



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП


_____ В.М. Каморный _____
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)
« 28 » января 2022 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор отделения
горного и нефтегазового дела
(название кафедры)


_____ Н.В. Шестаков _____
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)
« 28 » января 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Направление подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Профиль «Космическая геодезия и картография»

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3,4

лекции 36 час.

практические занятия 72 час.

лабораторные работы _ _ час.

Контрольные работы 2

всего часов аудиторной нагрузки 108 час.

самостоятельная работа 216 час., в том числе для подготовки к экзамену 63 час.

Экзамен 3,4 семестр

зачет не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.2020 № 972.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры геодезии, землеустройства и кадастра, № 5 от «28» января 2022 г.

Директор отделения Н.В. Шестаков
Составитель: к.т.н., доцент В.А. Лукашенко

Оборот титульного листа

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 202__ г. № _____

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 202__ г. № _____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 202__ г. № _____

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 202__ г. № _____

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 202__ г. № _____

Аннотация дисциплины «Теория математической обработки геодезических измерений»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачётных единиц / 324 академических часа. Учебным планом предусмотрены: лекционные занятия – 36 часов, практические занятия – 72 часа, самостоятельная работа – 216 часов, в том числе на подготовку к экзамену – 63 часа. Дисциплина реализуется в 3-м и 4-м семестрах. Форма контроля экзамен.

Язык реализации – русский.

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: освоение современных методов анализа и обработки геодезических измерений.

Задачи: оценка точности геодезических измерений, предрасчёт необходимой точности измерений при решении разнообразных производственных задач, уравнивание результатов измерений и оценка точности геодезических построений.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1. Способен проводить фундаментальные и прикладные научные исследования в сфере профессиональной деятельности.	ПК-1.2. Планирует и проводит научные исследования в сфере профессиональной деятельности, обрабатывает и анализирует результаты. ПК-1.3. Использует прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации для проведения научных исследований.
ПК-2. Способен к созданию, развитию и реконструкции государственных геодезической, нивелирной, гравиметрической сетей, а также сетей специального назначения.	ПК-2.1. Выполняет полевые и камеральные геодезические работы по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей дифференциальных геодезических станций.
ПК-4. Способен решать задачи по определению фигуры Земли и ее внешнего гравитационного поля.	ПК-4.1. Выполняет математическую обработку высокоточных разнородных измерений.
ПК-6. Способен выполнять координатные и навигационные	ПК-6.2. Способен выполнять обработку спутниковых и наземных наблюдений, проводить

Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1. Способен проводить фундаментальные и прикладные научные исследования в сфере профессиональной деятельности.	ПК-1.2. Планирует и проводит научные исследования в сфере профессиональной деятельности, обрабатывает и анализирует результаты. ПК-1.3. Использует прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации для проведения научных исследований.
определения с использованием технологий глобальных навигационных спутниковых систем.	анализ полученных результатов применительно к конкретным задачам потребителей с использованием современных технологий.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.2. Планирует и проводит научные исследования в сфере профессиональной деятельности, обрабатывает и анализирует результаты.	Знает методы планирования и проведения научных исследований, обработки и анализа результатов. Умеет планировать и проводить научные исследования, обрабатывать и анализировать результаты. Владеет методами планирования и проведения научных исследований, обработки и анализа результатов.
ПК-1.3. Использует прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации для проведения научных исследований.	Знает прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации. Умеет применять прикладное программное обеспечение, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации. Владеет технологией использования прикладных программ, физико-математического аппарата, технических и руководящих документов и системы источников информации для проведения научных исследований.
ПК-2.1. Выполняет полевые и камеральные геодезические работы по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей	Знает базовые принципы производства основных видов геодезических работ. Умеет выполнять основные виды геодезических работ. Владеет методами выполнения полевых и камеральных геодезических работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
дифференциальных геодезических станций.	сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей дифференциальных геодезических станций.
ПК-4.1. Выполняет математическую обработку высокоточных разнородных измерений.	Знает теорию математической обработки высокоточных разнородных измерений. Умеет применять аппарат теории математической обработки геодезических измерений. Владеет аппаратом теории математической обработки геодезических измерений.
ПК-6.2. Способен выполнять обработку спутниковых и наземных наблюдений, проводить анализ полученных результатов применительно к конкретным задачам потребителей с использованием современных технологий.	Знает технологию обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей. Умеет обрабатывать и анализировать результаты спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей. Владеет технологией обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теория математической обработки геодезических измерений» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: практическое занятие в форме семинара, экспресс-опрос.

I. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зачётных единиц (324 академических часа), (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Виды учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР:	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
в том числе контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

II. Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации		
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		Конт роль	
1	Введение в математическую статистику и теорию вероятностей применительно к ошибкам измерений как случайным величинам	3	4		8			90	36	экзамен
2	Ошибки измерений	3	4		10					
3	Методы обработки многократных измерений одной величины	3	10		18					
4	Метод наименьших квадратов (МНК)	4	2		4			126	27	экзамен
5	Коррелятное уравнивание	4	8		16					
6	Параметрическое уравнивание	4	6		12					
7	Приближенные методы уравнивания геодезических сетей	4	2		4					
	Итого:		36		72			216	63	

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 ЧАС.)

Раздел 1. Введение в математическую статистику и теорию вероятностей применительно к ошибкам измерений как случайным величинам (4 час.)

Случайные величины. Закон распределения случайной величины.

Функция и плотность распределения случайной величины. Нормальное распределение.

Распределения, отличающиеся от нормального. Функция Лапласа.

Характеристики случайной величины: математическое ожидание, дисперсия стандарт, асимметрия, эксцесс.

Раздел 2. Ошибки измерений (4 час.)

Понятие измерения; факторы и условия измерений. Классификация измерений. Понятие точности результата измерений. Погрешность результата измерений. Классификация погрешностей. Свойства случайных

погрешностей. Источники ошибок. Относительные и абсолютные ошибки. Вес измерения и среднеквадратическая ошибка (СКО). Вес и СКО функции измерений.

Раздел 3. Методы обработки многократных измерений одной величины (10 час.)

Количественные критерии точности измерений. Средняя квадратическая, предельная, средняя, вероятная погрешности. Оценка точности линейной функции результатов измерений. Частные случаи вычисления СКО.

Оценка точности нелинейных функций в общем виде. Частные случаи вычисления СКО.

Накапливание погрешностей при основных геодезических измерениях. Накапливание погрешностей в сумме углов теодолитного хода, при передаче дирекционного угла на «n» сторону хода, при измерении длин линий мерной лентой, при проложении нивелирных ходов; погрешность на 1 км хода. СКО нивелирования на станции.

Простая арифметическая середина, ее свойства. СКО простой арифметической середины. Вероятнейшие поправки и их свойства. Формулы Бесселя и Гаусса. Обработка ряда равноточных измерений одной величины. Пример обработки.

Вес как мера относительной точности измерений. СКП единицы веса. Вес функций результатов измерений: формула обратного веса функций линейного и нелинейного вида. Расчеты весов функций разного вида. Расчет весов при обработке измерений.

Вес суммы углов; вес невязки хода: вес дирекционного угла «n» стороны хода. Вес отметки по ходу «n» станций; вес отметки по ходу общей длиной L км.

Общая арифметическая середина и ее свойства. СКП вероятнейшего значения. Порядок обработки ряда неравноточных измерений одной величины. Пример обработки ряда измерений.

Понятие условного уравнения. Формула вычисления СКП по невязкам.
Оценка точности угловых измерений по невязкам в полигонах и ходах.

Обработка ряда равноточных измерений.

Обработка ряда неравноточных измерений.

Оценивание математического ожидания по методу последовательных разностей. Оценивание математического ожидания по двойным равноточным измерениям. Оценивание математического ожидания по двойным неравноточным измерениям. Оценивание стандарта по невязкам условных уравнений.

Метод максимального правдоподобия.

Оценивание стандарта по доверительным интервалам. Ошибка положения пункта. Эллипс и подера ошибок.

Раздел 4. Метод наименьших квадратов (МНК) (2час.)

Суть принципа наименьших квадратов. Принцип минимума суммы квадратов вероятных поправок. Случайный вектор. Ковариационная матрица. Корреляционная матрица. Обоснование МНК. Понятие об оценивании параметров. Основная идея параметрического уравнивания. Основная идея коррелятного уравнивания. Понятие о приближенных методах уравнивания.

Раздел 5. Коррелятное уравнивание (8 час.)

Коррелятный метод уравнивания. Составление условных уравнений для некоторых видов сетей. Весовая функция.

Переход к нормальным уравнениям коррелят. Вычисление коррелят и уравниваемых значений. Оценка точности.

Коррелятный метод уравнивания высотных сетей. Оценка точности по материалам уравнивания.

Коррелятный способ уравнивания полигонометрических сетей. Оценка точности уравниваемых величин. Определение погрешности пунктов в слабом месте хода.

Раздел 6. Параметрическое уравнивание (6 час.)

Параметрический способ уравнивания. Составление параметрических уравнений поправок плановых сетей. Весовая функция. Нормальные уравнения. Методы решений уравнений. Расчет уравненных значений неизвестных. Оценка точности в параметрическом способе. Параметрический способ уравнивания высотных сетей 3 – 4 классов.

Раздел 7. Приближенные методы уравнивания геодезических сетей (2 час.)

Уравнивание системы ходов с одной узловой точкой. Уравнивание плановых геодезических сетей по способу эквивалентной замены, последовательных приближений.

Особенности уравнивания теодолитной сети. Уравнивание нивелирных сетей упрощенными методами. Порядок уравнивания системы нивелирных ходов с тремя узловыми точками. Оценка точности.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименования практических занятий	Кол-во часов
1	Обработка ряда равноточных измерений одной величины.	8
2	Оценка точности функций измеренных величин.	10
3	Расчет весов измеренных и вычисленных величин. Обработка ряда неравноточных измерений одной величины.	12
4	Оценка точности по разностям двойных измерений.	6
5	Уравнивание геодезических сетей параметрическим способом.	8
6	Уравнивание геодезических сетей коррелятным способом.	12
7	Уравнивание полигонометрии.	6
8	Уравнивание полигонометрии упрощенным способом	4
9	Уравнивание нивелирной сети с двумя узловыми точками.	2
10	Уравнивание нивелирной сети способом приближений.	2
11	Уравнивание нивелирной сети способом эквивалентной замены.	2
	Итого	72

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теория математической обработки геодезических измерений» включает:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час.	Форма контроля
3 семестр				
1	1-4 неделя	Подготовка к практической работе «Обработка ряда равнооточных измерений одной величины»	12	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельной работам и устная защита
2	5-9 неделя	Подготовка к практической работе «Оценка точности функций измеренных величин»	14	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельной работам и устная защита
3	10-14 неделя	Подготовка к практическим работам «Расчет весов измеренных и вычисленных величин.»	24	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельной работам и устная защита

4	15-18 неделя	Подготовка к практическим работам «Обработка ряда неравноточных измерений одной величины. Оценка точности по разностям двойных измерений»	40	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельной работам и устная защита. Экзамен.
		Всего	90	
		4 семестр		
1	1-4 неделя	Подготовка к практическим работам «Уравнение геодезических сетей коррелятным способом»	48	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельной работам и устная защита
2	5-9 неделя	Подготовка к практической работе «Уравнение геодезических сетей параметрическим способом»	24	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельной работам. Устная защита
3	10-14 неделя	Подготовка к практической работе «Уравнение нивелирной сети с двумя узловыми точкам Уравнение нивелирной сети способом эквивалентной замены»	12	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельной работам. Устная защита
4	15-18 неделя	Подготовка к практической работе Уравнение нивелирной сети приближенным способом.	15	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельной работам и устная защита.
			27	Экзамен
		Всего	126	
		Итого	216	

Студентам предлагается самостоятельно подготовиться к защите выполненных практических работ. Для этого студент должен проработать теоретическую основу работы и методику ее выполнения. Самостоятельная работа по практической работе считается выполненной и зачтенной в случае правильного изложения алгоритма выполнения работы и аргументированного обоснования результата при защите практической работы.

При реализации программы дисциплины «Теория математической обработки геодезических измерений» используются как традиционные технологии в виде аудиторных занятий, состоящих из лекционных и

практических занятий, так и компьютерные – при проведении расчетных работ и проверке остаточных знаний студентов. Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультация и помощь при выполнении расчетно-графических работ) и индивидуальную работу студентов в компьютерном классе и библиотеке университета.

Наряду с практическими занятиями дополнительными формами самостоятельной работы являются домашние индивидуальные задания.

Домашние задания являются, как правило, продолжением практических занятий и содействуют овладению практическими навыками по основным разделам дисциплины.

Студентам предлагается самостоятельно ответить на вопросы для самоконтроля и решить практические задания. При этом студент должен самостоятельно найти информацию для ответа, используя лекции, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из интернет-источников.

Самостоятельная работа над вопросами самоконтроля может быть проверена с помощью устного опроса. Самостоятельная работа считается выполненной в случае 100%–61% правильных ответов.

Студент должен самостоятельно проработать информацию, используя все лекции, глоссарий, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из интернетовских источников для ответов по контрольным вопросам. Самоконтроль считается выполненным в случае 100%-61% правильных ответов и выполнения заданий.

В общей совокупности при выполнении всей самостоятельной работы студент готовится к вопросам по самоконтролю, выполнению заданий по самостоятельной работе и в конечном счете – к экзамену и зачету.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. Вычислить отметки реперов Rp11, Rp12, Rp13. Рассчитать СКП единицы веса и СКП 1 км хода. Исходными являются отметки марок:

$H_{M21} = 130,793$ м, $H_{M13} = 125,116$ м, $H_{M25} = 136,120$ м. Измеренные превышения и длины ходов даны в таблице, схема сети на рис. i – номер варианта)

Измеренные превышения и длины ходов.

№ хода	Превышения, мм	Длины ходов, км
1	7458	$7+0,5 \cdot i$
2	$3565-2 \cdot i$	$9+0,5 \cdot i$
3	618	$7+0,5 \cdot i$
4	$2381+2 \cdot i$	12
5	$3662+2 \cdot i$	$6+0,5 \cdot i$
6	$1258+2 \cdot i$	$8+0,5 \cdot i$
7	4428	10

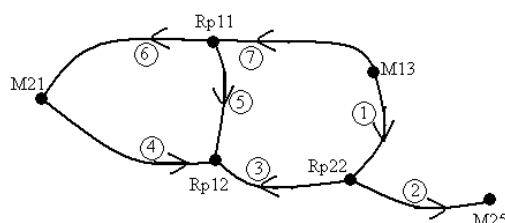


Схема нивелирной сети

Задание 2. Уравнять сеть триангуляции 3 класса коррелятным способом и выполнить оценку точности. Результаты измерений приведены в табл.1, исходные данные в табл.2, схема сети на рис.

Таблица 1 - Результаты измерения углов

Номер угла	Горизонтальный угол	Номер угла	Горизонтальный угол	Номер угла	Горизонтальный угол
1	$105^{\circ} 32' 42''$	5	$68^{\circ} 40' 38''$	9	$50^{\circ} 39' 54''$
2	35 50 54	6	48 45 57	10	35 43 51
3	38 36 19	7	48 49 11	11	39 00 30
4	62 33 22	8	80 30 58	12	105 15 42

Таблица 2 - Исходные данные

Назв. пункта	Координаты пунктов, (м)		Дирекционные углы	Длины исходных сторон, (м)
	X	Y		
A	5 800 241,97	8 622 086,98		
			$191^{\circ} 13' 44''$	4 491,50
B	5 795 836,46	8 621 212,35		
			$85^{\circ} 33' 53''$	4 184,74
C	5 796 160,08	8 625 384,56		

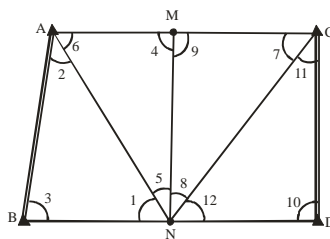


Рис. - Сеть триангуляции

Задание 3. Уравнять параметрическим способом результаты нивелирования. На схеме нивелирной сети стрелками указаны направления ходов, их номера даны в кружках. Исходные нивелирные марки 40, 41, 42 принадлежат нивелирной сети более высокого класса, чем уравниваемая. Результаты нивелирования и отметки исходных марок даны в табл. (i – номер варианта).

В результате уравнивания необходимо получить отметки узловых реперов 14, 15, 16. Для оценки точности вычислить средние квадратические погрешности нивелирования 1 км хода и средние квадратические погрешности отметок реперов.

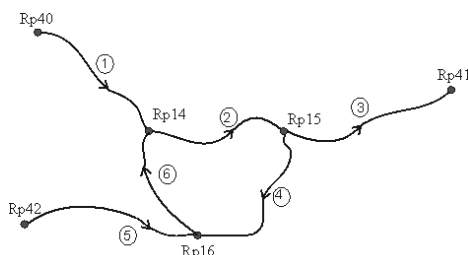


Рис. - Схема нивелирной сети

Таблица - Исходные данные

№ хода	Длина хода (S), км	Измерение превышения, мм	Исходные марки	Отметки марок, м
1	$9,2 + 0,1 * i$	$-1807 + i$	M40	122,356
2	$7,9 + 0,1 * i$	+ 3901	M41	118,874
3	$5,8 + 0,1 * i$	+ 5554 + i	M42	110,870
4	$6,1 + 0,1 * i$	- 9952		
5	$8,0 + 0,1 * i$	+ 3593 + i		
6	$9,6 + 0,1 * i$	+ 6077		

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения Результаты обучения		Оценочные средства	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Введение в математическую статистику и теорию вероятностей применительно к ошибкам измерений как случайным величинам. Раздел 2. Ошибки измерений	ПК-1.2	Знает методы планирования и проведения научных исследований, обработки и анализа результатов. Умеет планировать и проводить научные исследования, обрабатывать и анализировать результаты. Владет методами планирования и проведения научных исследований, обработки и анализа результатов.	Защита практической работы	Устный опрос.
2	Раздел 3. Методы обработки многократных измерений одной величины	ПК-1.3	Знает прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации. Умеет применять прикладное программное обеспечение, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации. Владет технологией использования прикладных программ, физико-математического аппарата, технических и руководящих документов и системы источников информации для проведения научных исследований.	Защита практической работы.	Устный опрос.
3	Раздел 4. Метод наименьших квадратов (МНК). Раздел 5. Корреляционное уравнение	ПК-2.1	Знает базовые принципы производства основных видов геодезических работ. Умеет выполнять основные виды геодезических работ. Владет методами выполнения полевых и камеральных геодезических работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей дифференциальных геодезических станций.	Защита практической работы.	Устный опрос.
4	Раздел 6. Параметрическое уравнение	ПК-4.1	Знает теорию математической обработки высокоточных разнородных измерений. Умеет применять аппарат теории математической обработки геодезических измерений. Владет аппаратом теории математической обработки геодезических измерений.	Защита практической работы.	Устный опрос.
5	Раздел 7. Приближенные методы уравнения геодезических сетей	ПК-6.2	Знает технологию обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей. Умеет обрабатывать и анализировать результаты спутниковых и наземных	Защита практической работы.	Устный опрос.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения Результаты обучения		Оценочные средства	
				текущий контроль	Промежу- точная аттестация
			наблюдений с использование современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей. Владеет технологией обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей.		

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в разделе Фонды оценочных средств.

VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Теория математической обработки геодезических измерений. Голубев В.В. Издание: МИИГАиК, Москва, 2016 г., 422 стр., УДК: 528.11, ISBN: 978-5-91188-073-6

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

3. Обработка результатов измерений и уравнивание полигонометрических ходов. А.Р. Губеладзе. учебное пособие Издательство РГСУ. 2014г.

4. Уравнивание по методу наименьших квадратов. Составители: Ю.И. Маркузе, И.А. Клыпин. Учебно-методическое пособие - М.: МИИГАиК, 2016, с. 50.

5. Теория математической обработки геодезических измерений. Е.А. Русяева. Учебное пособие. Часть I. Теория ошибок измерений. - М.: МИИГАиК, 2016. - 56 с.

6. Теория математической обработки геодезических измерений: Составитель: Е.А. Русяева. Учебное пособие. М.: МИИГАиК, 2020, 66 с.

7. Матрицы в геодезии. Применение матриц в обработке и оценке точности результатов геодезических измерений и определений. Шануров Г.А., Половнёв О.В. М.: МИИГАиК, 2016, 41 с.

8. Уравнивание по методу наименьших квадратов по курсу «Теория математической обработки геодезических измерений». Ю.И. Маркузе, И.А. Клыпин. Учебно-методическое пособие - М.: МИИГАиК, 2016, с. 50.

9. Теория математической обработки геодезических измерений. Часть 2. Оценивание результатов геодезических измерений и их погрешностей на основе вероятностных представлений. Учебное пособие. Ванеева М.В., Попело В.Д. Издание:ВГАУ, Воронеж, 2015 г., 138 с.

10. Маркузе Ю.И. Теория математической обработки геодезических измерений [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ю.И. Маркузе, В.В. Голубев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Академический Проект, Альма Матер, 2015. — 248 с. — 978-5-8291-1136-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/36737.html>.

Дополнительная литература
(электронные и печатные издания)

1. Большаков В.Д., Гайдаев П.А. Теория математической обработки геодезических измерений. - М.: Недра, 1977.

2. Теория математической обработки геодезических измерений : учебное пособие для вузов / Ю. И. Маркузе, В. В. Голубев ; [под общ. ред. Ю. И. Маркузе] ; Московский государственный университет геодезии и картографии. Москва : Академический проект, : Альма Матер, 2010.

3. Яковлев Н.В., Беспалов Н.А., Глумов В.П. и др. Практикум по высшей геодезии. – 2-е издание стереотипное. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Теория математической обработки геодезических измерений» выполняется с учетом следующего.

Вся основная теоретическая база излагается на лекциях, но поскольку количество аудиторных часов лекций в соответствии с ФГОС составляет гораздо меньшую часть общей нагрузки, то для усвоения материала студентам предлагается самостоятельное более глубокое изучение теоретического материала.

Студент в течение семестра должен самостоятельно найти и проработать информацию, используя все лекции, предложенный преподавателем глоссарий, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из интернетовских источников для формирования собственных ответов по самоконтролю. Преподаватель контролирует результат устным опросом.

Практическая часть курса должна быть представлена практическими работами, на которых студент выполняет задания с использованием компьютера и проработкой теоретического материала. В процессе сдачи практической работы преподавателю студент защищает ее результаты, отвечая на теоретические вопросы, связанные с выполнением работы, излагает алгоритм вычислений и обоснование правильности результатов.

В течение семестра студенту предлагается самостоятельно подготовиться к сдаче практических работ. Используя конспект лекций, предложенный преподавателем глоссарий, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из интернетовских источников студент должен проработать информацию для формирования собственных ответов.

В конце семестра студент готовится к промежуточной аттестации - сдаче экзамена, при этом для подготовки используется список контрольных вопросов.

К экзамену или зачету допускается студент, сдавший все практические работы и задания по самостоятельной работе. Оценка выставляется в общей совокупности с учетом зачтенных практических работ, выполненной самостоятельной работы, зачтенных результатов тестирования.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Теория математической обработки геодезических измерений» включает:

1. Библиотечный фонд кафедры: учебники, справочные пособия, архивные материалы, лекции в виде презентаций, иллюстрации, медиа-файлы (фото, видео).

2. Мультимедийная аудитория, вместимостью 15 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов.

3. Компьютерный класс с доступом в Интернет на 15 компьютеров.

4. Комплект презентационного оборудования: мультимедийный проектор, автоматизированный проекционный экран, акустическая система, а также интерактивная трибуна преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным

рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов.

5. Широкополосный доступ в сеть интернет.

Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта
<p>Мультимедийная аудитория: Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокоммутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48</p>	<p>г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус Е</p>
<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usbkbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1 Pro (64-bit), 1-1-1 Wty. Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками.</p>	<p>г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус А, уровень 10. Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду</p>

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными

местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

Х. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Теория математической обработки геодезических измерений»

Фонды оценочных средств включают в себя: перечень форм оценивания, применяемых на разных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины модуля, шкалу оценивания каждой формы, с описанием индикаторов достижения освоения дисциплины согласно заявленным компетенциям, примеры заданий текущего и промежуточного контроля

ПАСПОРТ ФОС

Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1. Способен проводить фундаментальные и прикладные научные исследования в сфере профессиональной деятельности.	ПК-1.2. Планирует и проводит научные исследования в сфере профессиональной деятельности, обрабатывает и анализирует результаты. ПК-1.3. Использует прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации для проведения научных исследований.
ПК-2. Способен к созданию, развитию и реконструкции государственных геодезической, нивелирной, гравиметрической сетей, а также сетей специального назначения.	ПК-2.1. Выполняет полевые и камеральные геодезические работы по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей дифференциальных геодезических станций.
ПК-4. Способен решать задачи по определению фигуры Земли и ее внешнего гравитационного поля.	ПК-4.1. Выполняет математическую обработку высокоточных разнородных измерений.
ПК-6. Способен выполнять координатные и навигационные определения с использованием технологий глобальных навигационных спутниковых систем.	ПК-6.2. Способен выполнять обработку спутниковых и наземных наблюдений, проводить анализ полученных результатов применительно к конкретным задачам потребителей с использованием современных технологий.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.2. Планирует и проводит научные исследования в сфере профессиональной деятельности, обрабатывает и анализирует результаты.	Знает методы планирования и проведения научных исследований, обработки и анализа результатов. Умеет планировать и проводить научные исследования, обрабатывать и анализировать результаты. Владеет методами планирования и проведения научных исследований, обработки и анализа результатов.
ПК-1.3. Использует прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации для проведения научных исследований.	Знает прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации. Умеет применять прикладное программное обеспечение, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	Владеет технологией использования прикладных программ, физико-математического аппарата, технических и руководящих документов и системы источников информации для проведения научных исследований.
ПК-2.1. Выполняет полевые и камеральные геодезические работы по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей дифференциальных геодезических станций.	Знает базовые принципы производства основных видов геодезических работ. Умеет выполнять основные виды геодезических работ. Владеет методами выполнения полевых и камеральных геодезических работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей дифференциальных геодезических станций.
ПК-4.1. Выполняет математическую обработку высокоточных разнородных измерений.	Знает теорию математической обработки высокоточных разнородных измерений. Умеет применять аппарат теории математической обработки геодезических измерений. Владеет аппаратом теории математической обработки геодезических измерений.
ПК-6.2. Способен выполнять обработку спутниковых и наземных наблюдений, проводить анализ полученных результатов применительно к конкретным задачам потребителей с использованием современных технологий.	Знает технологию обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей. Умеет обрабатывать и анализировать результаты спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей. Владеет технологией обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения Результаты обучения	Оценочные средства		
			текущий контроль	Промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Введение в математическую статистику и теорию вероятностей применительно к ошибкам измерений как случайным величинам. Раздел 2. Ошибки измерений	ПК-1.2	Знает методы планирования и проведения научных исследований, обработки и анализа результатов. Умеет планировать и проводить научные исследования, обрабатывать и анализировать результаты. Владеет методами планирования и проведения научных исследований, обработки и анализа результатов.	Защита практической работы	Устный опрос.
2	Раздел 3. Методы обработки многократных измерений одной величины	ПК-1.3	Знает прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации. Умеет применять прикладное программное обеспечение, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации. Владеет технологией использования прикладных программ, физико-математического аппарата, технических и руководящих документов и системы источников информации для проведения научных исследований.	Защита практической работы.	Устный опрос.
3	Раздел 4. Метод наименьших квадратов (МНК). Раздел 5. Корреляционное уравнение	ПК-2.1	Знает базовые принципы производства основных видов геодезических работ. Умеет выполнять основные виды геодезических работ. Владеет методами выполнения полевых и камеральных геодезических работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей дифференциальных геодезических станций.	Защита практической работы.	Устный опрос.
4	Раздел 6. Параметрическое уравнение	ПК-4.1	Знает теорию математической обработки высокоточных разнородных измерений. Умеет применять аппарат теории математической обработки геодезических измерений. Владеет аппаратом теории математической обработки геодезических измерений.	Защита практической работы.	Устный опрос.
5	Раздел 7. Приближенные методы уравнения геодезических сетей	ПК-6.2	Знает технологию обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей.	Защита практической работы.	Устный опрос.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения Результаты обучения	Оценочные средства		
			текущий контроль	Промежуточная аттестация	
			Умеет обрабатывать и анализировать результаты спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей. Владеет технологией обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей.		

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)		Критерии	Показатели	Оценочные средства
ПК-1. Способен проводить фундаментальные и прикладные научные исследования в сфере профессиональной деятельности. ПК-2. Способен к созданию, развитию и реконструкции государственных геодезической, нивелирной, гравиметрической сетей, а также сетей специального назначения. ПК-4. Способен решать задачи определения фигуры Земли и ее внешнего гравитационного поля. ПК-6. Способен выполнять координатные и навигационные определения с использованием технологий глобальных навигационных спутниковых систем.	знает (пороговый уровень)	студент имеет представление о методах математической обработки результатов полевых геодезических измерений	Знания о методах математической обработки результатов полевых геодезических измерений	полностью сформированы с незначительными пробелами нечеткие знания отрывочные знания	Отлично Хорошо Удовлетворительно Неудовлетворительно
	умеет (продвинутый)	студент должен продемонстрировать способность применять методы математической обработки результатов полевых геодезических измерений	Умеет применять методы математической обработки результатов полевых геодезических измерений	Умеет применять без ошибок с небольшими недостатками с большим количеством ошибок Подготовленные материалы не подлежат исправлению	Отлично Хорошо Удовлетворительно Неудовлетворительно

Код и формулировка компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)		Критерии	Показатели	Оценочные средства
	владеет (высокий)	студент должен продемонстрировать умение самостоятельно владеть методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений	Владеет способностью самостоятельно овладеть методами математической обработки результатов в полевых геодезических измерений	<p>Может полностью самостоятельно выполнять все этапы моделирования и оценочных работ</p> <p>с небольшими недостатками</p> <p>Владеет нечеткими навыками</p> <p>Не владеет навыками</p>	<p>Отлично</p> <p>Хорошо</p> <p>Удовлетворительно</p> <p>Неудовлетворительно</p>

ТЕКУЩАЯ АТТЕСТАЦИЯ СТУДЕНТОВ.

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Теория математической обработки геодезических измерений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Теория математической обработки геодезических измерений» проводится в форме контрольных мероприятий (защиты практических работ, самостоятельной работы, устного опроса) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

1. Степень усвоения теоретических знаний.

Теоретические знания дисциплины оцениваются посредством контрольного устного опроса, при этом используются соответствующие критерии оценивания в 10-бальной системе (10-6 баллов – «зачтено», менее 6 баллов – «не зачтено»).

При устном опросе критерии оценок по 10-бальной системе следующие: 10-8,5 баллов – проявлены глубокие знания компетенций дисциплины (ПК-2) – ответ отличается глубиной и полнотой раскрытия темы вопросов по землеустройству и кадастрам, логичностью, последовательностью и

аргументированностью ответа, умением объяснять сущность вопроса, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы; 8,5-7,5 баллов – проявлены прочные знания основных вопросов компетенций дисциплины (ПК-4), умение объяснять сущность вопросов делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, но допускаются неточности; 7,5-6,0 баллов – в ответе проявлены основные знания вопросов компетенций дисциплины (ПК-6), но ответ отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, недостаточным умением давать аргументированные ответы, отсутствие логичности и последовательности, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; менее 6,0 баллов – проявлены незнание основных вопросов знания компетенций дисциплины (ПК-6): неглубокое раскрытие темы, неумение давать аргументированные ответы, отсутствие логичности и последовательности, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа;

2.Уровень овладения практическими умениями и навыками.

Умения и навыки дисциплины оцениваются по уровню выполнения практических работ, при этом используются соответствующие критерии оценивания в 10-бальной системе, причем 10-6 баллов – выполнение практических работ «зачтено», менее 6 баллов – выполнение - «не зачтено».

Выполнение практических работ оценивается по 10- бальной системе: 10-8,6 баллов – отлично владеет необходимыми умениями и навыками компетенций дисциплины (ПК-2) – владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется при видоизменении заданий; 8,5-7,6 баллов – хорошо владеет необходимыми умениями и навыками компетенций дисциплины (ПК-4) – правильно применяет теоретические положения при решении практических задач, владеет необходимыми навыками решения; 7,5-6,0 баллов – умения и навыки компетенций дисциплины (ПК-6) выработаны недостаточно в полной мере, поэтому испытывает затруднения при выполнении практических работ; меньше 6 баллов - недостаточно выработал

необходимые умения и навыки компетенций (ПК-6), неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Самостоятельная работа по вопросам самопроверки считается выполненной и зачтенной в случае, когда при сдаче работы преподавателю в форме устного опроса студент получает балл выше 6 (ответ оценивается в 10 бальной системе, критерии показаны выше).

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Теория математической обработки геодезических измерений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Типовые вопросы для самоконтроля

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

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

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

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

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

одного измерения. Проверить, имеются ли среди истинных ошибок грубые погрешности.

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

7. В теодолитном ходе n углов, каждый из которых измерен со средней квадратической погрешностью $m = 30''$. Вычислить среднюю квадратическую погрешность суммы углов в ходе. Чему равна предельная погрешность суммы углов во всем ходе.

8. Записать в общем виде формулы для вычисления СКП приращений координат.

9. Средняя квадратическая погрешность нивелирования, приходящаяся на 1 км хода, равна $m = 5$ мм. Чему равна средняя квадратическая погрешность нивелирного хода, длина которого L км? Какую предельную погрешность можно допустить в этом ходе.

10. Определить вероятнейшее значение угла, измеренного шестью приемами, и его среднюю квадратическую погрешность (данные в табл.).

№ приема	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8
1	54 ⁰ 12' 30''	73 ⁰ 43' 25''	41 ⁰ 17' 37''	39 ⁰ 26' 52' '	83 ⁰ 24' 03''	112 ⁰ 45' 15''	91 ⁰ 36' 28''	72 ⁰ 46' 35''
2	24''	17''	41''	51''	12''	12''	20''	29''
3	38''	14''	49''	50''	8''	19''	27''	39''
4	29''	20''	40''	59''	9''	22''	30''	37''
№ приема	Вариант 9	Вариант 10	Вариант 11	Вариант 12	Вариант 13	Вариант 14	Вариант 15	Вариант 16
5	36''	15''	39''	48''	10''	19''	24''	32''
6	31''	16''	46''	49''	5''	20''	21''	30''
1	96 ⁰ 15' 12''	46 ⁰ 47' 26''	39 ⁰ 56' 39''	51 ⁰ 26' 43''	29 ⁰ 31' 14''	90 ⁰ 25' 31''	86 ⁰ 23' 44''	62 ⁰ 39' 03' '
2	18''	29''	36''	52''	13''	23''	51''	09''
3	19''	23''	31''	46''	12''	28''	53''	11''
4	17''	28''	34''	48''	24''	24''	50''	02''
5	10''	27''	37''	50''	21''	30''	47''	01''
6	20''	24''	32''	49''	20''	29''	49''	04''

11. Определить вес угла, полученного как разность двух направлений, если средняя квадратическая погрешность измерения направления равна m .

12. Отметка узловой точки получена из четырех нивелирных ходов. Вычислить вероятнейшее значение отметки узловой точки, среднюю квадратическую погрешность единицы веса, среднюю квадратическую погрешность нивелирования на 1 км хода и среднюю квадратическую погрешность вероятнейшего значения (данные см. в таблице).

Номера ходов	Н, м	Число станций	Н, м	Число станций	Н, м	Число станций
Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		
1	479,095	32	284,819	40	516,020	82
2	047	65	856	72	032	96
3	040	51	873	84	061	50
4	058	74	868	96	055	41
Вариант 4		Вариант 5		Вариант 6		
1	323,748	65	197,157	85	608,487	74
2	745	72	125	48	480	66
3	732	47	148	63	449	30
4	771	84	166	70	442	45
Вариант 7		Вариант 8		Вариант 9		
1	421,516	91	532,646	82	319,261	28
2	530	65	640	56	223	74
3	561	30	632	41	230	57
4	558	48	656	93	232	39
Вариант 10		Вариант 11		Вариант 12		
1	251,359	21	630,528	56	145,962	26
2	325	32	520	35	525	62
3	348	84	563	91	540	46
4	311	37	511	35	532	53
Вариант 13		Вариант 14		Вариант 15		
1	459,740	80	368,483	94	547,271	49
2	758	52	452	68	248	73
3	764	39	475	71	240	60
4	770	40	440	38	285	27

13. Дирекционный угол узловой линии получен по четырем теодолитным ходам. Определить его вероятнейшее значение по следующим данным:

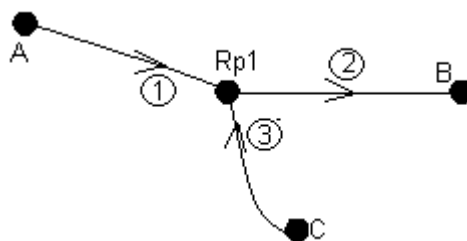
Номера ходов	Значение дирекционного угла	Число углов в ходе n
1	125°12'11,8''	6
2	15,1''	4
3	14,8''	3
4	12,3''	5

14. Определить среднюю квадратическую погрешность отдельного измерения из ряда двойных измерений линии.

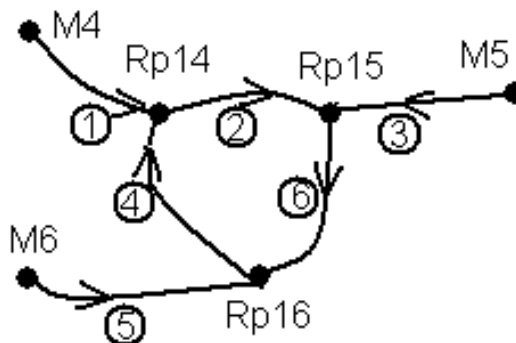
№ линий	d, м	d, м	№ линий	d, м	d, м
1	215,24	215,32	3	217,39	217,50
2	213,12	213,10	4	216,51	216,45
			5	214,56	214,48

15. Уравнять нивелирную сеть с одной узловой точкой и выполнить оценку точности. Исходные данные в табл., схема сети на рис. (i-номер варианта).

№ хода	Длина хода, км	Превышение, мм	Номер точки	Отметка, м
1	$2,2+0.1*i$	+10230	A	100,201
2	$3,2+0.1*i$	+4601	B	105,807
3	$2,8+0.1*i$	+4903	C	115,339



16. Уравнять параметрическим способом результаты нивелирования в сети. Схема сети на рис., исходные данные в табл. (i-номер варианта).



№ хода	Длина хода, км	Измеренные превышения, м	Исходные марки	Отметки марок, м
1	15,0	-1807	M4	122,356
2	$7,9+0.1*i$	+3901	M5	118,874
3	$5,8+0.1*i$	+5554+i	M6	110,870
4	$6,1+0.1*i$	-9952		
5	$8,0+0.1*i$	+3593+i		
6	$9,6+0.1*i$	+6077		

Промежуточная аттестация студентов

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теория математической обработки геодезических измерений» проводится в

соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теория математической обработки геодезических измерений» предусмотрена в виде зачета и экзамена, которые проводятся в виде устного опроса в форме собеседования.

К экзамену допускается студент, сдавший все практические работы и задания по самостоятельной работе. Оценка выставляется в общей совокупности с учетом зачтенных практических работ, выполненной самостоятельной работы – зачтенных результатов тестирования.

Типовые вопросы к экзамену

1. Классификация ошибок.
2. Случайные ошибки и их свойства.
3. Систематические ошибки и их свойства.
4. Грубые ошибки.
5. Источники ошибок в измерениях.
6. Измерение. Виды измерений.
7. Относительные ошибки.
8. Случайные величины и их характеристики.
9. Закон распределения случайной величины.
10. Функция распределения случайной величины.
11. Математическое ожидание случайной величины.
12. Свойства математического ожидания.
13. Дисперсия случайной величины.
14. Стандарт.
15. Закон нормального распределения.
16. Центрированная случайная величина и ее свойства.
17. Нормированная случайная величина и ее свойства.
18. Функция Лапласа.
19. Моменты случайной величины.
20. Асимметрия случайной величины.
21. Эксцесс случайной величины.
22. Вероятная (средняя) ошибка.
23. Средняя абсолютная ошибка.
24. Среднеквадратическая ошибка.
25. Среднеквадратическая ошибка функции коррелированных аргументов.
26. Среднеквадратическая ошибка функции некоррелированных аргументов.
27. Случайный вектор и его свойства.
28. Коэффициент корреляции.

29. Оценка точности случайного вектора. Ковариационная матрица. Весовая матрица. Обратная весовая матрица.
30. Вес измерений.
31. Вес функции.
32. Понятие об оценивании параметров.
33. Обоснование Метода наименьших квадратов.
34. Обработка ряда независимых неравноточных измерений.
35. Обработка ряда независимых равноточных измерений.
36. Условные уравнения.
37. Оценивание стандарта по невязкам условных уравнений.
38. Оценивание стандарта методом последовательных разностей.
39. Оценивание стандарта по разностям двойных равноточных измерений.
40. Оценивание стандарта по разностям двойных неравноточных измерений.
41. Функциональная и стохастическая модели ошибок измерений.
42. Параметрические условные уравнения.
43. Коррелятные условные уравнения.
44. Уравнения поправок в коррелятном уравнивании.
45. Уравнения поправок в параметрическом уравнивании.
46. Составление нормальных уравнений коррелат.
47. Составление нормальных уравнений в параметрическом уравнивании.
48. Решение нормальных уравнений способом обращений.
49. Весовая функция и оценка точности по материалам коррелятного уравнивания.
50. Весовая функция и оценка точности по материалам параметрического уравнивания.
51. Проблема исходных данных.
52. Дефект сети.
53. Минимальные ограничения.
54. Внутренние ограничения.
55. Обобщенно-обратные матрицы и их использование в МНК.

Критерии выставления оценки студенту

Оценка экзамена/ зачета	Требования к сформированным компетенциям
«отлично» / «зачтено»	Оценка «отлично» при сдаче экзамена выставляется студенту, если он глубоко усвоил программный материал дисциплины, имеет твердые знания основного и дополнительного материала; безошибочно справляется с заданиями практических занятий, владеет необходимыми навыками и приемами выполнения практических задач. При этом оценка «отлично» выставляется студенту, только если ему предварительно

	зачтены контрольная работа и опросы, самостоятельная работа. Оценка «отлично» выставляется студенту, если он освоил все профессиональные компетенции.
<i>«хорошо» / «зачтено»</i>	Оценка «хорошо» при сдаче экзамена выставляется студенту, если он усвоил программный материал дисциплины и имеет знания только основного материала; справляется с заданиями практических занятий, владеет необходимыми навыками и приемами выполнения практических задач. При этом оценка «хорошо» выставляется студенту, только если ему предварительно зачтены контрольная работа и опросы, самостоятельная работа. Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он освоил профессиональные компетенции.
<i>«удовлетворительно» / «зачтено»</i>	Оценка «удовлетворительно» при сдаче экзамена выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала; справляется даже с затруднениями с заданиями практических занятий, владеет большинством необходимых навыков и приемов выполнения практических задач. При этом оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, только если ему предварительно зачтены контрольная работа и опросы, самостоятельная работа. Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он освоил большинство профессиональных компетенций.
<i>«не удовлетворительно» / «не зачтено»</i>	Оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет большую часть практической работы, часть задания не может выполнить. Оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, если он освоил не все профессиональные компетенции.