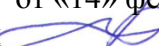


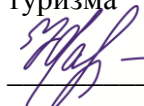
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О ЗЕМЛЕ И ТУРИЗМА

Утверждено:

на заседании кафедры геодезии, картографии и географических информационных систем протокол № 7 от «14» февраля 2022 г.
Зав. кафедрой  /Нигматуллин А.Ф.

Согласовано:

Председатель УМК факультета наук о Земле и туризма

 /Фаронова Ю.В.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Построение и уравнивание геодезических сетей»

Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Дисциплина по выбору

программа бакалавриата

Направление подготовки
21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность (профиль) подготовки
Инженерно-геодезические изыскания

Квалификация
бакалавр

Разработчик (составитель)
старший преподаватель



/ И.Ф. Адельмурзина


Для приема: 2022 г.

Уфа – 2022 г.

Составитель: И.Ф. Адельмурзина, ст. преподаватель кафедры геодезии, картографии и географических информационных систем

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры геодезии, картографии и географических информационных систем, протокол № 7 от «14» февраля 2022 г.

Заведующий кафедрой

 / А.Ф. Нигматуллин

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	11
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	11
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	11
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	17
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	17
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	18

1. 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-4. Способен осуществлять управление организацию инженерно-геодезических работ в полевых и камеральных условиях использованием методов исследования, проверок эксплуатации геодезических, астрономических, гравиметрических приборов, инструментов и систем	ПК-4.1 Осуществляет создание, развитие и поддержание в рабочем состоянии геодезических сетей наземными и спутниковыми методами;	<i>Знать:</i> основные принципы построения государственных геодезических сетей, их связь с глобальными геодезическими сетями; роль государственных геодезических сетей для изучения геодинамики страны и регионов
	ПК-4.3 Осуществляет производство спутниковых определений в инженерно-геодезических работах;	<i>Уметь:</i> участвовать в работе над проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности; работать с информацией в компьютерных сетях
	ПК-4.4 Проводит сбор, обработку результатов и полевой контроль в инженерно-геодезических изысканиях	<i>Владеть:</i> современными методами сбора геодезических; методами контроля полученных геодезических измерений; способностью к разработке современных методов, технологий и методик проведения работ по использованию геодезических сетей

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Построение и уравнивание геодезических сетей» относится к части, формируемая участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 2 курсе в летнюю сессию.

Целью освоения дисциплины «Построение и уравнивание геодезических сетей» является ознакомление студентов с теоретическими и практическими вопросами построения и уравнивания геодезических сетей, к числу которых относятся высокоточная геодезическая сеть, геодезические сети специального назначения. Сформировать компетенции в области создания и развития государственных геодезических сетей, их практического применения для геодезического и навигационного позиционирования, их использования в различных областях науки, техники, экономики. Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Топография с основами геодезии», «Общая геодезия», «Высшая геодезия», «Геодезическое инструментоведение».

Освоение компетенций дисциплины необходимы для изучения следующих дисциплин: «Современные проблемы геодезии», «Геодезические основы карт», «Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты».

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О ЗЕМЛЕ И ТУРИЗМА

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Построение и уравнивание геодезических сетей» 2 курс (летняя сессия)

заочная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	16,7
лекций	6
практических/ семинарских	10
лабораторных	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	51,3
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	4

Форма контроля:

Зачет 2 курс (летняя сессия)

Контрольная работа 2 курс

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Введение. Объект и предмет, цели и задачи дисциплины.	-	-	-	5	<i>Самостоятельное изучение темы</i> История изучения вопроса в России и мире	Контрольная работа Устный опрос
2.	Постановка задачи уравнивания геодезических сетей. Системы координат и основные уравнения Назначение геодезических сетей Необходимые и избыточные величины в геодезической сети. Принципы уравнивания. Методические аспекты. Определения. Функции независимых аргументов. Коррелированные величины. Уравнивание с учетом систематических погрешностей в измерениях. Учет результатов ранее выполненных работ и погрешности исходных параметров. Учет изменения состава исходной информации. Вопросы оценки точности. Системы координат. Основные определения. Сферические и эллипсоидальные координаты и связь их с декартовыми координатами. Объектоцентрические и топоцентрические горизонтные координаты. Элементы эллиптической орбиты. Орбитальные координаты. Основные дифференциальные уравнения. Дифференциальные формулы, связывающие эллипсоидальные, экваториальные и топоцентрические горизонтные декартовы координаты. Дифференциальные изменения координат произвольной точки Q_i в системе координат начальной точки. Линейный сдвиг и вращение. Дифференциальные изменения эллипсоидальных координат. Редукционные формулы. Связь декартовых и сферических координат. Связь полярных координат. Учет движения полюсов Земли. Учет непараллельности полярных осей Земли и референц-эллипсоида. Гравитационный потенциал	2	-	-	5	<i>Самостоятельное изучение темы</i> Назначение геодезических сетей	Контрольная работа Устный опрос

	Земли. Основные определения. Представление геопотенциала через моменты инерции Земли. Представление потенциала Земли через сферические гармоники. Классический анализ проблемы о вторых моментах Земли. Динамическая фигура Земли и ориентация ее осей. Связь гармонических коэффициентов геопотенциала и моментов инерции Земли. Тензор и эллипсоид инерции. Ориентация главных осей инерции Земли относительно земной системы координат. Динамическая фигура Земли.						
3.	Геодезические уравнения в пространственной системе координат. Исходные уравнения. Уравнения тригонометрического нивелирования. Уравнения ориентированного направления и астрономического азимута. Уравнение измеренной линии. Основные уравнения наблюдений небесных объектов и принципы их использования. Связь геоцентрических и топоцентрических экваториальных координат небесного объекта и геоцентрических координат наземного пункта. Уравнения линейно-угловых измерений небесного объекта. Идея космической триангуляции. Несинхронные наблюдения небесных объектов. Топоцентрическая радиальная скорость. Идея орбитального метода. Идея динамического метода. Спутниковое нивелирование. Светолокация Луны. Наблюдение далеких космических летательных аппаратов. Длиннобазисная квазарная радиоинтерферометрия. Уравнение нормаль-вектора синхронной плоскости. Уравнение хорды. Условие пучка плоскостей. Уравнение синхронной плоскости в координатной форме. Условные уравнения с дополнительными параметрами и способ их решения	2	-	-	5	<p><i>Самостоятельное изучение темы</i></p> <p>Идея космической триангуляции.</p> <p>Несинхронные наблюдения небесных объектов.</p> <p>Топоцентрическая радиальная скорость.</p> <p>Идея орбитального метода. Идея динамического метода.</p>	<p>Контрольная работа</p> <p>Устный опрос</p> <p>Практическая работа</p>
4.	Геодезические уравнения в системе плоских координат. Условные уравнения в сетях триангуляции. Условие фигуры. Условие горизонта. Условие дирекционных углов. Условие суммы углов. Условие стороны. Условие полюса. Условие исходных дирекционных углов. Условие исходных сторон (базисов). Условия координат. Условные уравнения в сетях трилатерации. Методические аспекты. Условие горизонта. Условие фигуры. Условие дирекционного угла. Условие исходных дирекционных углов. Условия координат. Условные уравнения в сетях полигонометрии. Полигонометрический ход, опирающийся на исходные пункты и исходные азимуты. Свободный полигонометрический ход. Определение числа и вида условных уравнений в геодезических сетях. Общие сведения. Число условий фигур и горизонта. Число полюсных условий. Число условий	2	-	-	5	<p><i>Самостоятельное изучение темы</i></p> <p>Уравнение поправок измеренного дирекционного угла.</p> <p>Уравнение поправок направления.</p> <p>Уравнение поправок угла. Уравнение поправок измеренного расстояния. Особый случай. Редуцирование уравнений поправок</p>	<p>Контрольная работа</p> <p>Устный опрос</p>

	дирекционных углов и сторон. Несвободные сети. Иллюстрации и общие правила. Допустимые величины свободных членов условных уравнений. О контроле угловых измерений. Угловые условия. Линейные условия. Условные уравнения с дополнительными параметрами. Параметрические уравнения. Методические аспекты. Уравнение поправок измеренного дирекционного угла. Уравнение поправок направления. Уравнение поправок угла. Уравнение поправок измеренного расстояния. Особый случай. Редуцирование уравнений поправок измеренных направлений					измеренных направлений	
5.	Уравнивание геодезической сети параметрическим способом. Основные этапы уравнивания. Пример уравнивания направлений в триангуляции. Способы трансформирования сети. Плановая геодезическая сеть. Пространственная геодезическая сеть. Теория градиентов. Эллипс погрешности. Теория градиентов. Эллипс погрешности прямой засечки на плоскости. Эллипсоид погрешности. Пространственная прямая засечка. Уравнивание линий положений. Уравнивание результатов наблюдений уединенных объектов. Уравнивание геодезической сети коррелятным способом. Основные этапы уравнивания. Пример уравнивания геодезической сети коррелятным способом. Двухгрупповое уравнивание триангуляции по способу Крюгера- Урмаева. Уравнивание полигонометрического хода, опирающегося на два исходных пункта. Ход произвольной формы. Вытянутый ход. Раздельное уравнивание полигонометрического хода, проложенного между исходными пунктами и направлениями.	-	-	-	5	<i>Самостоятельное изучение темы</i> Двухгрупповое уравнивание триангуляции по способу Крюгера-Урмаева.	Контрольная работа Устный опрос
6.	Уравнивание обширных геодезических сетей. Проблема установления системы координат. Проблема обширных геодезических сетей. Групповой итеративный метод уравнивания. Сущность метода. Ускорение сходимости итеративного процесса. Вычисление веса искомым параметров. Уравнивание плановых геодезических сетей. Уравнивание обширной геодезической сети в системе координат пунктов главной опорной геодезической сети. Ориентирование геодезической сети групповым итеративным методом. Методы приближений. Групповые способы И. Ю. Пранис-Праневича. Многогрупповой параметрический способ уравнивания по И. Ю. Пранис-Праневичу. Многогрупповой коррелятный способ уравнивания по И. Ю. Пранис-Праневичу. Особенности уравнивания обширных полигонометрических сетей. Методы совместного	-	-	-	5	<i>Самостоятельное изучение темы</i> Групповые способы И. Ю. Пранис-Праневича. Многогрупповой параметрический способ уравнивания по И. Ю. Пранис-Праневичу. Многогрупповой коррелятный способ уравнивания по И. Ю. Пранис-Праневичу.	Контрольная работа Устный опрос

	уравнивания обширных геодезических сетей 1 и 2 классов. Многогрупповой итеративный метод. Предложения других авторов. Идея многоэтапного уравнивания. Уравнение высот в общем виде. Вопросы согласования высот. Параметры общего земного эллипсоида. Геоцентрическая гравитационная постоянная и скорость света. Параметры общего земного эллипсоида и проблема центра масс Земли. Геоцентрическая гравитационная постоянная и скорость света. Проблема непротиворечивой модели уроненного эллипсоида и согласования его параметров. Предварительные замечания о проблеме и об уроненном сфероиде. Параметры уроненного эллипсоида. Четные зональные коэффициенты. Ускорение силы тяжести на уроненном эллипсоиде. Согласование параметров. Проблема изучения движения полюсов Земли						
7.	Проблема изучения движения полюсов Земли. Уравнительные вычисления с применением ГИС. Сведения из алгебры матриц. Основные определения. Определитель. Присоединенная и обратная матрицы. Транспонированная матрица. Ортогональная матрица. Блочные матрицы. Треугольные матрицы. Псевдообратные матрицы. Примеры вычисления обратной матрицы. Обращение матрицы разделением на блоки. Вычисление диагональных элементов обратной матрицы способом разложения матрицы в ряд. Итеративные способы вычисления элементов обратной матрицы. Проблема обусловленности систем нормальных уравнений. Теория группового метода уравнивания. Групповой метод решения условных уравнений. Групповой метод решения систем уравнений поправок. Основы эффективного применения ГИС.	-	-	-	5	<i>Самостоятельное изучение темы</i> Проблема изучения движения полюсов Земли.	Контрольная работа Устный опрос
8.	Уравнивание свободной триангуляции коррелятным способом. Общие сведения по уравниванию триангуляции. Число и виды независимых условных уравнений. Составление условных уравнений и функций уравненных элементов. Составление и решение нормальных уравнений коррелят. Вычисление поправок направлений. Оценка точности уравненных элементов сети. Окончательные вычисления в триангуляции	-	2	-	5	<i>Самостоятельное изучение темы</i> Уравнивание свободной триангуляции коррелятным способом.	Контрольная работа Устный опрос Практическая работа
9.	Уравнивание несвободной триангуляции коррелятным способом. Последовательность уравнивания несвободной сети. Число и виды независимых условных уравнений в несвободной триангуляции. Составление условных уравнений и функций уравненных элементов. Составление и решение нормальных уравнений коррелят. Вычисление	-	2	-	5	<i>Самостоятельное изучение темы</i> Уравнивание несвободной триангуляции	Контрольная работа Устный опрос Практическая работа

	поправок направлений. Окончательные вычисления в триангуляции. Оценка точности уравненных элементов.					коррелатным способом.	
10.	Уравнивание триангуляции параметрическим способом. Последовательность вычислений при параметрическом способе уравнивания триангуляции. Решение треугольников. Вычисление приближенных координат и дирекционных углов. Уравнения поправок направлений. Метод исключения поправок ориентирования на станциях. Составление функций уравненных элементов сети. Составление и решение нормальных уравнений. Вычисление поправок направлений. Окончательные вычисления в триангуляции. Оценка точности уравненных элементов сети.		2		5	<i>Самостоятельное изучение темы</i> Уравнивание триангуляции параметрическим способом.	Контрольная работа Устный опрос Практическая работа
11.	Уравнивание трилатерации параметрическим способом. Общие положения. Список исходных данных. Вычисление углов треугольников и приближенных координат пунктов. Вычисление длин сторон по приближенным координатам. Составление уравнений поправок сторон. Составление весовых функций. Составление и решение нормальных уравнений. Вычисление уравненных координат пунктов. Вычисление уравненных сторон и углов треугольников. Контрольные, вычисления окончательных координат . 1,2,3,4 Оценка точности уравненных элементов сети.		4		1,3	<i>Самостоятельное изучение темы</i> Уравнивание трилатерации параметрическим способом.	Контрольная работа Устный опрос Практическая работа
	Всего часов:	6	10	-	51,3		

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции: ПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
ПК-4.1 Осуществляет создание, развитие и поддержание в рабочем состоянии геодезических сетей наземными и спутниковыми методами;	<i>Знать:</i> основные принципы построения государственных геодезических сетей, их связь с глобальными геодезическими сетями; роль государственных геодезических сетей для изучения геодинамики страны и регионов	Не способен воспроизвести основное содержание знаний, полученных в результате освоения дисциплины	Корректно и полно воспроизводит полученные знания, верно комментирует их с необходимой степенью глубины.
ПК-4.3 Осуществляет производство спутниковых определений в инженерно-геодезических работах;	<i>Уметь:</i> участвовать в работе над проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности; работать с информацией в компьютерных сетях	Не способен воспроизвести основное содержание умений, полученных в результате освоения дисциплины	Корректно и полно воспроизводит полученные умения, верно комментирует их с необходимой степенью глубины.
ПК-4.4 Проводит сбор, обработку результатов и полевой контроль в инженерно-геодезических изысканиях	<i>Владеть:</i> современными методами сбора геодезических; методами контроля полученных геодезических измерений; способностью к разработке современных методов, технологий и методик проведения работ по использованию геодезических сетей	Не способен воспроизвести основное содержание навыков, полученных в результате освоения дисциплины	Корректно и полно воспроизводит полученные навыки, верно комментирует их с необходимой степенью глубины.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-4.1 Осуществляет создание, развитие и поддержание в рабочем состоянии геодезических сетей наземными и спутниковыми методами;	<i>Знать:</i> основные принципы построения государственных геодезических сетей, их связь с глобальными геодезическими сетями; роль государственных геодезических сетей для изучения геодинамики страны и регионов	Контрольная работа Практическая работа Устный опрос

ПК-4.3 Осуществляет производство спутниковых определений в инженерно-геодезических работах;	<i>Уметь:</i> участвовать в работе над проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности; работать с информацией в компьютерных сетях	Контрольная работа Практическая работа Устный опрос
ПК-4.4 Проводит сбор, обработку результатов и полевой контроль в инженерно-геодезических изысканиях	<i>Владеть:</i> современными методами сбора геодезических; методами контроля полученных геодезических измерений; способностью к разработке современных методов, технологий и методик проведения работ по использованию геодезических сетей	Контрольная работа Практическая работа Устный опрос

Практические работы

Практические работы выполняются на университетских компьютерах во время занятий. Если студент не смог доделать задание, ему необходимо доделать работы самостоятельно (СРС). Студент для оценки показывает работу преподавателю во время занятия, если в отведенное на пару время не успевает, отправляет работу преподавателю на электронную почту (или в СДО БашГУ), предварительно сохранив свою работу в формате программы.

Практическая работа № 1. Уравнивание свободной триангуляции коррелятным способом

Цель: получение навыков уравнивания свободной триангуляции коррелятным способом.

Для уравнивания триангуляции применяют как коррелятный, так и параметрический способы. В обоих случаях уравнивание сети выполняется под одним и тем же условием метода наименьших квадратов $2p^2 = \min$, где v — поправки из уравнивания к непосредственно измеренным величинам с весом p . С этой точки зрения оба способа являются эквивалентными и приводят к одним и тем же значениям уравненных элементов сети. Однако при уравнивании конкретных сетей триангуляции выбирают тот способ, который по технико-экономическим соображениям оказывается более выгодным. Например, большие или малые, но сложные по построению сети с большим числом избыточных диагоналей или сети с большим числом исходных пунктов проще уравнивать параметрическим способом, особенно при использовании ЭВМ. При уравнивании небольших и несложных сетей часто применяют коррелятный способ. Для того чтобы можно было вычислить на плоскости прямоугольные координаты всех пунктов геодезической сети, необходимо в качестве исходных иметь как минимум четыре элемента: координаты одного пункта (x, y), а также длину и дирекционный угол исходной стороны (s и a) или, что все равно, координаты двух пунктов на концах исходной стороны. Геодезическая сеть, в которой заданы координаты только двух пунктов, находящихся на концах исходной стороны, называется свободной; сеть, в которой кроме двух исходных пунктов имеются и другие пункты с заданными (твердыми) координатами, называется несвободной. Триангуляционные сети уравнивают как по направлениям, так и по углам. С точки зрения принципа наименьших квадратов из уравнивания следует определять поправки к непосредственно измеренным величинам. Так как в триангуляции измеряются направления, то триангуляционные сети следует уравнивать по направлениям. Однако на практике нередко вместо направлений уравнивают углы, которые находятся как разности направлений и поэтому являются величинами зависимыми. В процессе уравнивательных вычислений эта зависимость не учитывается, вследствие чего возникают некоторые искажения уравненных элементов сети и особенно результатов оценки точности. При уравнивании геодезических сетей коррелятным способом существенное значение имеет правильное определение числа и вида независимых условных уравнений. Не должно быть ни пропущенных независимых условных уравнений, ни избыточных сверх необходимого

числа их. При включении избыточного, т. е. зависимого условного, уравнения, являющегося линейной комбинацией независимых условных уравнений, будет получена неразрушимая система нормальных уравнений, определитель которой равен нулю. С другой стороны, если какое-либо условное уравнение будет пропущено, то цель уравнивания не будет достигнута, так как соответствующая данному условию невязка не будет устранена. Поэтому правильный выбор независимых условных уравнений в геодезической сети и безошибочное определение их числа, в том числе по видам, имеет принципиальное значение.

Практическая работа № 2. Уравнивание несвободной триангуляции коррелятным способом

Цель: получение навыков уравнивания несвободной триангуляции коррелятным способом.

Характерной особенностью несвободной сети триангуляции является наличие в ней избыточного числа исходных пунктов с заданными координатами. Так как положение любого пункта на плоскости определяется двумя координатами (x , y), то каждый избыточный исходный пункт доставляет два дополнительных условных уравнения. Вид этих уравнений зависит от схемы взаимного расположения исходных пунктов. В одних случаях могут возникнуть условия базисные (сторон), в других — условия дирекционных углов (сумм углов), в третьих — условия абсцисс и ординат. Может оказаться и так, что все эти условия возникнут в сети одновременно. Технологию уравнивания несвободной триангуляции проследим на примере небольшой сети. Список координат исходных пунктов и сводка измеренных направлений, приведенных к центрам знаков и редуцированных на плоскость. В состав уравнивательных вычислений в несвободной триангуляции входит: определение числа и вида независимых условных уравнений, составление условных уравнений и весовых функций, составление и решение нормальных уравнений коррелят, вычисление поправок направлений, окончательное решение треугольников, вычисление окончательных координат пунктов, оценка точности уравниваемых элементов сети, составление каталога координат.

Практическая работа № 3. Уравнивание триангуляции параметрическим способом

Цель: получение навыков уравнивания триангуляции параметрическим способом.

При уравнивании триангуляции параметрическим способом неизвестные поправки измеренных величин представляются в виде линейных функций, в которых аргументами являются: 1) поправки к приближенным координатам определяемых пунктов; 2) поправки ориентирования b_z на станциях и 3) свободные члены I . Другими словами, поправка v в каждое измеренное направление представляется в виде параметрического уравнения связи.

Число уравнений поправок равно числу измеренных направлений в сети; оно всегда больше числа искоемых поправок приближенных координат и поправок ориентирования на станциях. Подчинив поправки направлений условию $[pv^2] = \min$, получим однозначные значения поправок координат и поправок ориентирования. Уравнивание триангуляции параметрическим способом включает: 1) вычисление приближенных координат определяемых пунктов; 2) вычисление дирекционных углов всех сторон сети из решения обратных геодезических задач; 3) составление уравнений поправок для всех измеренных направлений; 4) составление и решение нормальных уравнений; 5) вычисление окончательных значений координат пунктов путем введения в их приближенные значения поправок, полученных из решения нормальных уравнений; 6) вычисление поправок ориентирования на станциях и поправок измеренных направлений; окончательное решение треугольников; 7) вычисление уравниваемых дирекционных углов, приращений координат и вторичное определение окончательных координат определяемых

пунктов (через их приращения); 8) оценка точности уравненных элементов сети. Составление каталога координат. Последовательность уравнительных вычислений при использовании параметрического способа рассмотрим на примере уравнивания небольшой сети триангуляции.

Практическая работа № 4. Уравнивание трилатерации коррелятным способом

Цель: получение навыков уравнивания триангуляции коррелятным способом.

В результате измерения сторон трилатерации при помощи свето- и радиодальномеров получают наклонные расстояния между приемопередатчиком (ведущей станцией) и отражателем (ведомой станцией), исправленные поправками за метеорологические условия, влияющие на скорость распространения электромагнитных волн в атмосфере, за кривизну траектории этих волн (при больших расстояниях) и за влияние инструментальных погрешностей, включая постоянную поправку дальномера.

Прежде чем приступить к уравниванию трилатерации за все возникающие в ней независимые геометрические условия, необходимо выполнить предварительные вычисления, задачей которых является приведение измеренных наклонных расстояний к центрам знаков и на плоскость в проекции Гаусса — Крюгера, полагая, что уравнивание сети будет выполняться на плоскости. В состав предварительных вычислений входит: 1) предварительное решение треугольников, т. е. вычисление приближенных значений углов по измеренным наклонным расстояниям; 2) вычисление поправок за центрировку и редуцирование в измеренные расстояния; 3) редуцирование приведенных к центрам знаков наклонных расстояний на поверхность референц-эллипсоида; 4) редуцирование длин сторон треугольников с эллипсоида на плоскость в проекции Гаусса—Крюгера, включая вычисления приближенных значений прямоугольных координат пунктов сети. Последовательность предварительных вычислений рассмотрим на примере свободной сети трилатерации. Исходные данные и результаты измерений, исполненных на пунктах сети.

Критерии оценки практических работ

Практическая работа «зачтена», если лабораторная работа выполнена полностью, студент продемонстрировал знания теоретических положений и умение применять теоретические знания при выполнении заданий.

Практическая работа «не зачтена», если при выполнении лабораторной работы студент не полностью выполнил задание или допущены грубые ошибки и неточности.

Темы для самостоятельного изучения для устного опроса

История изучения вопроса в России и мире

Назначение геодезических сетей

Идея космической триангуляции. Несинхронные наблюдения небесных объектов. Топоцентрическая радиальная скорость. Идея орбитального метода. Идея динамического метода

Уравнение поправок измеренного дирекционного угла. Уравнение поправок направления. Уравнение поправок угла. Уравнение поправок измеренного расстояния. Особый случай. Редуцирование уравнений поправок измеренных направлений

Двухгрупповое уравнивание триангуляции по способу Крюгера- Урмаева

Групповые способы И. Ю. Пранис-Праневича. Многогрупповой параметрический способ уравнивания по И. Ю. Пранис-Праневичу. Многогрупповой коррелятный способ уравнивания по И. Ю. Пранис-Праневичу

Проблема изучения движения полюсов Земли

Уравнивание свободной триангуляции коррелятным способом

Уравнивание несвободной триангуляции коррелятным способом

Уравнивание триангуляции параметрическим способом

Уравнивание трилатерации параметрическим способом

Критерии оценивания устного опроса

«Зачтено» за ответ выставляется, если студент без затруднений отвечает на вопрос, или же допускает незначительные неточности, но демонстрирует хорошее знание вопроса.

«Не зачтено» за ответ выставляется, если студент не смог ответить на вопрос или в ответе имеются принципиальные ошибки.

Задания для контрольной работы

Описание контрольной работы: Контрольная работа направлена на оценивание усвоения ЗУН. Контрольная работа направлена на выявление знаний студентов теоретического материала, формирование навыков практического применения знаний. Контрольная работа состоит из 5 тестовых вопросов, в каждом вопросе 4 варианта ответа, из которых только один верный ответ.

Примерные варианты контрольной работы

1 контрольная работа

1. Область значений измеряемой величины, для которой заданы допускаемые погрешности (ошибки) измерений и в которых функционирует средство измерений, это:

1. диапазон измерений
2. архив измерений
3. разности измерений
4. суммы измерений
4. опорная

2 контрольная работа

1. Значение величины, вводимое в неисправленный результат измерения с целью исключения составляющих систематической погрешности.

- a. поправка приборная
- b. поправка горизонтального проложения
- c. поправка из уравнивания
- d. поправка измерений вертикального угла

Критерии оценки контрольной работы

Контрольная работа «зачтена», если студент дал правильные ответы на 4 вопроса и более.

Контрольная работа «не зачтена», если студент дал правильные ответы на 3 и менее вопроса.

Зачет

Зачет проходит в формате выполнения практического задания и устного опроса. К зачету допускаются студенты, сдавшие все лабораторные работы.

Примерные виды работ на зачете

- Уравнивание свободной триангуляции коррелятным способом
- Уравнивание несвободной триангуляции коррелятным способом
- Уравнивание триангуляции параметрическим способом
- Уравнивание трилатерации коррелятным способом

Критерии оценивания ответов на вопросы зачета:

«Зачтено» ставится, если студент продемонстрировал системные знания по поставленным вопросам. Не допустил ошибок и неточностей. Показал хороший уровень знаний в работе с программами. При ответе могут быть допущены небольшие неточности.

«Не зачтено» выставляется студенту, если при ответе на вопросы студентом допущены существенные ошибки в толковании основных понятий, заметны пробелы в знании основных методов или ответ на вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Уровень знаний специализированных программ на низком уровне, практическая работа выполнена не полностью или не выполнена совсем.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Курошев Г.Д. Топография: учебник / Г. Д. Курошев. — 2-е изд., стер. — Москва: Академия, 2014. — 192 с. (абонемент № 8 – 30 экз.)
2. Топография с основами геодезии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Башкирский государственный университет; авт- сост. А.Ф. Нигматуллин; И.Ф. Адельмурзина. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2017. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:https://elib.bashedu.ru/dl/read/Nigmatullin_Adelmurzina_sost_Topografija_s_osnovami_geodezii_up_2017.pdf>.

Дополнительная литература:

ГОСТ Р 55024-2012 Сети геодезические. Классификация. Общие технические требования <http://www.nngasu.ru/geodesy/seti/normativnye-dokumenty/docs/GOST-R-55024-2012.pdf>

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
4. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp
5. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
6. Электронная библиотека диссертаций РГБ - <http://diss.rsl.ru/>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования SCOPUS - <http://www.gpntb.ru>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования WebofScience - <http://www.gpntb.ru>

Программное обеспечение:

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная.
2. Office Professional Plus 2013 Russian. Договор №104 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная.
3. Система дистанционного обучения БашГУ (СДО). (Свободное ПО).

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория №715И (Гуманитарный корпус)</p> <p>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория №704 (Гуманитарный корпус)</p> <p>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория №704 (Гуманитарный корпус)</p> <p>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория №704 (Гуманитарный корпус)</p> <p>5. Помещения для самостоятельной работы: аудитория № 713И (Гуманитарный корпус), абонемент №8 (читальный зал)</p>	<p style="text-align: center;">Аудитория № 715И</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедийные проекторы BenQ MS527, BenQ MS504, Dexp DL-100, экраны CactusTriscreenCS-PST-124*221 напольный белый, APOLLOSAM-1105. 213*213, ноутбук Acer ES1-420-33VJ.</p> <p style="text-align: center;">Аудитория №704</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедийные проекторы BenQ MS527, BenQ MS504, Dexp DL-100, экраны CactusTriscreenCS-PST-124*221 напольный белый, APOLLOSAM-1105. 213*213, ноутбук Acer ES1-420-33VJ.</p> <p style="text-align: center;">Аудитория №704</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедийные проекторы BenQ MS527, BenQ MS504, Dexp DL-100, экраны CactusTriscreenCS-PST-124*221 напольный белый, APOLLOSAM-1105. 213*213, ноутбук Acer ES1-420-33VJ.</p> <p style="text-align: center;">Аудитория №704</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедийные проекторы BenQ MS527, BenQ MS504, Dexp DL-100, экраны CactusTriscreenCS-PST-124*221 напольный белый, APOLLOSAM-1105. 213*213, ноутбук Acer ES1-420-33VJ.</p> <p style="text-align: center;">Аудитория № 713И</p> <p>Учебная мебель, доска, персональные компьютеры: Процессор Thermaltake, Intel Core 2 Duo Монитор Acer AL1916W , Window Vista Мышь Logitech (4шт.), Монитор 19" LG L1919S BF Black (LCD<TFT,8ms, 280*1024,250кд/м,1400:1,4:3 D-Sub), Процессор InWin, Intel Core 2 Duo, Монитор Flatron 700, Процессор «Калмас», Монитор SamsungMJ17ASKN/EDC, Процессор «IntelInsidePentium 4», клавиатура (4 шт.)</p> <p style="text-align: center;">Абонемент №8 (читальный зал)</p> <p>Учебная мебель, компьютеры в сборе (системный блок Powercool\Ryzen 3 2200G (3.5)\ 8Gb\ A320M \HDD 1Tb\ DVD-RW\450W\ Win10 Pro\ Кл-па USB\ Мышь USB\ LCD Монитор 21,5"- 3 шт.)</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная.</p> <p>2. Office Professional Plus 2013 Russian. Договор №104 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная.</p> <p>3. Система дистанционного обучения БашГУ (СДО). (Свободное ПО).</p>