическим и практическим аспектам дисциплины, вопросам подготовки рефератов;
- внеаудиторная работа обучающихся - усвоение лекционного материала, изучение и усвоение материалов основной и дополнительной литературы по дисциплине, подготовка к практическим занятиям, выполнение домашних заданий, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний;
- текущий контроль успеваемости – проверочные, контрольные работы, устные опросы, проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу;
- промежуточный контроль успеваемости – устный экзамен.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости включают в себя отчёт по выполненным работам, тесты по темам дисциплины.

Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины включают вопросы к экзамену.

Разнообразные оценочные средства направлены на выявление качества усвоенных знаний, степени сформированности компетенций, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом направления «Землеустройство и кадастры», учебным планом и рабочей программой дисциплины.

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Структура и содержание внеаудиторной работы |
|----------|--|--|
| 1 | Раздел 1 Введение | Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Задачи дисциплины «Математическая обработка результатов измерений». Краткий исторический очерк. Принципиальный подход к изучению теоретических основ дисциплины |
| 2 | Раздел 2 Теория погрешностей. 2.1. Основные понятия и определения | Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Измерения и их виды: понятие измерения, факторы и условия измерений. Классификация измерений. Погрешность результата измерений. Классификация погрешностей измерений. Свойства случайных погрешностей. Результат измерения и погрешность измерения как случайные величины. Нормальный закон распределения случайных погрешностей. Понятия точности результатов измерений. Количественные критерии точности измерений: средняя квадратическая погрешность (СКП), как количественная мера точности результатов измерений, формула Гаусса, предельная погрешность, средняя и вероятная погрешность |
| 3 | 2.2. Оценка точности функций результатов измерений | Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Оценка точности линейной функции результатов измерений: формула для вычисления СКП линейных функций результатов измерений; частные случаи. Оценка точности нелинейных функций результатов измерений: формула для вычисления СКП нелинейной функции в общем виде, примеры вычисления СКП нелинейных функции простейшего вида. |
| 4 | 2.3. Накапливание случайных погрешностей при основных геодезических измерениях | Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Угломерные работы: закон накапливания случайных погрешностей в сумме углов теодолитного хода, при передаче дирекционного угла на “n” сторону теодолитного хода. Линейные измерения: накапливание случайных погрешностей при измерении длин линий местности мерной лентой, коэффициент случайного влияния и его физический смысл. Геометрическое нивелирование: накапливание случайных погрешностей при проложении нивелирных ходов в равнинной и всхолмленной местностях, СКП нивелирования на станции, (километрическая) погрешность на 1 км. хода. Принцип расчета допусков при контроле качества геодезических измерений. Использование формул, отражающих законы |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Структура и содержание внеаудиторной работы |
|----------|---|---|
| | | накапливания погрешностей при основных геодезических измерениях для решения задач по оценке точности угломерных ходов, ходов геометрического нивелирования. |
| 5 | 2.4. Математическая обработка ряда равноточных независимых результатов измерений одной и той же величины | Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Две задачи обработки ряда: уравнивание и оценка точности. Простая арифметическая середина и ее свойства. Условия Гаусса-Маркова. СКП простой арифметической середины. Вероятнейшие поправки и их свойство. Формула Бесселя. Порядок математической обработки ряда равноточных измерений одной и той же величины. Пример обработки ряда. |
| 6 | 2.5. Оценка относительной точности результатов измерений и их функций | Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Понятие веса. Вес как мера относительной точности результатов измерений. СКП единицы веса. Вес функции результатов измерений: формула обратного веса функций линейного и нелинейного вида. Примеры использования полученных формул для расчета обратных весов функций различного вида. Вес суммы «n» углов, вес невязки в n-угольнике. Вес дирекционного угла «n»-й линии теодолитного хода. Расчет весов при геометрическом нивелировании: передача высоты по ходу в «n» станций, по ходу общей длиной L км |
| 7 | 2.6. Математическая обработка ряда неравноточных независимых измерений одной и той же величины | Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Общая арифметическая середина и ее свойства. Ср.кв. погрешность единицы веса и СКП средневзвешенного. Порядок математической обработки ряда неравноточных измерений одной и той же величины. Пример обработки ряда. |
| 8 | 2.7. Оценка точности результатов измерений, связанных условиями | Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Понятие условного уравнения, невязки условного уравнения. Формула вычисления СКП по невязкам. Оценка точности угловых измерений по невязкам в полигонах и ходах. Оценка точности геометрического нивелирования по невязкам в полигонах и ходах. Оценка точности по разностям двойных измерений (разность двойного измерения d, рассматривается как невязка (истинная погрешность) условного уравнения $X-X=0$). |
| 9 | Раздел 3 Основы метода наименьших квадратов. | Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Суть принципа минимума суммы квадратов |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Структура и содержание внеаудиторной работы |
|----------|---|---|
| | 3.1. Принцип минимума суммы квадратов поправок | вероятнейших поправок $[PV^2]=\min$. На примере показать, что в случае многократных измерений одной и той же величины этот принцип приведет к общей арифметической середине |
| 10 | 3.2. Понятие о параметрическом способе уравнивания | Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Суть параметрического метода уравнивания: принятые обозначения, параметрические уравнения связи, параметрические уравнения поправок. Преобразованные параметрические уравнения поправок. Нормальные уравнения, методы составления и решения. Оценки точности в параметрическом способе |
| 11 | 3.3. Понятие о коррелятном способе уравнивания | Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Суть коррелятного способа уравнивания: сущность задачи, условные уравнения, условные уравнения поправок, нормальные уравнения коррелят, оценка точности |
| 12 | Раздел 4 Упрощенные способы уравнивания съёмочных сетей. 4.1. Уравнивание системы съёмочных ходов с одной узловой точкой | Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Принципиальная сущность упрощенных методов. Суть способа. Алгоритм решения задачи: предварительная обработка ходов; вычисление уравниваемого значения дирекционного угла узловой линии и дирекционных углов линий ходов; вычисление уравненных значений координат узловой точки и координат точек сети. Оценка точности |
| 13 | 4.2. Уравнивание системы съёмочных ходов с несколькими узловыми точками способом последовательных приближений | Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Сущность способа. Используемые формулы, приведенные веса. Порядок уравнивания на примере системы нивелирных ходов с несколькими узловыми точками. Принцип оценки точности |

Учебно-методическое обеспечение внеаудиторной работы обучающихся включает задания для контрольных заданий для студентов заочной формы обучения, рекомендованный перечень информационных источников, требования к выполнению работ.

Указанные оценочные средства и учебно-методическое обеспечение внеаудиторной работы представлены в методических рекомендациях для обучающихся по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры», профилю «Городской кадастр» и методических рекомендациях по внеаудиторной работе обучающихся по направлению «Землеустройство и кадастры», профилю «Городской кадастр».

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Основная литература

1. Золотова Е.В. , Скогорева Р.Н. Геодезия с основами кадастра: учебник. – М.: Академический Проект, Фонд «Мир», 2012. – 416 с.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=143124
2. Кочетова Э.Ф. Инженерная геодезия: учебное пособие. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – 154 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=427379
3. Кузнецов О.Ф. Основы геодезии и топография местности: учебное пособие. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014. – 289 с.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=260766
4. Шпаков П.С. , Юнаков Ю.Л. Математическая обработка результатов измерений: учебное пособие. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. – 410 с.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=435837
5. Юнусов А.Г. и др. Геодезия: учебник для вузов. – М.: Академический проект, Трикста, 2015. – 416 с.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=144231

7.2. Дополнительная литература

1. Бисиркина Т.А. Курс лекций по геодезии. Учебно – методическое пособие. – Самара; СМИУ, - 2010, 79 с.
2. Бисиркина Т.А. Решение геодезических задач. Методические указания. - Самара, СМИУ, - 2007, 19 с.
3. Гришенцев А.Ю. Теория и практика технического и технологического эксперимента: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 102 с.
4. Инженерная геодезия: Учеб. /Под ред. Д.Ш. Михелева.- 9-е изд., испр.-М.: Академия, 2008.-480 с.
5. Маслов А.В, Гордеев А.В. Геодезия: Учеб.- М.: КолосС, 2008.- 598 с.
6. Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия. М.: КолосС, 2006.
7. Нефедова Г.А., Ащеулов В.А. Теория математической обработки геодезических измерений в конспективном изложении: Учебное пособие. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 140 с.
8. Орлов А.И. Учебное пособие. Курс лекций по разделу «Теория погрешностей», М., «Верона-Сервис», 2001 г.
9. Орлов А.И. Учебное пособие. Руководство к решению задач по разделу «Теория погрешностей», М., «Верона-Сервис», 2001 г.
10. Поклад Г.Г., Гриднев С.П. Геодезия: Учеб. пособие.- 2-е изд.- М.: АкадемПроект, 2008.- 592 с.

7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Информационно-справочные системы и электронные библиотеки: ЭБС "Университетская библиотека online", научная электронная библиотека «elibrary.ru».
2. Правовые базы Гарант и Консультант Плюс.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются: учебные аудитории, оснащенные необходимой мебелью и учебной доской, мультимедийный проектор, ноутбук, экран, флипчарт, ПК.

Материально-техническое обеспечение самостоятельной работы обучающихся включает в себя библиотеку и библиотечные фонды, читальный зал, компьютерные классы с доступом в сеть Интернет, к электронным библиотечным системам, программным продуктам и информационным справочным системам.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОСЗ+ ВО по направлению «Землеустройство и кадастры»

Авторы:



А.В.Колпаков, ст. преподаватель

Рецензент:



О.В. Кравченко, к.э.н., доцент



ЧАСТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ РЫНКА»

Кафедра экономики и кадастра

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой экономики и
кадастра

«05» сентября 2016 г.

В.М. Рамзаев

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Учебно-методического
управления

«05» сентября 2016 г.

А.А. Бодров

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Учебная дисциплина

Математическая обработка геодезических измерений
(наименование дисциплины (модуля))

Для студентов заочной форм обучения

Направление 21.03.02 Землеустройство и кадастры

Профиль «Городской кадастр»

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Составитель:



А.В. Колпаков, ст. преподаватель

г. Самара – 2016 г.

1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Задания для контрольных работ

Вариант 1

Решение задач по теории ошибок измерений.

Задача 1. По данным ряда случайных ошибок измерений вычислить показатели точности измерений и проверить выполнение свойств случайных ошибок ($n=20$):

0.30;-1.24;0.59;-1.79;0.24;0.27;1.73;0.45;0.34;-0.09;1.09;-2.04;0.93;-0.07;-1.81;0.20;-0.71;1.58;-0.33;-2.18

Задача 2.1. Напишите выражение для средних квадратических погрешностей следующих функций:

$$\text{а) } u = \lg x_1 + \lg x_2; \quad \text{в) } u = x_1 - x_2,$$

если аргументы этих функций – независимо измеренные величины с заданными средними квадратическими ошибками m_1 и m_2 .

Задача 2.2. С какой средней квадратической погрешностью определено горизонтальное проложение линии $S = D \cdot \cos v$, если угол наклона $v = 10^\circ 00'$ измерен со средней квадр. погрешностью $m_v = 1'$, а длина линии на местности $D = 40.03$ м измерена с $m_D = 2.0$ см?

Задача 2.3. Объем земляного тела цилиндрической формы получен по формуле $V_1 = \frac{P_1 + P_2}{2} h$, где $P_1 = P_2 = 50.00 \text{ м}^2$ - площади верхнего и нижнего оснований, а $h = 3.00$ м. - его высота. С какой точностью надо измерить P_1, P_2, h , чтобы $m_v = 1 \text{ м}^3$?

Задача 2.4. Найти среднюю квадратическую погрешность в сумме двух приращений абсцисс, если расстояния $S_1 = 200.03 \text{ м}$ и $S_2 = 190.21 \text{ м}$ измерены независимо со средними квадратическими погрешностями $m_{S_1} = 2.0 \text{ см}$ и $m_{S_2} = 1.5 \text{ см}$, а ковариационная матрица дирекционных углов $\alpha_1 = 30^\circ 00' 00''$ и $\alpha_2 = 35^\circ 00' 00''$ имеет вид

$$K_\alpha = \mu^2 \begin{pmatrix} 4.0 & 0.4 \\ 0.4 & 4.9 \end{pmatrix}, \quad \mu = 3.0''.$$

Задача 2.5. Определить среднюю квадратическую погрешность угла наклона визирной оси трубы теодолита, если отсчеты при КП и КЛ сделаны со средней квадратической погрешностью $m = 3.0''$

Задача 3.1. Углы треугольника измерены с весами $P_1 = 3.0$, $P_2 = 2.0$, $P_3 = 1.0$. Определить средние квадратические погрешности углов, если средняя квадратическая погрешность единицы веса $\mu = 3.0''$.

Задача 3.2. Найти обратный вес (в общем виде) функции $U = 5X_1 - X_2^2$, если X_1 и X_2 - независимо измеренные аргументы с весами P_1 и P_2 .

Задача 3.3. Два угла измерены: первый - восемью приемами, а второй - шестнадцатью. Средняя квадратическая погрешность измерения угла в одном приеме $6.5''$. Определить среднюю квадратическую погрешность разности окончательных значений углов.

Задача 3.4. Найти вес угла, полученного как результат двукратного измерения, если известно, что средняя квадратическая погрешность одного измерения $8''$, а средняя квадратическая погрешность единицы веса равна $30''$.

Задача 3.5. Углы измерены тремя теодолитами со средними квадратическими погрешностями однократного измерения соответственно $m_1 = 2''$, $m_2 = 4''$, $m_3 = 6''$.

Первым теодолитом угол был измерен два раза, вторым – три раза, третьим – четыре раза. Найти среднюю квадратическую погрешность и вес суммы окончательных значений углов, приняв $\mu = m_1$.

Вариант 2

Решение задач по теории ошибок измерений.

Задача 1. По данным ряда случайных ошибок измерений вычислить показатели точности измерений и проверить выполнение свойств случайных ошибок ($n=20$):

1.09;-2.04;0.93;-0.07;-1.81;0.20;-0.71;1.58;-0.33;-2.18;0.98;0.45;-0.47;-0.13;1.01;0.66;-1.61;-0.88;0.15;-0.86

Задача 2.1. Напишите выражение для средней квадратической погрешности функции $U = X_1 X_2$,

если известна ковариационная матрица её аргументов $K_x = \begin{pmatrix} 1.20 & 0.80 \\ 0.80 & 2.40 \end{pmatrix}$.

Задача 2.2. С какой средней квадратической погрешностью будет определено увеличение трубы $V = f_{об}/f_{ок}$, если $f_{об} = 250$ мм и $f_{ок} = 10$ мм – фокусные расстояния объектива и окуляра, соответственно, определённые независимо со средней квадратической погрешностью $m_f = 0.1$ мм?

Задача 2.3. Дирекционный угол первой линии теодолитного хода получен как среднее арифметическое по результатам определений через два примычных угла (рис.1) β'_1 и β''_1 . Определить среднюю квадратическую погрешность окончательного значения дирекционного угла первой линии α_1 , если примычные углы измерены независимо со средними квадратическими погрешностями $m_\beta = 3.0''$, а исходные дирекционные углы α'_H и α''_H имеют ковариационную матрицу

$$K_\alpha = \begin{pmatrix} 4.0 & 0.8 \\ 0.8 & 4.0 \end{pmatrix}.$$

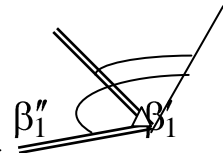


Рис.1

Задача 2.4. С какой точностью следует измерить базисы $b_1 = 100.00$ м и $b_2 = 110.00$ м (угол между ними $\alpha = 90^\circ 00' 00''$), чтобы определить расстояние S со средней квадратической погрешностью 2 см (рис.2)?

Задача 2.5. С какой точностью будет получено превышение $h = S \operatorname{tg} \gamma$, если расстояние $S = 50.00$ м и угол $\gamma = 30^\circ 00'$ измерены со средними квадратическими погрешностями $m_s = 2.0$ см, $m_\gamma = 1'$?

Задача 3.1. Угол измерен трижды со средней квадратической погрешностью измерений $m = 3''$. Определить среднюю квадратическую погрешность и вес наиболее надёжного значения угла, приняв $\mu = m$

Задача 3.2. Выразить обратный вес функции $U = X_1 X_2 X_3$ независимо измеренных аргументов, характеризующиеся весами P_1, P_2, P_3 .

Задача 3.3. Высота сигнала h определена по формуле $h = S \operatorname{ctg} Z$, где $Z = 70^\circ 18' 30''$ – зенитное расстояние; $S = 124.18$ м – расстояние до сигнала. Средние квадратические погрешности измерений $m_z = 10''$ и $m_s = 0.05$ м. Определить вес величины h , приняв ошибку единицы веса $\mu = m_s$.

Задача 3.4. Нивелирный ход состоит из четырех секций, превышения в которых измерены со средними квадратическими погрешностями $m_1 = 6.0$ мм, $m_2 = 4.0$ мм, $m_3 = 6.0$ мм, $m_4 = 2.0$ мм. Установить веса измеренных превышений.

Задача 3.5. Вес суммы шести углов равен 2. Измерения равноточные. Определить вес одного угла.

Вариант 3

Решение задач по теории ошибок измерений.

Задача 1. По данным ряда случайных ошибок измерений вычислить показатели точности измерений и проверить выполнение свойств случайных ошибок ($n=20$):

0.98;0.45;-0.47;-0.13;1.01;0.66;-1.61;-0.88;0.15;-0.86;-0.28;0.23;1.16;-0.13;-0.88;1.05;0.03;0.12;-1.45;0.85

Задача 2.1. Напишите выражение для средней квадратической погрешности функции

$$U = x_2 - x_1. \text{ Ковариационная матрица аргументов равна } K_x = \begin{pmatrix} 4.0 & 0 \\ 0 & 9.0 \end{pmatrix}.$$

Задача 2.2. Объем тела вычисляется по формуле $V = \frac{1}{3}h(P_1 + P_2 + \sqrt{P_1 P_2})$. Высота

тела $h = 2.00$ м определена со средней квадратической погрешностью $m_h = 0.02$ м.

$P_1 = 10.00 \text{ м}^2$ и $P_2 = 50.00 \text{ м}^2$ - площади верхнего и нижнего оснований, определённые со средними квадратическими погрешностями $m_{P_1} = 1 \text{ см}^2$, $m_{P_2} = 0.5 \text{ см}^2$. Найти среднюю квадратическую погрешность объема тела V .

Задача 2.3. С какой средней квадратической погрешностью будет определено место нуля теодолита, если отсчеты **КП** и **КЛ** характеризуются средней квадратической погрешностью $0.5''$?

Задача 2.4. С какой точностью будет определено расстояние $S = \sqrt{b_1^2 + b_2^2 - 2b_1 b_2 \cos \alpha}$, если базисы $b_1 = 100.00$ м и $b_2 = 110.00$ м характеризуются средней квадратической погрешностью $m_b = 2.0$ см, а угол между ними $\alpha = 60^\circ 00' 00''$ - средней квадратической погрешностью $m_\alpha = 1.0'$?

Задача 2.5. Вычислить среднюю квадратическую погрешность дирекционного угла пятой стороны теодолитного хода, если средняя квадратическая погрешность начального дирекционного угла $m''_\alpha = 7''$, а углы хода характеризуются средней квадратической погрешностью $m'_\alpha = 1'$?

Задача 3.1. Линия измерена равноточно пять раз. Найти вес среднего арифметического этих измерений, если вес однократного измерения принят равным 1.

Задача 3.2. Написать выражение для обратного веса функции независимо измеренных аргументов $U = 5X_1 + 4X_2 X_3$, если установлены веса аргументов: $P_1 = 2.0$, $P_2 = 3.0$, $P_3 = 1.0$.

Задача 3.3. Угол измерен три раза. Какой вес имеет окончательный результат, если вес одного направления принять равным единице?

Задача 3.4. В треугольнике один угол измерен тремя приемами, второй – шестью. Найти вес вычисленного третьего угла, если все приемы равноточные, а вес угла, полученного из одного приема, принят равным единице.

Задача 3.5. Средняя квадратическая погрешность измерения угла $m''_\beta = 15''$. Найти

вес суммы 20 углов, измеренных в тех же условиях, если средняя квадратическая погрешность единицы веса $\mu'' = 30''$.

Вариант 4

Решение задач по теории ошибок измерений.

Задача 1. По данным ряда случайных ошибок измерений вычислить показатели точности измерений и проверить выполнение свойств случайных ошибок ($n=20$):

-0.28;0.23;1.16;-0.13;-0.88;1.05;0.03;0.12;-1.45;0.85;-0.76;-1.27;-1.44;-0.43;-0.99;-0.68;-0.40;0.10;-2.46;0.58

Задача 2.1. Напишите выражение для средней квадратической погрешности функции

$$U = 5X_1 - 2X_2, \text{ если ковариационная матрица её аргументов } K_x = \begin{pmatrix} 4.0 & 0 \\ 0 & 9.0 \end{pmatrix}.$$

Задача 2.2. Определить среднее квадратическое значение угловой невязки многоугольника, если средняя квадратическая погрешность углов $m''_\beta = 1.5''$, а число углов $n = 10$.

Задача 2.3. Какова средняя квадратическая погрешность длины линии, вычисленной по приращениям координат $\Delta X = 200.00$ м, $\Delta Y = 100.00$ м, ковариационная матрица которых равна

$$K_x = \begin{pmatrix} 2.0 & 0.5 \\ 0.5 & 4.0 \end{pmatrix} (\text{см}^2).$$

Задача 2.4. Угол γ в треугольнике вычислен по углам α и β , каждый из которых получен дважды со средней квадратической погрешностью однократного измерения $m'' = 2.0''$. Определить среднюю квадратическую погрешность угла γ .

Задача 2.5. С какой точностью будет вычислена площадь треугольника $S = \frac{1}{2} ab \sin \gamma$, если его стороны и угол равны: $a = 200.00$ м, $b = 300.00$ м, $\gamma = 60^\circ 00' 00''$?. Средние квадратические погрешности независимо измеренных аргументов равны: $m_\alpha = 2.0$ см, $m_b = 3.0$ см, $m''_\gamma = 5.0''$.

Задача 3.1. Измерение, характеризующееся средней квадратической погрешностью $m_1 = 3.0$, имеет вес $P_1 = 2.0$. Определить вес измерения со средней квадратической погрешностью $m_2 = 4.0$.

Задача 3.2. Записать выражение для обратного веса функции $U = 25X_1 + 4X_2X_3$ независимо измеренных аргументов, веса которых равны: $P_1 = 2.0$, $P_2 = 1.0$, $P_3 = 3.0$.

Задача 3.3. Угол α получен как среднее из результатов измерений 16 приемами, характеризующимися средней квадратической погрешностью одного приема $m''_\alpha = 2.0''$. Угол β измерен 9 приемами. Средняя квадратическая погрешность измерений одним приемом $m''_\beta = 3.0''$. Определить вес суммы наиболее надёжных значений углов $\bar{\alpha}$ и $\bar{\beta}$, приняв за ошибку единицы веса $\mu = m''_\alpha$.

Задача 3.4. Определить вес объема прямоугольного параллелепипеда, если его ребра $a = 10.00$ м, $b = 4.0$ м, $c = 5.0$ м измерены с весами $P_a = 8$, $P_b = 10$, $P_c = 12$.

Задача 3.5. Вычислить вес угла γ , равного полусумме углов α и β , веса которых $P_\alpha = 3$, $P_\beta = 4$.

Вариант 5

Решение задач по теории ошибок измерений.

Задача 1. По данным ряда случайных ошибок измерений вычислить показатели точности измерений и проверить выполнение свойств случайных ошибок ($n=20$):
-0.76;-1.27;-1.44;-0.43;-0.99;-0.68;-0.40;0.10;-2.46;0.58;-0.80;-0.52;0.28;0.48;1.28;0.19;-1.83;-0.44;0.36;-0.62

Задача 2.1. Напишите выражение для средней квадратической погрешности функции $U = X_1 - X_2 + X_3$, если ковариационная матрица её аргументов равна:

$$K_x = \begin{pmatrix} 3.00 & 0.36 & 0 \\ 0.36 & 2.00 & 0 \\ 0 & 0 & 4.00 \end{pmatrix}.$$

Задача 2.2. Определить среднюю квадратическую погрешность уклона воды в реке, вычисляемого по формуле $P = (H_B - H_A)/S$, если $H_B = 1.00\text{м}$, $H_A = 2.00\text{м}$ - отметки уреза воды около кольев, определены со средними квадратическими погрешностями $m_{H_A} = 5.0\text{см}$, $m_{H_B} = 4.0\text{см}$, а расстояние между ними $S = 100.00\text{м}$ характеризуется $m_S = 0.1\text{м}$

Задача 2.3. С какой точностью определена длина линии **AB** из решения обратной геодезической задачи, если приращения координат концов линии равны $\Delta X = 200.00\text{м}$, $\Delta Y = 200.00\text{м}$. Они характеризуются ковариационной матрицей

$$K = \begin{pmatrix} 2.0 & 0.5 \\ 0.5 & 2.0 \end{pmatrix} (\text{см}^2).$$

Задача 2.4. Вычислить среднее квадратическое значение невязки приращений абсцисс замкнутого полигона из четырех пунктов. Ковариационная матрица приращений

$$K_X = \begin{pmatrix} 2.0 & 0.5 & 0.4 & 0.3 \\ 0.5 & 2.2 & 0.5 & 0.4 \\ 0.4 & 0.5 & 3.0 & 0.3 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 4.0 \end{pmatrix} (\text{см}^2).$$

Задача 2.5. Площадь фигуры состоит из трех частей. С какой точностью должна быть измерена каждая из этих частей, чтобы площадь всей фигуры имела среднюю квадратическую ошибку $m = 5\text{ см}^2$?

Задача 3.1. Вес измеренного угла принят равным **9.0**. Найти среднюю квадратическую погрешность этого угла, если ошибка единицы веса $\mu = 3.0''$

Задача 3.2. Выразить обратный вес функции $U = X_1/X_2 + 2X_3$ независимо измеренных аргументов, веса которых равны: $P_1 = 2$; $P_2 = 4$; $P_3 = 3$.

Задача 3.3. Углы треугольника измерялись тремя различными теодолитами. Первый угол был измерен **9** раз. Второй – **16** раз, третий – **25** раз. Средние квадратические погрешности измерений для каждого из теодолитов равны, соответственно, **3.0''**, **4.0''**, **5.0''**. Найти веса средних значений каждого угла, если ошибка единицы веса $\mu = 1.0''$.

Задача 3.4. Найти вес полусуммы углов α и β , если вес каждого из этих углов равен **5.0**.

Задача 3.5. Вес измерений угла принят за **1.0**. Сколько раз нужно измерить угол, чтобы получить вес окончательного значения равным **4.0**?

Итоговый тест

ТЕОРИЯ ОШИБОК

Обозначения:

«n» – число выполненных измерений;

X – истинное (реальное) значение измеряемой величины;

X – случайная величина (СВ), являющаяся вероятностной моделью технологии измерений;

$E(X)$ – математическое ожидание СВ « X », моделирующее среднее значение используемой технологии;

$x_i \in X$ – результат i -го измерения, он же элемент спектра СВ « X »;

$\Theta = x - X$ – истинная ошибка измерений;

$\Delta = x - E(X)$ – случайная ошибка измерений;

$\delta = E(X) - X$ – постоянная систематическая ошибка измерений;

1. Ошибки измерений связаны между собой соотношением:

а) $\Theta = \Delta - \delta$; б) $\Theta = \Delta * \delta$; в) $\Theta = \Delta + \delta$; г) $\Theta = \Delta / \delta$.

2. Дисперсии ошибок измерений связаны между собой соотношением:

а) $\sigma_{\Theta}^2 = \sigma_{\Delta}^2 + \sigma_{\delta}^2$; б) $\sigma_{\Theta}^2 = \sigma_{\Delta}^2 - \sigma_{\delta}^2$; в) $\sigma_{\Theta}^2 = \sigma_{\Delta}^2 * \sigma_{\delta}^2$; г) $\sigma_{\Theta}^2 = \sigma_{\Delta}^2 / \sigma_{\delta}^2$.

3. Каким свойством не обладают случайные нормально распределённые ошибки измерений « Δ »?

а) $E(\Delta) = 0$; б) $P(\Delta > 0) = P(\Delta < 0)$; в) $f(\Delta) = \text{const}$;

г) $P(|\Delta| < \sigma_{\Delta}) > P(\sigma_{\Delta} < |\Delta| < 2\sigma_{\Delta})$.

4. Среднее арифметическое – это состоятельная, несмещённая, МД-оценка:

а) дисперсии;

б) стандарта;

в) среднего отклонения;

г) математического ожидания.

5. Среднее взвешенное (весовое) $\bar{x}_B = \frac{[px]}{[p]}$ – это состоятельная, несмещённая, МД-

оценка:

а) стандарта; б) дисперсии; в) математического ожидания; г) среднего отклонения.

6. Средняя квадратическая ошибка (СКО) $m = \sqrt{\frac{\sum_i (\bar{x} - x_i)^2}{n - 1}}$ – это оценка:

а) дисперсии; б) стандарта; в) среднего отклонения; г) математического ожидания.

7. СКО m_z функции независимых аргументов $z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ всегда –

а) меньше самой маленькой СКО аргументов m_i ;

б) равна самой большой СКО аргументов m_i ;

в) больше самой большой СКО аргументов m_i ;

г) меньше самой большой СКО аргументов m_i .

8. СКО **i-го** измерения функции независимых аргументов $z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ **всегда** –

- а) меньше СКО функции m_z ;
- б) равна СКО функции m_z ;
- в) больше СКО функции m_z ;
- г) трудно сказать.

9. Коррелированность измерений **влияет на СКО** m_z функции независимых аргументов $z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$:

- а) в сторону увеличения;
- б) в сторону уменьшения;
- в) трудно установить без числовых данных;
- г) не влияет.

10. Точность измерений по материалам математической обработки независимого **равноточного ряда** наблюдений оценивается по формуле:

а) $\mu = \sqrt{\frac{[p\tilde{v}\tilde{v}]}{n-1}}$; б) $m = \sqrt{\frac{[d'd']}{2(k-1)}}$; в) $m = \sqrt{\frac{[\tilde{v}\tilde{v}]}{n-1}}$; г) $\mu = \sqrt{\frac{[pd'd']}{2(k-1)}}$.

11. Точность измерений по материалам математической обработки независимого **неравноточного ряда** наблюдений оценивается по формуле:

а) $\mu = \sqrt{\frac{[p\tilde{v}\tilde{v}]}{n-1}}$; б) $m = \sqrt{\frac{[d'd']}{2(k-1)}}$; в) $m = \sqrt{\frac{[\tilde{v}\tilde{v}]}{n-1}}$; г) $\mu = \sqrt{\frac{[pd'd']}{2(k-1)}}$.

12. Точность измерений по материалам математической обработки независимых **равноточных парных наблюдений** оценивается по формуле:

а) $\mu = \sqrt{\frac{[p\tilde{v}\tilde{v}]}{n-1}}$; б) $m = \sqrt{\frac{[d'd']}{2(k-1)}}$; в) $m = \sqrt{\frac{[\tilde{v}\tilde{v}]}{n-1}}$; г) $\mu = \sqrt{\frac{[pd'd']}{2(k-1)}}$.

13. Точность измерений по материалам математической обработки независимых **неравноточных парных наблюдений** оценивается по формуле:

а) $\mu = \sqrt{\frac{[p\tilde{v}\tilde{v}]}{n-1}}$; б) $m = \sqrt{\frac{[d'd']}{2(k-1)}}$; в) $m = \sqrt{\frac{[\tilde{v}\tilde{v}]}{n-1}}$; г) $\mu = \sqrt{\frac{[pd'd']}{2(k-1)}}$.

14. **Вес и дисперсия** измерения:

- а) **равны** друг другу;
- б) **прямо пропорциональны**;
- в) **не связаны** между собой;
- г) **обратно пропорциональны**.

15. «**СКО единицы веса**» характеризуется весом, равным:

- а) **100**;
- б) **10**;
- в) **1**;
- г) **333**.

МАТРИЧНАЯ АЛГЕБРА

1. Какую пару матриц можно **сложить-вычесть**?

- а) $A_{m \times n} \pm B_{p \times n}$;
- б) $A_{q \times n} \pm B_{p \times n}$;
- в) $A_{m \times n} \pm B_{m \times n}$;
- г) $A_{m \times s} \pm B_{p \times n}$.

2. Какую пару матриц можно **перемножить**?
 а) $A_{m \times n} \times B_{p \times n}$; б) $A_{q \times n} \times B_{n \times r}$; в) $A_{m \times n} \times B_{m \times n}$; г) $A_{m \times s} \times B_{p \times n}$.
3. **Транспонируется** выражение $(A^T D F^T K)^T$. Какой результат верен?
 а) $A^T D^T F^T K^T$; б) $A^T D^T F K$; в) $K^T F D^T A$; г) $K F D A$.
4. **Обращается** произведение трёх квадратных матриц $(A^{-1} B C)^{-1}$. Какой результат верен?
 а) $C^{-1} B^{-1} A$; б) $B A C$; в) $A^{-1} B^{-1} C$; г) $C B A^{-1}$.
5. **Вектор дифференциальных операторов** $\partial/\partial X$ воздействует на выражение $V = DX + QX$. Какой результат $\partial V/\partial X$ верен?
 а) $D^T - Q$; б) $D + Q$; в) $Q - D$; г) QD .
6. **Вектор дифференциальных операторов** $\partial/\partial X$ воздействует на выражение $V = X^T P X + R X$. Какой результат $\partial V/\partial X$ верен?
 а) $2X^T P + R$; б) $R - P$; в) $R + P$; г) XP^T .
7. В случае **независимых, неравноточных измерений** их ковариационная матрица – это:
 а) квадратная матрица общего вида, содержащая все m_i^2 и K_{ij} ;
 б) корреляционная матрица, умноженная на константу m^2 ;
 в) диагональная матрица, содержащая только m_i^2 ;
 г) единичная матрица, умноженная на константу m^2 .
8. **Ковариационная матрица** линейного преобразования $Y_{m \times 1} = C_{m \times n} * X_{n \times 1}$ находится по теореме Фишера:
 а) $K_Y = K_X$; б) $K_Y = C * K_X * C^T$; в) $K_Y = C * C^T$; г) $K_Y = C_{m \times n} * X_{n \times 1}$.
9. **Ковариационная матрица** произвольного преобразования $Y_{m \times 1} = F_{m \times 1}(X_{n \times 1})$ находится по формуле $[f = (\partial f/\partial X)]$:
 а) $K_Y = f * K_X * f^T$; б) $K_Y = f_{m \times 1}(X_{n \times 1})$; в) $K_Y = f * f^T$; г) $K_Y = K_X$.

КОРРЕЛАТНАЯ ВЕРСИЯ МНК-ОПТИМИЗАЦИИ

Обозначения: «n» – число выполненных измерений;
 «k» – число необходимых измерений;
 «r = n – k» – число избыточных измерений.

ГП – геодезическое построение;
 ММ – математическая модель;
 УУС – условные уравнения связи (ММ ГП);
 ЛУУС – линейризованные УУС;
 КУП – коррелятные уравнения поправок;
 НУ – нормальные уравнения.

1. **Допустимое значение «невязки»** j-го условного уравнения на уровне значимости $\alpha = 0,05$ равно:

а) $w_j^{\text{доп}} = 2\sqrt{[\pi]j}$; б) $w_j^{\text{доп}} = 3\sqrt{[\pi]j}$; в) $w_j^{\text{доп}} = \sqrt{3j}$; г) $w_j^{\text{доп}} = \sqrt{3j}$.

2. Оценка точности измерений **в коррелятном способе** осуществляется по формуле

а) $\mu = \sqrt{\frac{[\tilde{v}\tilde{v}]}{n-1}}$; б) $\mu = \sqrt{\frac{[pd'd']}{2(k-1)}}$; в) $\mu = \sqrt{\frac{\tilde{v}^T K^{-1} \tilde{v}}{r=n-k}}$; г) $\mu = \sqrt{\frac{[p\tilde{v}\tilde{v}]}{n-1}}$.

3. Как связаны между собой СКО всякого **уравненного измерения** $m_{\bar{Y}}$ и СКО **этого же измерения** m_y **до уравнивания**?

- а) $m_{\bar{Y}} = m_y$; б) $m_{\bar{Y}} < m_y$; в) $m_{\bar{Y}} > m_y$; г) $m_{\bar{Y}} = 2 m_y$.

4. **Решение НУ коррелят** контролируется соотношением:

- а) $\tilde{V}^T K^{-1} \tilde{V} = \Lambda^T W$; б) $\Phi(\bar{Y}) = 0$; в) $\bar{Y} = y + \tilde{V}$; г) .

5. Вычисление **МНК-поправок в измерения** в коррелятном способе контролируется соотношением:

- а) $AX - L = V$; б) $\Phi(\bar{Y}) = 0$; в) $B\tilde{V} = -W$; г) .

6. **МНК-оптимизация (уравнивание) измерений** контролируется соотношением:

- а) $\tilde{V}^T K^{-1} \tilde{V} = \Lambda^T W$; б) $\Phi(\bar{Y}) = 0$; в) $\bar{Y} = y + \tilde{V}$; г) $N\Lambda = W$.

7. Ковариационная матрица **невязок** K_W – это:

- а) разность матриц $K - K_{\tilde{V}}$;
б) обратная матрица коэффициентов нормальных уравнений N_{rr}^{-1} ;
в) произведение матриц $KB^T N^{-1} BK$;
г) матрица коэффициентов нормальных уравнений N_{rr} ;

8. Ковариационная матрица **коррелят** K_{Λ} – это:

- а) разность матриц $K - K_{\tilde{V}}$;
б) обратная матрица коэффициентов нормальных уравнений N_{rr}^{-1} ;
в) произведение матриц $KB^T N^{-1} BK$;
г) матрица коэффициентов нормальных уравнений N_{rr} ;

9. Ковариационная матрица **МНК-поправок в измерения** $K_{\tilde{V}}$ – это:

- а) разность матриц $K - K_{\tilde{V}}$;
б) обратная матрица коэффициентов нормальных уравнений N_{rr}^{-1} ;
в) произведение матриц $KB^T N^{-1} BK$;
г) матрица коэффициентов нормальных уравнений N_{rr} ;

10. Ковариационная матрица **уравненных измерений** $K_{\bar{Y}}$ – это:

- а) разность матриц $K - K_{\tilde{V}}$;
б) обратная матрица коэффициентов нормальных уравнений N_{rr}^{-1} ;
в) произведение матриц $KB^T N^{-1} BK$;
г) матрица коэффициентов нормальных уравнений N_{rr} ;

11. Сумма $\left[\frac{\sigma_{\tilde{V}}^2}{\sigma_y^2} \right]$ **отношений дисперсий** $\sigma_{\tilde{V}}^2$ МНК-поправок в независимо

измеренные величины к дисперсиям σ_y^2 измерений **до уравнивания** равна:

- а) числу всех измерений «n»;
 б) числу избыточных измерений «r»;
 в) числу необходимых измерений «k»;
 г) числу синиц на ветке N.

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ВЕРСИЯ МНК-ОПТИМИЗАЦИИ

Обозначения: «n» – число выполненных измерений;

«k» – число необходимых измерений;

ГП – геодезическое построение;

ММ – математическая модель;

ПУС – параметрические уравнения связи (ММ ГП);

ЛПУС – линеаризованные ПУС;

ПУП – параметрические уравнения поправок;

НУ – нормальные уравнения.

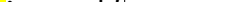
1. Оценка точности измерений *в параметрическом способе* осуществляется по формуле

$$\text{a)} \mu = \sqrt{\frac{[\tilde{v}\tilde{v}]}{n-1}}; \quad \text{б)} \mu = \sqrt{\frac{[\text{pd}'\text{d}']}{2(k-1)}}; \quad \text{в)} \mu = \sqrt{\frac{\tilde{V}^T \mathbf{K}^{-1} \tilde{V}}{n-k}}; \quad \text{г)} \mu = \sqrt{\frac{[\text{p}\tilde{v}\tilde{v}]}{n-1}}.$$

2. Решение параметрических НУ контролируется соотношением:

a) $\tilde{\mathbf{V}}^T \mathbf{K}^{-1} \tilde{\mathbf{V}} = \mathbf{\Lambda}^T \mathbf{W}$; b) $\mathbf{N} \tilde{\mathbf{X}} = \mathbf{G}$; B) $\bar{\mathbf{Y}} = \mathbf{y} + \tilde{\mathbf{V}}$; r) .

3. Вычисление *МНК-поправок в измерения* в параметрическом способе контролируется соотношением:

а) $AX - L = V$; б) $A^T K^{-1} \tilde{V} = 0$; в) $B \tilde{V} = -W$; г) 

4. **МНК-оптимизация (уравнивание) измерений** контролируется соотношением:

$$\text{a) } \bar{Y} = y + \tilde{V} = F(\bar{X}); \quad \text{б) } \Phi(\bar{Y}) = 0; \quad \text{в) } \bar{Y} = y + \tilde{V}; \quad \text{г) } N\Lambda = W.$$

5. Ковариационная матрица *свободных членов ЛПУС* K_I – это:

а) ковариационная матрица измерений \mathbf{K} ;
 б) обратная матрица коэффициентов нормальных уравнений \mathbf{N}_{rr}^{-1} ;
 в) произведение матриц $\mathbf{KB}^T\mathbf{N}^{-1}\mathbf{BK}$;
 г) матрица коэффициентов нормальных уравнений \mathbf{N}_{kk} ;

6. Ковариационная матрица *своб. членов параметрических НУ* K_G – это:

- а) ковариационная матрица измерений \mathbf{K} ;
- б) обратная матрица коэффициентов нормальных уравнений \mathbf{N}_{kk}^{-1} ;
- в) произведение матриц $\mathbf{KB}^T\mathbf{N}^{-1}\mathbf{BK}$;
- г) матрица коэффициентов нормальных уравнений \mathbf{N}_{kk} ;

7. Ковариационная матрица **МНК-поправок к параметрам** K_X – это:

- а) разность матриц $\mathbf{K} - \mathbf{K}_{\hat{\mathbf{v}}}$;
- б) обратная матрица коэффициентов нормальных уравнений \mathbf{N}_{kk}^{-1} ;
- в) произведение матриц $\mathbf{K}\mathbf{B}^T\mathbf{N}^{-1}\mathbf{B}\mathbf{K}$;

г) матрица коэффициентов нормальных уравнений N_{kk} ;

8. Ковариационная матрица **МНК-поправок в измерения** $K_{\tilde{Y}}$ – это:

а) разность матриц $K - K_{\tilde{Y}}$;

б) обратная матрица коэффициентов нормальных уравнений N_{kk}^{-1} ;

в) произведение матриц $AN^{-1}A^T$;

г) матрица коэффициентов нормальных уравнений N_{kk} ;

9. Ковариационная матрица **уровненных измерений** $K_{\bar{Y}}$ – это:

а) разность матриц $K - K_{\bar{Y}}$;

б) обратная матрица коэффициентов нормальных уравнений N_{rr}^{-1} ;

в) произведение матриц $AN^{-1}A^T$;

г) матрица коэффициентов нормальных уравнений N_{kk} ;

10. Сумма $\begin{bmatrix} \sigma_{\tilde{Y}}^2 \\ \sigma_y^2 \end{bmatrix}$ отношений дисперсий $\sigma_{\tilde{Y}}^2$ независимо измерявшихся величин **после уравнивания** к дисперсиям их значений σ_y^2 **до уравнивания** равна:

а) числу всех измерений « n »;

б) числу избыточных измерений « r »;

в) числу необходимых измерений « k »;

г) числу синиц на ветке N .

2. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Вопросы к зачету

1. Перечислите свойства случайных погрешностей.
2. Как классифицируются результаты измерений?
3. Какие факторы определяют, формируют точностную суть измерения?
4. Что определяют условия измерений?
5. Вычислить СКП функции $\Delta S = S_1 - S_2$, если $m_{s1} = m_{s2} = 0,04$ м;
6. Вычислить СКП функции $\alpha_3 = \alpha_2 + 180^\circ - \beta_3$, если $m_{\alpha 2} = 0,1'$; $m_{\beta 3} = 0,5'$;
7. Вычислить СКП дирекционного угла 16-й линии теодолитного хода, если СКП измеряемого угла $m_\beta = 0,5'$.
8. Вычислить СКП определения суммы превышений в нивелирном ходе, если
а) длина хода $\alpha = 5000$ м, а СКП нивелирования по ходу в 1 км равна 10 мм;
б) число станций в ходе 49, а СКП определения превышений на станции 1 км.
9. Найти выражение для СКП следующих функций: 1) $i = \frac{h}{s}$ 2) $P_\Delta = \frac{1}{2} ab \sin \beta$

3) $\Delta X = s \cdot \cos \alpha$; 4) $\Delta y = s \cdot \sin \alpha$; 5) $P = a^2$; 6) $P = a \cdot b$; 7) $P = \frac{1}{2}(a+b) \cdot h$; $h = \frac{1}{2} D \sin 2\nu + i - V$

10. Превышения на станции измерено 3-и раза: +1,241; +1,246; +1,239. Произвести математическую обработку данного ряда результатов измерений.

11. Один и тот же угол измерен 4 раза: $53^\circ 20,1'$; $53^\circ 20,4'$; $53^\circ 20,3'$; $53^\circ 19,9'$.

Произвести математическую обработку данного ряда результатов измерений.

12. Длина линии местности измерена три раза 172, 13м; 172,15м; 172,10м. Произвести математическую обработку данного ряда результатов измерений.

13. Дайте определение веса результата измерений.

14. Объяснить необходимость введения веса?

15. Получите формулу для вычисления обратного веса функций $y = c_0 + c_1 l_1 + \dots + c_n l_n$, если

известно, что $P_i = \frac{k}{m_i^2}$ ($i=1, n$), где m_i - средне квадратическая погрешность i -того

результата измерения; k - постоянный коэффициент.

16. Докажите, что $[V] = 0$.

17. Докажите, что вес общей арифметической середины равен сумме весов.

18. Докажите, что если $L = \frac{[PL]}{[P]}$ то $M_\alpha = \frac{\mu}{\sqrt{[P]}}$

19. Вычислить и произвести контроль средне взвешенное (вероятнейшее) значение высоты репера по следующим данным.

| №№ ходов | Н _i м | Длина хода L _i км |
|-------------|------------------|---------------------------------|
| 1 | 134,172 | 8 |
| 2 | ,211 | 4 |
| 3 | 134,188 | 6 |

20. Вычислить и произвести контроль средневзвешенное (вероятнейшее) значение значения дирекционного угла узловой линии по следующим данным.

| №№ п/п | Значение дирекционного угла | Число углов в ходах |
|--------|-----------------------------------|------------------------|
| 1 | $271^\circ 33,5'$ | 14 |
| 2 | 35,2 | 8 |
| 3 | 30,0 | 10 |

21. Вычислить и произвести контроль средневзвешенное (вероятнейшее) значение высоты репера по следующим данным.

| №№ ходов | Высота репера Н м | число станций в ходах |
|-------------|----------------------|--------------------------|
| 1 | 82,642 | 30 |
| 2 | ,642 | 20 |
| 3 | 82,622 | 22 |

22. Дан ряд невязок в нивелирных ходах и длины ходов:

| №№ п/п | $f h$, мм | L км |
|--------|------------|------|
| 1 | +16 | 4 |
| 2 | +24 | 6 |
| 3 | -26 | 5 |
| 4 | -14 | 8 |

Произвести оценку точности нивелирования.

23. Вычислить СКП измерения угла по невязкам угломерных ходов, если

| №№ | Невязки в ходах $f\beta$ | Число углов в ходах, n |
|----|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | +1,8 | 18 |
| 2 | -2,4 | 30 |
| 3 | -2,5 | 25 |
| 4 | +3,0 | 14 |

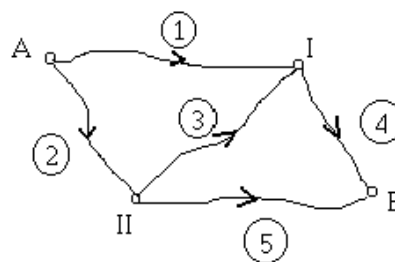
24. Даны результаты двойных измерений линий.

| №№ | Результаты измерений | |
|----|----------------------|----------|
| | прямых | обратных |
| 1 | 215,75 | 215,65 |
| 2 | 184,19 | 184,16 |
| 3 | 154,27 | 154,35 |
| 4 | 243,14 | 243,12 |

Оценить точность линейных измерений.

25. На рисунке приведена система ходов геометрического нивелирования.

Составить: - параметрические уравнения связи; - параметрические уравнения поправок, считая марки А и В исходными.



26. Даны параметрические уравнения поправок

$$V_1 = 2x_1 - x_2 - 3$$

$$V_2 = x_1 + x_2 + 1$$

$$V_3 = x_1 + 2x_2 - 2$$

Найти поправки.

27. Дано условное уравнение поправок

$$V_1 + V_2 + V_3 + 3 = 0$$

Найти поправки.

28. Даны нормальные уравнения коррелат

$$\left. \begin{aligned} 5K_1 + 2K_2 + 3 &= 0 \\ 2K_1 + 4K_2 - 2 &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Найти СКП единицы веса.

29. По какой формуле вычисляется окончательное значение дирекционного угла узловой линии?

30. По какой формуле вычисляется вес дирекционного угла узловой линии, полученного по одному из ходов?

31. По какой формуле вычисляется дирекционный угол узловой линии при передаче его от твердой стороны по ходу с левыми углами? С правыми углами?

32. По какой формуле вычисляется значение координат узловой точки при передаче их от твердой точки?

33. По какой формуле вычисляется вес координаты узловой точки, если координата получена по ходу от твердой точки длиной S ?

34. По каким формулам вычисляется окончательное значение координат узловой точки?

35. По какой формуле вычисляются приведенные веса?

36. Какова последовательность уравнивания высот реперов нивелирной сети способом последовательных приближений.
37. Какова последовательность уравнивания углов системы теодолитных ходов по способу последовательных приближений?
38. Какова последовательность уравнивание приращений координат способом последовательных приближений?

Оценивание обучающихся происходит в соответствии со следующей таблицей:

| Вид контроля | Количество баллов |
|----------------------------|-------------------|
| Устный опрос | 18 |
| Контрольная работа | 18 |
| Составление конспекта | 12 |
| Глоссарий | 12 |
| Итоговый тест | 14 |
| Итого за работу в семестре | 74 |
| Зачет | 26 |
| Всего | 100 |

Соответствие баллов рейтинга числовым оценкам по итогам обучения:

До 75 баллов – «зачтено»;

От 76 до 100 баллов – «незачтено».