

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

03 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 Математическая обработка

маркшейдерско-геодезических измерений

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Специальность: 21.05.04 Горное дело
Направленность (профиль): Маркшейдерское дело
Программа: Специалитет
Форма обучения: Очная, заочная

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр(ы)	7	9
Общая трудоёмкость в ЗЕТ (часах)	4,5 (162)	4,5 (162)
Контактная работа (час.)	89	18
Лекции (час.)	34	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	0	0
Лабораторные работы (час.)	51	8
Самостоятельная работа (час.), в том числе	37	108
Курсовой проект (работа) (семестр/час.)	—	—
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Математическая обработка маркшейдерско-геодезических измерений» составлена в соответствии с учебными планами по специальности 21.05.04 Горное дело направленность (профиль) «Маркшейдерское дело» для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры маркшейдерского дела им. Д.Н. Оглоблина,
кандидат технических наук, доцент _____ И.В. Филатова
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры маркшейдерского дела им. Д.Н. Оглоблина

Протокол от « 23 » 03 2023 года № 8.

Заведующий кафедрой _____ И.В. Филатова
(подпись)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией ДОННТУ** по специальности 21.05.04 Горное дело

Протокол от « 29 » 03 2023 года № 4.

Председатель _____ С.В. Борщевский
(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры маркшейдерского дела им. Д.Н. Оглоблина

Протокол от « _____ » _____ 20__ года № _____.

Заведующий кафедрой _____ И.В. Филатова
(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры маркшейдерского дела им. Д.Н. Оглоблина

Протокол от « _____ » _____ 20__ года № _____.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры маркшейдерского дела им. Д.Н. Оглоблина

Протокол от « _____ » _____ 20__ года № _____.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры маркшейдерского дела им. Д.Н. Оглоблина

Протокол от « _____ » _____ 20__ года № _____.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (ФИО)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Студентами специальности 21.05.04 Горное дело специализации «Маркшейдерское дело» изучается дисциплина «Математическая обработка маркшейдерско-геодезических измерений», состоящая из двух частей: «Теория ошибок измерений» и «Метод наименьших квадратов». Изучение дисциплины обеспечивает специальную подготовку по математической обработке результатов маркшейдерско-геодезических измерений; теоретические основы математической обработки результатов измерений; приемы практической реализации методов контроля и оценки точности измерений и их функций; методы расчета необходимой точности проектируемых измерений при решении маркшейдерских задач.

Целью преподавания дисциплины является получение студентами знаний и навыков, обеспечивающих подготовку специалистов в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по специальности 21.05.04 Горное дело.

Цель дисциплины: умение определять пространственно-геометрическое положение объектов, выполнять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты; планировать и выполнять теоретические, экспериментальные и лабораторные исследования, обрабатывать полученные результаты с использованием современных информационных технологий.

Задачи изучения дисциплины: обработка многократных измерений одной величины; оценки точности маркшейдерских измерений; оценки точности функций от измеренных величин; уравнивание результатов измерений и оценка точности маркшейдерско-геодезических сетей.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- особенности общественного развития, вариативность и основные закономерности исторического процесса, роль сознательной деятельности людей.
- контроля соблюдения технико-технологических норм, правил и стандартов при производстве, соблюдения технико-технологических норм, правил и стандартов при производстве маркшейдерско-геодезических работ, организации и проведения полевых и камеральных геодезических работ;
- принципы управления объектами недвижимости предприятия на базе данных кадастра, геодезическую и картографическую основы кадастра недвижимости, типологию кадастров;
- состав сведений государственного кадастра недвижимости об объекте недвижимости; законы и иные нормативно-правовые акты в области недропользования, безопасного ведения работ, связанных с промышленной безопасностью и защитой окружающей среды;
- распорядительные, методические и нормативные документы, регламентирующие деятельность маркшейдерского обеспечения недропользования;
- требования инструкций и других нормативных документов по выполнению маркшейдерско-геодезических работ;

- виды моделей, применяемых при геометризации недр; основы теории геохимического поля П. К. Соболевского;

уметь:

- самостоятельно анализировать научную литературу по гуманитарной проблематике, находить, анализировать и оценивать значимость исторических фактов;

- планировать и выполнять геодезические измерения, вычисления и графические построения;

- классифицировать объекты недвижимости, в том числе горного предприятия;

- определять кадастровый номер земельного участка; организовывать трудовые отношения в подразделении маркшейдерского обеспечения недропользования и координировать его деятельность;

- планировать и осуществлять контроль соблюдения технико-технологических норм, правил и стандартов в подразделениях маркшейдерского обеспечения горнодобывающих предприятий.

- методы и технологии горно-геометрического моделирования месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов;

- методы теории вероятности и математической статистики; методологию исследований, теоретические и практические подходы при их проведении методы анализа, систематизации и интерпретации результатов исследований.

- анализировать геологоразведочную и горно-графическую документацию, правила оценки точности измерений; инструктивно-методические требования к точности выполнения маркшейдерских работ.

владеть:

- навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики;
- навыками работы с геодезическим оборудованием при производстве геодезических работ;

- навыками подготовки документов для кадастрового учета; навыками планирования, управления и координирования деятельностью при производстве маркшейдерско-геодезических работ;

- навыками применения знаний при выполнении требований нормативных документов.

- анализом геологоразведочной и горно-графической документации.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способность планировать, управлять и координировать деятельность подразделений маркшейдерского обеспечения недропользования осуществлять контроль соблюдения технико-технологических норм, правил и стандартов при производстве маркшейдерско-геодезических работ (ПК-3);

- способность анализировать геодезическую, маркшейдерскую и геологоразведочную информацию с использованием методов теории вероятностей, математической статистики, математического анализа геометризации, геостатистики, определять закономерности пространственного размещения структурных и каче-

ственных показателей месторождения, а также характеристик природных и техногенных процессов (ПК-8).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Геодезия», «Геодезия (спецкурс)», «Маркшейдерия», «Маркшейдерия (спецкурс)», «Математическая обработка маркшейдерско-геодезических измерений».

Дисциплина является предшествующей для освоения отдельных разделов учебных дисциплин «Маркшейдерское обеспечение безопасного ведения горных работ», «Маркшейдерия. Маркшейдерское обеспечение охраны подрабатываемых объектов», «Маркшейдерские работы при строительстве подземных сооружений и шахт», «Математическое моделирование в маркшейдерии».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении учебных и производственных практик и государственной итоговой аттестации.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ темы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ. (семин.)	Лабор.	СРС
1	Тема 1. Общие сведения об измерениях и их погрешностях	11 / 9	2 / –	– / –	3 / –	6 / 9
2	Тема 2. Математическая обработка равнооточных измерений	18 / 14	4 / –	– / –	6 / 1	8 / 13
3	Тема 3. Математическая обработка неравнооточных измерений	20 / 15	4 / 1	– / –	8 / 1	8 / 13
4	Тема 4. Применение теории ошибок к оценке точности вычислений с приближенными числами	14 / 11	4 / –	– / –	6 / –	4 / 11
5	Тема 5. Принципы способа наименьших квадратов и принцип наибольшего веса	14 / 9	4 / –	– / –	6 / –	4 / 9
6	Тема 6. Условные измерения.	24 / 35	8 / 2	– / –	12 / 3	4 / 30
7	Тема 7. Посредственные измерения	21 / 27	8 / 1	– / –	10 / 3	3 / 23
Выполнение курсового проекта		– / –	– / –	– / –	– / –	– / –

№ те- мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ. (семина.)	Лабор.	СРС
	Контактная работа (дополнительная)	4/6				
	Итого по видам занятий	126 /126	34/4	– / –	51 / 8	37/108
	Контроль	36 / 36				
	ИТОГО	162 /162	34/4	– / –	51/8	37/108

* – часы для очной формы обучения / часы для заочной формы обучения

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-3	Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
ПК-8	Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

3.2. Лекции

Часть 1. ТЕОРИИ ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЙ

Содержание темы 1. Общие сведения об измерениях и их погрешностях. Ошибки измерений. Классификация измерений. Истинная ошибка измерений. Распределение ошибок измерений и его параметры (математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение). Закон распределения Гаусса. Распределение нормированных ошибок. Классификация ошибок измерений. Свойства случайных и систематических ошибок измерений.

Литература к теме 1: [1, 2, 3].

Содержание темы 2. Математическая обработка равнооточных измерений. Характеристики (критерии) точности измерений. Принцип арифметической середины. Оценка точности результатов измерений. Средняя квадратическая ошибка. Вероятная и средняя ошибка, их связь со средним квадратическим отклонением распределения ошибок. Средние квадратические ошибки функций измеренных величин. Относительные ошибки. Средняя квадратическая ошибка арифметической середины. Отклонение измерений от арифметической середины, их свойства и определение средней квадратической ошибки. Определение средней квадратической ошибки по результатам однородных двойных измерений.

Литература к теме 2: [1, 2, 3].

Содержание темы 3. Математическая обработка неравнооточных измерений. Неравнооточные измерения и их веса. Общая арифметическая середина и ее вес. Оценка точности при неравнооточных измерениях. Ошибка единицы веса. Средняя квадратическая ошибка среднего весового. Отклонение измерений от общей арифметической середины, их свойства и определение средней квадратической ошибки единицы веса. Вес функции измеренных величин. Установление

системы весов и вычисление ошибки единицы веса в различных случаях маркшейдерско-геодезической практики. Оценка точности при наличии заметных систематических расхождений в разностях двойных измерений. Порядок обработки ряда измерений.

Литература к теме 3: [1, 2, 3].

Содержание темы 4. Применение теории ошибок к оценке точности вычислений с приближенными числами. Ошибки округления. Свойства ошибок округления. Распределение ошибок округления. Предельная ошибка округлений. Средняя квадратическая ошибка округлений.

Литература к теме 4: [1, 2, 3].

Часть 2. СПОСОБ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Содержание темы 5-6. Условные измерения. Теоретические основы коррелятного уравнивания. Понятие об условных уравнениях. Общая теория коррелятного уравнивания в обычном изложении. Теория коррелятного уравнивания в матричном изложении. Общий контроль решения нормальных уравнений и определения поправок. Оценка точности по результатам коррелятного уравнивания. Определение погрешности единицы веса по результатам уравнивания. Вычисление обратного веса оцениваемой функции.

Литература к теме 5-6: [1, 2, 3].

Содержание темы 7. Посредственные измерения. Задачи и методы уравнивательных вычислений. Сущность параметрического уравнивания. Теория параметрического уравнивания в обычном изложении. Теория параметрического уравнивания в матричном изложении. Последовательность выполнения параметрического уравнивания. Составление нормальных уравнений. Решение нормальных уравнений способом Гаусса. Решение нормальных уравнений с помощью обратной матрицы. Эквивалентные преобразования параметрических уравнений поправок. Общие положения оценки точности по результатам параметрического уравнивания. Вычисление дисперсии $[pvv]$ в параметрическом уравнивании. Определение обратного веса функции от уравненных параметров. Параметрическое уравнивание маркшейдерско-геодезических сетей. Общие сведения о сетях. Составление параметрических уравнений поправок плановых сетей для измеренных направлений. Составление параметрических уравнений поправок плановых сетей для измеренных расстояний. Составление параметрических уравнений поправок плановых сетей для измеренных дирекционных углов. Уравнивание измерений, связанных единой поправкой. Корреляционная матрица координат плановых сетей и ее структура. Оценка точности элементов плановых сетей. Оценка точности положения пунктов по осям координат. Погрешности уравненных значений расстояния и дирекционного угла. Эллипсы ошибок положения пунктов плановых сетей. Общие положения. Теория эллипса ошибок. Вычисление параметров эллипса ошибок.

Литература к теме 6: [1, 2, 3].

3.3. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литера- тура
Теория ошибок измерений			
1	Случайная величина и закон ее распределения. Оценка точности с помощью средней квадратической ошибки.	2 / 1	[1, 2, 3]
2	Определение вероятности попадания погрешности измерений в заданный интервал	2 / 1	[1, 2, 3]
3	Определение допустимой и предельной погрешностей	2 / 1	[1, 2, 3]
4	Математическая обработка равноточных измерений одной величины	2 / 1	[1, 2, 3]
5	Построение доверительного интервала для истинного значения измеренной величины	2 / 1	[1, 2, 3]
6	Математическая обработка неравноточных измерений одной величины	2 / 1	[1, 2, 3]
7	Определение ошибок функций округленных аргументов	2 / 1	[1, 2, 3]
8	Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений	2 / 1	[1, 2, 3]
Способ наименьших квадратов			
9	Уравнивание триангуляционной сети коррелятным способом	14 / –	[1, 2, 3]
10	Уравнивание угловых измерений в сети полигонометрических ходов коррелятным способом	7 / –	[1, 2, 3]
11	Уравнивание параметрическим способом вставки пункта в триангуляционную сеть	7 / –	[1, 2, 3]
12	Уравнивание угловых измерений в полигонометрической сети параметрическим способом	7 / –	[1, 2, 3]
Итого:		51/8	

3.5. Практические (семинарские) занятия учебным планом не предусмотрены.

3.6. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	20 / 53
2	Подготовка к практическим занятиям	– / –
3	Подготовка к лабораторным занятиям	17 / 55
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	– / –
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	– / –
6	Выполнение индивидуального задания	– / –
Итого:		37 / 108

3.7. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Выполнение курсового проекта по дисциплине учебным планом не предусмотрено.

Выполнение индивидуального задания по дисциплине учебным планом не предусмотрено.

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1. Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;

- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;

- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;

- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;

- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;

- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Какие ошибки исключают из обработки измерений на этапе предварительной обработке?

2. Что такое относительная ошибка?

3. Объясните понятие равноточные измерения.

4. Для чего используют предельную ошибку?

5. Определите понятие веса.

6. Объясните понятие неравноточные измерения.

7. Рассмотрите зависимость точности измерений в зависимости от условий проведения угловых, линейных, нивелирных измерений.

8. В каких случаях невозможно вычислить вес измерения и как при этом назначают веса.
9. Раскройте понятие равноточные двойные измерения.
10. Раскройте понятие неравноточные двойные измерения.
11. Раскройте понятие класс равноточных косвенных измерений.
12. Раскройте понятие класс неравноточных косвенных измерений.
13. Приведите примеры косвенных измерений в геодезии и маркшейдерии.
14. Приведите примеры необходимости предварительного расчета точности измеряемых аргументов при проведении маркшейдерско-геодезических работ.
15. В чем принципиальная разность применимости между принципом равных влияний и принципом равных средних квадратических ошибок.
16. Получите формулы средней квадратической ошибки простой и общей арифметической середины.
17. В чем состоит «принцип равных влияний» и для чего он используется в геодезической практике?
18. Понятие веса измерения и вычисление весов однородных измерений в геодезической практике.
19. Получите формулы для вычисления веса функции измеренных величин.
20. Запишите основные формулы, применяемые при обработке равноточных измерений одной и той же величины.
21. В каком порядке и по каким формулам производится обработка неравноточных измерений одной величины.
22. Как строятся доверительные интервалы для истинного значения X и дисперсии единицы веса?
23. В какой последовательности и по каким формулам выполняется оценка точности по разностям двойных равноточных измерений?
24. В какой последовательности и по каким формулам выполняется оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений?
25. Запишите неравенство, при выполнении которого можно принять гипотезу об отсутствии в разностях постоянной систематической ошибки.
26. В какой последовательности выполняется исследование ряда ошибок на нормальный закон распределения?
27. С какой целью в теории математической обработки результатов геодезических измерений применяют критерии Аббе, Граббса, Фишера, Романовского, Бартлетта, Пирсона?
28. В чем принципиальное различие формул Гаусса и Бесселя, применяемых для оценки точности однородных измерений?
29. В чем заключается задача уравнивания геодезической сети?
30. Что называется невязкой? По какому правилу определяется невязка?
31. В чем заключается принцип наименьших квадратов для равноточных измерений?
32. В чем заключается принцип наименьших квадратов для неравноточных измерений?
33. Виды геометрических фигур триангуляции. Виды условных уравнений в типовых фигурах триангуляции.

34. Условное уравнение фигуры для геодезического четырехугольника.
35. Выражение для вычисления невязки условного уравнения фигуры геодезического четырехугольника.
36. Условное уравнение горизонта.
37. Выражение для вычисления невязки условного уравнения горизонта.
38. Условное уравнение дирекционного угла в цепочке треугольников.
39. Выражение для вычисления невязки условного уравнения дирекционного угла.
40. Полусное условное уравнение в центральной системе.
41. Выражение для вычисления невязки W_P полусного условного уравнения.
42. Базисное условное уравнение в цепочке треугольников.
43. Выражение для вычисления невязки W_B базисного условного уравнения в цепочке треугольников.
44. Система условных уравнений геодезической сети.
45. Система коррелятных уравнений поправок.
46. Система нормальных уравнений коррелят.
47. Последовательность уравнивания центральной системы.
48. Порядок решения уравнений центральной системы.
49. Какие углы, при уравнивании центральной системы, называются уравненными?
50. По каким углам вычисляется навязка условного уравнения горизонта при уравнивании центральной системы?
51. Последовательность уравнивания четырехугольника. Порядок решения уравнений геодезического четырехугольника.
52. По каким углам производят окончательное решение треугольников, при уравнивании геодезического четырехугольника?
53. Какие углы, при уравнивании геодезического четырехугольника, называются уравненными?
54. По каким углам вычисляется навязка условного уравнения полюса при уравнивании геодезического четырехугольника?
55. Сущность уравнильных вычислений. Метод наименьших квадратов.
56. Виды условных уравнений.
57. Сущность коррелятного способа уравнивания.
58. Уравнивание центральной системы.
59. Уравнивание геодезического четырехугольника.
60. Уравнивание цепи треугольников между двумя исходными сторонами (базисами).
61. Законы распределения случайных величин.
62. Проверка гипотезы на нормальный закон распределения погрешностей измерений.
63. Доверительные интервалы при проверке гипотез законов распределения погрешностей измерений.
64. Аппроксимация по измеренным значениям функций.

Пример экзаменационного билета

Уровень высшего профессионального образования	специалитет
Направление (специальность) подготовки:	(бакалавриат, специалитет, магистратура) 21.05.04 «Горное дело»
Направленность (профиль):	(код, название) «Маркшейдерское дело»
Семестр:	(название) 7
Учебная дисциплина:	Математическая обработка маркшейдерско-геодезических измерений

БИЛЕТ № 13

1. Раскройте понятие равноточные двойные измерения.
2. Общие положения оценки точности по результатам параметрического уравнивания.
3. Теоретические основы коррелятного уравнивания. Понятие об условных уравнениях.
4. Дирекционный угол оси сооружения необходимо определить с истинной погрешностью, не превышающей величины $\delta=30''$. Какова вероятность, что указанное требование будет соблюдено, если для определения дирекционного угла использовать гирокомпас со средней квадратической погрешностью ориентирования $m=20''$? Какую среднюю квадратическую погрешность должен обеспечивать гирокомпас, чтобы указанное требование соблюдалось с вероятностью $P=0,997$?

Утверждено на заседании кафедры маркшейдерское дело им. Д.Н. Оглоблина,
протокол № _____ от _____.20____ г.

Зав. кафедрой И.В. Филатова Экзаменатор И.В. Филатова

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Математическая обработка маркшейдерско-геодезических измерений»
для обучающихся по специальности 21.05.04 Горное дело
специализация «Маркшейдерское дело»

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 4 вопроса, каждый из которых требует конкретного ответа. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей схемой.

Вопросы охватывают теоретическую и практическую часть курса.

Правильный ответ на вопрос оценивается в десять баллов. Если ответ не полный, то он оценивается в пять баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ESTS.

Утверждено на заседании кафедры маркшейдерское дело им. Д.Н. Оглоблина,
протокол № _____ от _____.20____ г.

Заведующий кафедрой _____ И.В. Филатова

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Математическая обработка маркшейдерско-геодезических измерений» производится в виде текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля) следующими средствами оценивания:

1. выполнение лабораторных работ и защита отчетов;
2. решение разноуровневых задач и заданий;
3. творческий рейтинг;
4. проведение контрольных опросов;
5. выполнение и защита индивидуального задания (при его наличии);
6. получение дополнительных баллов;
7. проведение промежуточной аттестация в форме семестрового экзамена.

Защита лабораторных работ и индивидуального задания проводится в виде собеседования. Выполнение заданий лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (для студентов заочной формы обучения), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к прохождению промежуточной аттестации.

Распределение баллов по текущему контролю работы студента очной (заочной) формы обучения и итоговая оценка по 100-балльной шкале (определяемая как сумма баллов) на протяжении семестра:

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Выполнение лабораторных работ и защита отчетов	2 / 4	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы и аргументированы, приведен анализ полученного результата
	1 / 6	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по выполнению лабораторных работ и защите отчетов	24/ 42	Из расчёта количества лабораторных работ (максимально возможное количество баллов)
Решение разноуровневых задач и заданий		При выполнении задач и заданий обучающимися учтены репродуктивный, реконструктивный и творческий уровни:
	4 / 2	оценено и диагностировано знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины.
	4 / 2	оценено и диагностировано умение синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
	4 / 1	оценено и диагностировано умение интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.
Итого по решению разноуровневых задач и заданий	12 / 5	Максимально возможное количество баллов
Творческий рейтинг	3 / 3	В индивидуальном порядке и группой обучающихся инициировано частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.
Итого творческий рейтинг	3 / 3	Максимально возможное количество баллов
Проведение контрольных опросов	5 / 0	
Итого проведение контрольных опросов	5 / 0	Максимально возможное количество баллов
Получение дополнительных баллов	6 / 0	Активность обучающегося на лекционных и лабораторных занятиях. Обучающийся может получить 0,5 дополнительного балла на лекции и лабораторном занятии. Расчет максимального количества баллов выполнен исходя из максимального количества лекционных и лабораторных занятий.
Итого получение дополнительных баллов	6 / 0	Максимально возможное количество баллов
ИТОГО	50 / 50	Максимально возможное количество баллов

* – часы для очной формы обучения / часы для заочной формы обучения

Форма проведения семестрового экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 3 теоретических вопроса и 1 практический вопрос.

При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется следующими критериями:

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	вопрос 1	10
	вопрос 2	10
	вопрос 3	10
	вопрос 4	20
ИТОГО		50

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулиров-

ки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное 5. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

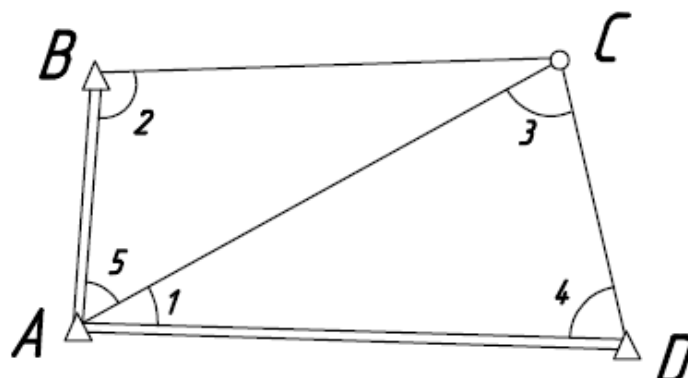
Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

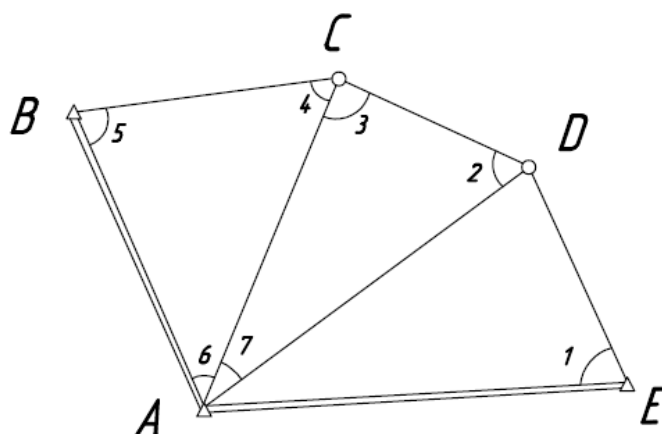
4.4 Примерная тематика индивидуальных заданий

Тематика индивидуальных заданий связана с выполнением камеральной обработки результатов наблюдений и измерений, используя современную вычислительную технику; умением самостоятельно производить обработку и анализ результатов маркшейдерско-геодезических измерений.

Индивидуальное задание 1. Произвести уравнивание аналитической сети, представленной на рисунке коррелятным способом и оценить точность координаты У вставляемого пункта С.



Индивидуальное задание 2. Произвести уравнивание аналитической сети, представленной на рисунке коррелятным способом и оценить точность координаты С.



5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Беликов А.Б. Математическая обработка результатов геодезических измерений [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А.Б. Беликов, В.В. Симонян ; ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». - 46 Мб. - Москва : МГСУ, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/17/cd6639.pdf> – Загл. с экрана.

2. Попело В.Д. Теория математической обработки геодезических измерений [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В.Д. Попело, М.В. Ванеева ; М-во с.-х. РФ, ФГБОУ ВО «Воронеж. гос. аграрн. ун-т им. императора Петра I». - 914 Кб. - Воронеж : ВГАУ, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/17/cd6623.pdf> – Загл. с экрана.

Дополнительная литература

3. Пономарев В.Б. Математическая обработка результатов инженерного эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В.Б. Пономарев, А.Б. Лошкарев ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. - 3 Мб. - Екатеринбург : [б.и.], 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9413.pdf> – Загл. с экрана.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

4. Методические указания к выполнению лабораторных и контрольных работ по дисциплине «Математическая обработка маркшейдерско-геодезических измерений. Часть 1. «Теория ошибок измерений»: для обучающихся по специальности 21.05.04 Горное дело специализация «Маркшейдерское дело» для очной и заочной форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. маркшейдерского дела; сост. И.В. Филатова, А.А. Канавец. – Донецк: ДОННТУ, 2022 (доступ через личный кабинет студента).

5. Методические указания к выполнению лабораторных и контрольных работ по дисциплине «Математическая обработка маркшейдерско-геодезических измерений. Часть 2. «Способ наименьших квадратов»: для обучающихся по специальности 21.05.04 Горное дело специализация «Маркшейдерское дело» для очной и заочной форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. маркшейдерского дела; сост. И.В. Филатова, А.А. Канавец. – Донецк: ДОННТУ, 2022 (доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

Электронно-библиотечная система Донецкого национального технического университета. – Донецк : НБ ДОННТУ. – URL: <http://library.donntu.ru/ebs.php> . – Текст : электронный.

Научно-техническая библиотека Донецкого национального технического университета. – Донецк : НБ ДОННТУ, 1999 -2022. – URL: <http://library.donntu.ru/> . – Текст : электронный.

Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU – Режим доступа: <http://elibrary.ru/> – Текст : электронный.

Лань : электронно.-библ. система. – Санкт-Петербург : Лань, сор. 2011–2021. – URL: <https://e.lanbook.com/> . – Режим доступа : для авторизир. пользователей. – Текст : электронный.

Электронная библиотека Горное образование – URL: <http://library.gorobr.ru/>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные и лабораторные занятия:

Учебная аудитория № 11.318, учебный корпус 11, для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: ноутбук (ОС – Windows 8.1 Professional x86/64 (академическая подписка Dream Spark Premium), Libre Office 3.3.0.4 (лицензия GNU LGPL v3+ и MPL 2.0), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

Компьютерный класс № 11.321, учебный корпус 11, для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации компьютер (мультимедийное оборудование: компьютер Sempron LE-1150 (ОС – Windows XP Professional x 64 (академическая подписка DreamSparkPremium), Libre Office 3.3.0.4 (бесплатная версия), AutoCad 2010 (студенческая бесплатная версия), монитор Samsung 550B, компьютер 486 с принтером EPSON 1050, компьютер C-2-766 (2 шт.), компьютер IBM PC 386/387, компьютер IBM Pentium 150 Mhz, компьютер P IV-3.0 Ghz (2 шт), компьютер Pentium 166 Mhz, компьютер P-IV-2.4 Ghz-800Mhz, компьютер Pentium PC1-233, компьютер PC-C-366/64/10,1, компьютер C-2,8; принтер HP Desk Jet 1220C, принтер-плоттер Croma 24, CAD, сканер Compact 4800 A-4, сканер GT-15000, сканер SJ-IIIp, сканер HP 3800; мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы

аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты); светокопировальные столы (2 шт.)

Помещения для самостоятельной работы:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОН-НТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС – Microsoft Windows 7, Open Office 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/Grubloaderfor ALT Linux – лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox – лицензия MPL 2.0, Moodle (Modular Object – Oriented Dynamic Learning Environment) – лицензия GNU GPL).