

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Рукович Александр Владимирович

Должность: Директор

Дата подписания: 10.11.2024 10:06:46

Уникальный программный ключ:

f45eb7c44954caac05ea7d4f32eb8d7d6b3cb96ae6d9b4bda094afdda705f

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра горного дела

Рабочая программа дисциплины  
**Б1.В.10 Математическая обработка результатов измерений**

для программы специалитета по специальности  
21.05.04 Горное дело  
Специализация: Маркшейдерское дело

Форма обучения: очная

Автор: Редлих Э.Ф., ст.преподаватель кафедры горного дела, e-mail: Redlih@rambler.ru

|  |  |   |
|--|--|---|
| РЕКОМЕНДОВАНО<br>Заведующий кафедрой<br>разработчика<br>ГД _____<br>/ <u>Рочев В.Ф.</u><br><br>протокол №8<br>от «04» апреля 2024 г.   | ОДОБРЕНО<br>Заведующий выпускающей<br>кафедрой<br>ГД _____<br>/ <u>Рочев В.Ф.</u><br><br>протокол №8<br>от «04» апреля 2024 г. | ПРОВЕРЕНО<br>Нормоконтроль в составе<br>ОПОП пройден<br>Специалист УМО<br>_____ / <u>Ядреева К.Д.</u><br><br>«15» мая 2024 г. |
| Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП<br><br>Председатель УМС _____ / <u>Ядреева Л.Д.</u><br>протокол УМС №10 от «16» мая 2024 г. |  | Зав. библиотекой<br><br>_____ / <u>Иголина С.В.</u><br>«15» __мая 2024 г.   |

**1. АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б1.В.10 Математическая обработка результатов измерений**  
Трудоемкость 4з.е.

**1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины**

**Цель освоения:** ознакомление студентов с комплексом математических методов и вычислительных средств, преобразующих результаты маркшейдерских измерений в оптимальные числовые значения, наилучшим образом приближенные к истинным величинам, и удобные для практического использования.

**Краткое содержание дисциплины:** Виды измерений. Ошибки результатов измерений. Оценка точности результатов измерений.

Средние квадратические ошибки функций измеренных величин. Уклонения измерений от арифметического среднего. Неравноточные измерения. Способ наименьших квадратов.

Уравновешивание условных измерений. Теория параметрическое уравнения. Элементы математической статистики при решении маркшейдерских задач.

**1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

| Наименование категории (группы) компетенций | Планируемые результаты освоения программы (код и содержание компетенции)   | Индикаторы достижения компетенций   | Планируемые результаты обучения по дисциплине  | Оценочные средства              |
|---|--|---|--|---------------------------------|
| профессиональные                            | ПК-5<br>Способность анализировать и типизировать условия разработки месторождения их комплексного использования, выполнять различные оценки недропользования | ПК-5.1<br>-анализирует и применяет классификацию, назначение, методы построения, математической обработки, уравнения МОГС на горных работах;<br>ПК-5.2<br>-выполняет уравнение и оценку точности результатов измерений и маркшейдерских опорных геодезических сетей;<br>ПК-5.3<br>-определяет экономическую эффективность реализации маркшейдерских проектов на горных работах;<br>ПК-5.4<br>Анализирует и типизирует условия разработки месторождений, выполняя различные оценки недропользования<br>ПК-5.5<br>-анализирует геолого- | <b>Знать:</b><br>- классификацию измерений, ошибок измерений и показателей точности измерений;<br>- принцип оценки точности функций измеренных величин;<br>-предрасчет необходимой точности измерений при проектировании маркшейдерских построений;<br>- методы математической обработки и анализа многократных равноточных и неравноточных измерений одной величины и парных измерений;<br>- технологию математической обработки маркшейдерских измерений для коррелятивной версии МНК;<br>- технологию математической обработки маркшейдерских измерений для параметрической версии<br>-геологоразведочные системы и методики с целью выбора наиболее эффективных геостатистических процедур;<br><b>Уметь:</b> | практические занятия, СРС, РГР. |

|  |   |   |  |  |
|--|---|---|--|--|
|  | <p>ПК-6<br/>Способность применять навыки научно-исследовательских работ при решении производственных задач маркшейдерского обеспечения горных работ</p> | <p>разведочные системы и методики с целью выбора наиболее эффективных геостатистических процедур</p> <p>ПК-6.1<br/>- анализирует последние достижения науки и техники в области горных работ и результатов исследований ведущих научных школ</p> <p>ПК-6.2<br/>- осуществляет изучение методов и методик проведения основных маркшейдерских расчетов теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>ПК-6.3<br/>- осуществляет обработку результатов экспериментальных исследований</p> <p>ПК-6.4<br/>- устанавливает постановку эксперимента при решении задач в области осуществления буровых, взрывных, выемочно-погрузочных процессов, а также процессов транспортирования и складирования горной массы</p> | <p>- вычислять средние квадратические ошибки (СКО) измерений по формулам Бесселя и Гаусса;</p> <p>- оценивать СКО функции измеренных величин по СКО ее аргументов;</p> <p>- определять СКО аргументов функции некоррелированных измерений по ее СКО;</p> <p>- выполнять математическую обработку и анализ многократных измерений одной величины и парных;</p> <p>- реализовывать технологию математической обработки измерений для корреляционной версии МНК;</p> <p>- реализовывать технологию математической обработки измерений для параметрической версии МНК;</p> <p>- применять методы и методики проведения основных маркшейдерских расчетов теоретических и экспериментальных исследований;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- навыками оценки точности результатов измерений и их функций;</p> <p>- навыками математической обработки рядов многократных измерений одной величины;</p> <p>- навыками практического применения методов МНК;</p> <p>- навыками обработки результатов маркшейдерских измерений;</p> <p>- методами обработки результатов экспериментальных исследований.</p> |  |
|--|---|---|--|--|

### 1.3. Местодисциплины в структуре образовательной программы

| Индекс  | Наименование дисциплины (модуля), практики     | Семестры изучения | Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик  |  |
|---------|--|-------------------|--|--|
|         |  |                   | На которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)   | для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой   |
| Б1.В.10 | Математическая обработка результатов измерений | 6                 | Б1.О.14 Математика<br>Б1.О.17 Информатика<br>Б1.О.32 Геодезия<br>Б1.В.02 Маркшейдерско-геодезические приборы<br>Б1.В.06 Геометрия недр | Б1.В.03 Маркшейдерские работы на открытых горных работах<br>Б1.В.04 Маркшейдерские работы на подземных горных работах<br>Б2.В.03(Н) Производственная практика: Научно-исследовательская работа<br>Б3. 01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |

1.4. Язык преподавания: русский.

**2. 2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана (гр.С-ГД(МД)-24):

|   |   |   |
|---|---|---|
| Код и название дисциплины по учебному плану                                   | <b>Б1.В.10 Математическая обработка</b> |   |
| Курс изучения   | 3                                       |   |
| Семестр(ы) изучения   | 6                                       |   |
| Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)                                | экзамен                                 |   |
| РГР, семестр выполнения   | 6                                       |   |
| Трудоемкость (в ЗЕТ)  | 4ЗЕТ                                    |   |
| <b>Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:</b>                   | 144                                     |   |
| <b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>      | Объем аудиторной работы, в часах        | В т.ч. с применением МДОТ или ЭО <sup>1</sup> , в часах |
| Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):                                      | 51                                      | -   |
| 1.1. Занятия лекционного типа (лекции)  | 16                                      | -   |
| 1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:                                | -                                       | -   |
| - практические занятия  | -                                       | -   |
| - лабораторные работы   | -                                       | -   |
| - практикумы  | 32                                      |   |
| 1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)                      | 3                                       | -   |
| <b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>                 | 66                                      |   |
| <b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b> | 27                                      |   |

<sup>1</sup>Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий электронного обучения» указан ответ «да».

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

| Раздел  | Всего часов | бсеместр                   |                              |                      |                              |                     |                              |            |                              |                    | Часы СР<br>С |
|---|-------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------|------------|------------------------------|--------------------|--------------|
|   |             | Контактная работа, в часах |                              |                      |                              |                     |                              |            |                              |                    |              |
|   |             | Лекции                     | Из них применение Э<br>ОиДОТ | Практические занятия | Из них применение Э<br>ОиДОТ | Лабораторные работы | Из них применение Э<br>ОиДОТ | Практикумы | Из них применение Э<br>ОиДОТ | КСР (консультации) |              |
| Теория ошибок измерений (ТОИ)   | 23          | 4                          | -                            | -                    | -                            | -                   | -                            | 8          | -                            | -                  | 11 (ТР, ПР)  |
| Элементы матричной алгебры и вопросы оценки точности в системах маркшейдерских измерений. | 23          | 4                          | -                            | -                    | -                            | -                   | -                            | 8          | -                            | -                  | 11 (ТР, ПР)  |
| Математическая обработка систем маркшейдерских измерений по МНК                           | 23          | 4                          | -                            | -                    | -                            | -                   | -                            | 8          | -                            | -                  | 11 (ТР, ПР)  |
| Математическая обработка систем маркшейдерских измерений по МНК (параметрическая версия)  | 23          | 4                          | -                            | -                    | -                            | -                   | -                            | 8          | -                            | -                  | 11 (ТР, ПР)  |
| РГР   | 25          |                            |                              |                      |                              |                     |                              |            |                              | 3                  | 22 (РГР)     |
| <b>Итого</b>  | <b>117</b>  | <b>16</b>                  |                              | -                    |                              |                     |                              | <b>32</b>  |                              | <b>3</b>           | <b>66</b>    |

Примечание: ТР – теоретическая работа, ПР- оформление и подготовка к защите практических работ; РГР – расчетно-графическая работа

#### 3.1. Содержание тем программы дисциплины

##### Тема 1 Теория ошибок измерений (ТОИ)

Постулаты ТОИ. Классификация ошибок измерений. Свойства случайных ошибок измерений, показатели точности равноточных измерений. Оценка точности функций коррелированных и некоррелированных измерений. Предрасчет точности измерений. Математическая обработка рядов многократных равноточных и неравноточных измерений одной величины.

##### Тема 2 Элементы матричной алгебры и вопросы оценки точности в системах маркшейдерских измерений

Алгебраические операции с матрицами. Вектор-функция, квадратичная форма. Структура ковариационной матрицы вектора измерений. Связь ковариационной и весовой матриц. Обобщенная теорема оценки точности (распространение ошибок).

##### Тема 3 Математическая обработка систем маркшейдерских измерений по МНК (коррелятная версия)

Постановка задачи. Выбор, составление и линеаризация условных уравнений связи. Принципиальное решение задачи по МНК. Блок-схема и поэтапная реализация коррелятного способа уравнивания и оценки точности.

##### Тема 4 Математическая обработка систем маркшейдерских измерений по МНК (параметрическая версия)

Постановка задачи. Выбор параметров, составление и линеаризация параметрических уравнений связи. Принципиальное решение задачи по МНК. Блок-схема и поэтапная реализация параметрического способа уравнивания и оценки точности

### 3.2. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

*Учебные технологии, используемые в образовательном процессе*

В процессе преподавания дисциплины используются исключительно традиционные технологии без применения активных/интерактивных технологий.

## 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<sup>2</sup> обучающихся по дисциплине

### Содержание СРС

| №                | Наименование раздела (темы) дисциплины  | Вид СРС   | Трудо-емкость (в часах) | Формы и методы контроля   |
|------------------|---|---|-------------------------|---|
| <b>6 семестр</b> |   |   |                         |   |
| 1                | Теория ошибок измерений (ТОИ)   | Подготовка, оформление и подготовка к защите практических работ | 11                      | Анализ теоретического материала (внеаудитор. СРС)<br>Оформление практических заданий и подготовка к защите, (аудиторная, внеаудитор. СРС) |
| 2                | Элементы матричной алгебры и вопросы оценки точности в системах маркшейдерских измерений. |   | 11                      |   |
| 3                | Математическая обработка систем маркшейдерских измерений по МНК (коррелятивная версия)    |   | 11                      |   |
| 4                | Математическая обработка систем маркшейдерских измерений по МНК (параметрическая версия)  |   | 11                      |   |
| 5                | РГР   | Выполнение РГР  | 22                      | Аудиторная и внеаудитор. СРС  |
|                  | Итого   |   | <b>66</b>               |   |

### Практически работы (по вариантам)

| №п/п             | Наименование работы  |
|------------------|--|
| <b>6 семестр</b> |  |
| 1                | Решение задач по теории ошибок измерений.  |
| 2                | Матричная алгебра  |
| 3                | Уравнивание нивелирной сети коррелятным способом.  |
| 4                | Уравнивание нивелирной сети параметрическим способом, контрольное уравнивание в пакете CREDO |

<sup>2</sup>Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя) – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ (дир.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

### Критерии оценивания практических работ

| Компетенции | Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания   | Количество набранных баллов |
|-------------|--|-----------------------------|
| ПК-5, ПК-6  | Работа выполнена в соответствии с заданием, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Графическая часть соответствует требованиям ГОСТа. Могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. | 12б.                        |
|             | Работа выполнена в соответствии с заданием, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Графическая часть соответствует требованиям ГОСТа. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.   | 10б.                        |
|             | В работе сделаны незначительные ошибки в расчетах. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Графическая часть имеет отступления от ГОСТов.  | 8б.                         |
|             | Работа имеет значительные недочеты в расчетах и выборе справочных данных. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины. Графическая часть не соответствует ГОСТу.   | Не оценивается              |

### Расчетно-графическая работа.

Пример:

Отметка нивелирной марки определена по шести ходам.

Произвести математическую обработку результатов нивелирования: определить среднее значение отметки марки и произвести оценку точности.

| Номер хода          | Отметка $H$ , м | $m_H$ , мм   | $p = \frac{10}{m_H^2}$ | $\xi$ , мм                              | $p\xi$ | $v$              | $pv$  |
|---------------------|-----------------|--------------|------------------------|---|--------|------------------|-------|
| 1                   | 57,317          | 5,6          | 0,32                   | 17                                      | 5,44   | 2,4              | 0,77  |
| 2                   | 310             | 8,1          | 0,15                   | 10                                      | 1,50   | -4,6             | -0,69 |
| 3                   | 305             | 8,7          | 0,13                   | 5                                       | 0,65   | -9,6             | -1,25 |
| 4                   | 320             | 4,3          | 0,54                   | 20                                      | 10,80  | 5,4              | 2,92  |
| 5                   | 318             | 5,7          | 0,31                   | 18                                      | 5,58   | 3,4              | 1,05  |
| 6                   | 308             | 4,8          | 0,43                   | 8                                       | 3,44   | -6,6             | -2,84 |
| $\bar{x} = 57,300$  |                 | $[p] = 1,88$ |                        | $[p\xi] = 27,41$<br>$[p\xi^2] = 454,69$ |        | 4,74<br>-4,78    |       |
| $[p\xi]/[p] = 14,6$ |                 |              |                        | $\bar{x} = 57,3146$                     |        | $[pv^2] = 55,10$ |       |

## Критерии оценивания РГР

| Компетенции   | Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания   | Количество набранных баллов |
|---------------|--|-----------------------------|
| ПК-5,<br>ПК-6 | Работа выполнена в соответствии с заданием, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Графическая часть соответствует требованиям ГОСТа. Могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. | 22балл.                     |
|               | Работа выполнена в соответствии с заданием, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Графическая часть соответствует требованиям ГОСТа. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.   | 17балл.                     |
|               | В работе сделаны незначительные ошибки в расчетах. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Графическая часть имеет отступления от ГОСТов.  | 13балл.                     |
|               | Работа имеет значительные недочеты в расчетах и выборе справочных данных. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины. Графическая часть не соответствует ГОСТу.   | Не оценивается              |

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ (раздел «Методический блок»).
  2. Методические указания и варианты контрольных работ (раздел «Методический блок»)
- Методические указания размещены в СДО Moodle:

<http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=14766>

#### Рейтинговый регламент по дисциплине:

| №                | Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы) |            | Количество баллов (min) | Количество баллов (max) | Примечание                     |
|------------------|---|------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|
|                  | Испытания /<br>Формы СРС                                  | Время, час |                         |                         |                                |
| <b>6 семестр</b> |   |            |                         |                         |                                |
| 1                | Практически работы  | 4x8ч.=32ч. | 32б..                   | 12б.х4=48б.             | Оформление в соответствии с МУ |
| 2                | Анализ теоретического материала                           | 12ч        | -                       | -                       |                                |
| 3                | Расчетно-графическая работа                               | 22ч.       | 13б.                    | 22б.                    |                                |
|                  | <b>Всего</b>  | <b>66</b>  | <b>45</b>               | <b>70</b>               | Минимум 45б                    |

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

| Коды оцениваемых компетенций | Индикаторы достижения компетенций  | Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)  | Шкалы оценивания уровня сформированности компетенций/элементов компетенций |   |         |
|------------------------------|--|---|--|---|---------|
|                              |  |   | Уровни освоения  | Критерии оценивания (дескрипторы)   | Оценка  |
| ПК-5,<br>ПК-6                | <p>ПК-5.1<br/>-анализирует и применяет классификацию, назначение, методы построения, математической обработки, уравнивания МОГС на горных работах;</p> <p>ПК-5.2<br/>-выполняет уравнивание и оценку точности результатов измерений и маркшейдерских опорных геодезических сетей;</p> <p>ПК-5.3<br/>-определяет экономическую эффективность реализации маркшейдерских проектов на горных работах;</p> <p>ПК-5.4<br/>Анализирует и типизирует условия разработки месторождений, выполняя различные оценки недропользования</p> <p>ПК-5.5<br/>-анализирует геологоразведочные системы и методики с целью выбора наиболее эффективных</p> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию измерений, ошибок измерений и показателей точности измерений;</li> <li>- принцип оценки точности функций измеренных величин;</li> <li>- предрасчет необходимой точности измерений при проектировании маркшейдерских построений;</li> <li>- методы математической обработки и анализа многократных равноточных и неравноточных измерений одной величины и парных измерений;</li> <li>- технологию математической обработки маркшейдерских измерений для коррелятивной версии МНК;</li> <li>- технологию математической обработки маркшейдерских измерений для параметрической версии геологоразведочные системы и методики с целью выбора наиболее эффективных геостатистических процедур;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычислять средние квадратические ошибки (СКО) измерений по формулам Бесселя и Гаусса;</li> </ul> | Высокий  | <p>Теоретическая подготовка<br/>Даны полные, развернутые ответы на поставленные вопросы, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, показательно раскрыты основные положения вопросов;</p> <p>в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий.</p> <p>Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей.</p> <p>Ответ изложен литературным языком с использованием профессиональной терминологии по предмету.</p> <p>Практические работы выполнены согласно алгоритму решения, отсутствуют ошибки различных типов, оформление измерений и вычислений в соответствии с техническими требованиями.</p> <p>Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p> | Отлично |
|                              |  |   | Базовый  | <p>Даны полные, развернутые ответы на поставленные вопросы, показано умение выделить существенные и несущественные недочеты.</p> <p>Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием профессиональной терминологии по дисциплине.</p> <p>Практические работы выполнены согласно алгоритму, отсутствуют незначительные ошибки различных типов, не меняющие суть решений, оформление измерений и вычислений в соответствии с</p>   |         |

|  |   |   |   |                            |
|--|---|---|---|----------------------------|
| <p>тивных геостатистических процедур</p> <p>ПК-6.1</p> <p>- анализирует последние достижения науки и техники в области горных работ и результатов исследований ведущих научных школ</p> <p>ПК-6.2</p> <p>- осуществляет изучение методов и методик проведения основных маркшейдерских расчетов теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>ПК-6.3</p> <p>- осуществляет обработку результатов экспериментальных исследований</p> <p>ПК-6.4</p> <p>-устанавливает постановку эксперимента при решении задач в области осуществления буровых, взрывных, выемочно-погрузочных процессов, а также процессов транспортирования и складирования горной массы</p> | <p>- оценивать СКО функции измеренных величин по СКО ее аргументов;</p> <p>- определять СКО аргументов функции некоррелированных измерений по её СКО;</p> <p>-выполнять математическую обработку и анализ многократных измерений одной величины и парных;</p> <p>- реализовывать технологию математической обработки измерений для коррелятивной версии МНК;</p> <p>- реализовывать технологию математической обработки измерений для параметрической версии МНК;</p> <p>-применять методы и методики проведения основных маркшейдерских расчетов теоретических и экспериментальных исследований;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- навыками оценки точности результатов измерений и их функций;</p> <p>- навыками математической обработки рядов многократных измерений одной величины;</p> <p>- навыками практического применения методов МНК;</p> <p>- навыками обработки результатов маркшейдерских измерений;</p> <p>-методами обработки результатов экспериментальных исследований.</p> | <p>техническими требованиями. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.</p> |   |                            |
|  |   | <p>Минимальный</p>  | <p>Даны недостаточно полные и недостаточно развернутые ответы. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Недостаточно верно используется профессиональная терминология.</p> <p>Практические работы выполнены согласно алгоритму, отсутствуют незначительные ошибки различных типов, исправленные в процессе ответа, оформление измерений и вычислений также имеют отклонения от технических требований. Допущены 4-5 ошибок различных типов, в целом соответствует нормативным требованиям.</p> | <p>Удовлетворительно</p>   |
|  |   | <p>Не освоены</p>   | <p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. В ответах не используется профессиональная терминология. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. Или Отказ от ответа.</p>   | <p>Неудовлетворительно</p> |

## 6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Экзамен по дисциплине проводится в форме собеседования по экзаменационным билетам.

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическое задание, направленное на выявление уровня сформированности компетенций ПК-5, ПК-6.

*Теоретические вопросы:*

1. Задачи теории ошибок.
2. Измерения. Классификация ошибок измерений. Структура истинной ошибки измерений.
3. Постулаты теории ошибок. Свойства случайных ошибок измерений.
4. Показатели точности результатов равноточных измерений и связь между ними. Формула Гаусса. Формула Бесселя.
5. Оценка точности функций измеренных величин: постановка и решение задачи в случае коррелированных и не коррелированных аргументов. Частные случаи.
6. Расчет точности аргументов по заданной точности функции: способ равных средних квадратических ошибок аргументов и способ равных влияний.
7. Вес результатов измерений: определение, порядок назначения весов в системе измерений.
8. Вычисление обратного веса функции независимых измерений.
9. Задачи математической обработки ряда независимых многократных измерений одной величины и порядок их решения в случае равноточных измерений. Вспомогательные и контрольные формулы.
10. Задачи математической обработки ряда независимых многократных измерений одной величины и порядок их решения в случае неравноточных измерений. Вспомогательные и контрольные формулы.
11. Определение и виды матриц. Алгебраические операции над матрицами: сравнение, сложение, умножение, обращение. Их свойства.
12. Транспонирование матриц и матричных выражений. След матрицы. Квадратичная форма.
13. Матричная запись систем линейных уравнений. Решение систем линейных уравнений методом обращения.
14. Определение вектор-функции, квадратичной формы. Дифференцирование матричных выражений: квадратичной формы, линейного преобразования, сложной вектор-функции.
15. Рассказать о причинах, вызывающих математическую обработку (уравнивание) систем геодезических измерений. Роль избыточных измерений в постановке задачи уравнивания. Цель уравнивания.
16. Рассказать о двух способах отображения связей в системе геодезических измерений. Условные и параметрические уравнения связи. Привести пример.
17. Связь корреляционной и весовой матриц.
18. Обобщенная теорема оценки точности.
19. Общая постановка задачи уравнивания.
20. Теория коррелятного способа уравнивания. Постановка и принципиальное решение задачи уравнивания сети по МНК коррелятным способом. Исходная система условных уравнений связи, ее линейаризация. Коррелятное уравнение поправок. Нормальные уравнения коррелят. Вычисление поправок к измерениям. Контроль уравнивания.
21. Оценка точности результатов измерений в коррелятном способе уравнивания.
22. Оценка точности уравненных элементов сети в коррелятном способе уравнивания. Составление весовой функции. «Слабое место» сети.
23. Порядок уравнивания геодезической сети коррелятным способом (блок-схема).
24. Теория параметрического способа уравнивания по МНК. Постановка задачи, выбор параметров уравнивания, параметрические уравнения связи и их линейаризация. Нормальные уравнения, их решение, поправки к приближенным значениям параметров, поправки к измерениям. Контроль уравнивания.

25. Оценка точности в параметрическом способе уравнивания: оценка точности измерений, оценка точности уравненных параметров и других уравненных элементов (функций от уравненных параметров).

26. Порядок уравнивания геодезической сети параметрическим способом (блоксхема).

*Практические вопросы:*

Примеры:

1. Вероятность получить пробу с заданными свойствами равна 0,4. Имеется 10 проб.

Определить вероятнейшее число проб с заданными свойствами и соответствующую вероятность.

3. Какими свойствами обладает плотность распределения случайных погрешностей  $f(\Delta)$ ?

### Критерии оценки экзамена

| Компетенции  | Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания  | Количество набранных баллов |
|--------------|---|-----------------------------|
| ПК-5<br>ПК-6 | <p><b>Теоретические вопросы</b><br/>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p> <p><b>Практический вопрос</b><br/>Задача решена в соответствии с алгоритмом, отличное владение и понимание структуры решенной задачи.</p> | 30 б.                       |
|              | <p><b>Теоретические вопросы</b><br/>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.</p> <p><b>Практический вопрос</b><br/>Задача решена в соответствии с алгоритмом, отличное владение и понимание структуры решенной задачи.</p>  | 24 балла                    |
|              | <p><b>Теоретические вопросы</b><br/>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний удовлетворительно.</p> <p><b>Практический вопрос</b><br/>Задача решена в соответствии с алгоритмом, однако при решении задачи возникают трудности в выборе необходимых справочных данных.</p>  | 18 баллов                   |
|              | <p><b>Теоретические вопросы</b><br/>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется.</p> <p><b>Практический вопрос</b><br/>Отсутствует решение задачи.<br/><i>Или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует<br/><i>Или</i> Отказ от ответа</p>   | пересдачаэк<br>замена       |

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

|   |   |
|---|---|
| <b>Характеристики процедуры</b>                             | <b>Б1.В.10 Математическая обработка результатов измерений</b>   |
| Вид процедуры   | экзамен   |
| Цель процедуры  | выявить степень сформированности компетенций ПК-5, ПК-6   |
| Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры  | Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 3.0, утверждено ректором СВФУ 19.02.2019 г.<br>Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г. |
| Субъекты, на которых направлена процедура                   | студенты 3 курса специалитета   |
| Период проведения процедуры                                 | Летняя экзаменационная сессия   |
| Требования к помещениям и материально-техническим средствам | Лаборатория геодезии и маркшейдерии (А407)  |
| Требования к банку оценочных средств                        | -   |
| Описание проведения процедуры                               | Экзамен принимается в устной форме по билетам или в форме тестирования. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса и практическое задание. Время на подготовку – 1 астрономический час.                           |
| Шкалы оценивания результатов                                | Шкала оценивания результатов приведена в п.6.2. РПД.  |
| Результаты процедуры  | В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы быть допущенным к экзамену.  |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания, вид и характеристика иных информационных ресурсов  | Наличие грифа, вид грифа | Кол-во экз. в библиотеке<br>ТИ(ф)<br>СВФУ | Доступ в ЭБС   |
|-------|---|--------------------------|---|--|
| 1     | <b>Основная литература</b>  |                          |   |  |
|       | <p>1. Шоломицкий А. Оценка точности цифровых маркшейдерских ортофотопланов открытых разработок // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна» №7(135). 2008 г. - 61–65</p> <p>2. Беликов А.Б, Симонян В.В. Математическая обработка результатов геодезических измерений. Учебное пособие – М. : НИУ МГСУ, 2016. 432 с.</p> <p>3. Большаков В.Д. Теория ошибок наблюдений. – М.: Недра, 1983.</p> | УМО<br>Горняков РФ       |   | <p><a href="http://basemine.ru/12/ocenka-tochnosti-cifrovyyh-markshejderskix-ortofotoplanov-otkrytyx-razrabotok/">http://basemine.ru/12/ocenka-tochnosti-cifrovyyh-markshejderskix-ortofotoplanov-otkrytyx-razrabotok/</a></p> <p><a href="http://basemine.ru/06/matematiceskaya-obrabotka-rezultatov-geodezicheskix-izmerenij/">http://basemine.ru/06/matematiceskaya-obrabotka-rezultatov-geodezicheskix-izmerenij/</a></p> <p><a href="http://basemine.ru/11/teoriya-oshibok-nablyudenij-bolshakov/">http://basemine.ru/11/teoriya-oshibok-nablyudenij-bolshakov/</a></p> |
| 2     | <b>Дополнительная литература</b>  |                          |   |  |
|       | Савиных В.П. Автоматизация высокоточных измерений в прикладной геодезии. – М.: академический проект, 2016.  | УМО<br>Горняков РФ       |   | <a href="http://basemine.ru/07/avtomatizatsiya-vysokotochnyh-izmerenij-v-prikladnoj-geodezii/">http://basemine.ru/07/avtomatizatsiya-vysokotochnyh-izmerenij-v-prikladnoj-geodezii/</a>  |
| 3     | Инструкция по производству маркшейдерских работ. РД 07-603-03 М., Ростехнадзор России. НТЦ «Промышленная безопасность», 2004г.  |                          |   | В свободном доступе  |

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

- модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда «Moodle».

1. Горное дело. Информационно-справочный сайт о горной промышленности

URL: <http://www.mwork.su>

3. Сайт Ростехнадзора РФ Материалы по безопасности в горной промышленности

URL: <http://www.gosnadzor.ru>

4. Угольный портал URL: <http://rosugol.ru>

6. Высшее горное образование: интернет портал. Учебно-методическое объединение ВУЗов РФ по образованию в области горного дела URL: <http://www.fgosvo.ru>

<sup>3</sup>Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

Сайты журналов по горной тематике:

1. Уголь URL: [http://www.rosugol.ru/jur\\_u/ugol.html](http://www.rosugol.ru/jur_u/ugol.html)
2. Горный журнал URL: <http://www.rudmet>
3. Горная промышленность URL: <http://www.mining-media>
4. Горное оборудование и электромеханика URL: <http://novtex.ru/gormash>

### 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование темы   | Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборат. раб.) | Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр. | Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопроводение) |
|-------|---|---|---|---|
| 1.    | Теория ошибок измерений (ТОИ)   | Лекция<br>Практические  | <b>A407</b>   | Транспаранты,<br>Презентации.<br>Компьютер(1 шт.)<br>Проектор.<br>Проф. программы |
| 2     | Элементы матричной алгебры и вопросы оценки точности в системах маркшейдерских измерений. |   |   |   |
| 3     | Математическая обработка систем маркшейдерских измерений по МНК (коррелятная версия)      |   |   |   |
| 4     | Математическая обработка систем маркшейдерских измерений по МНК (параметрическая версия)  |   |   |   |
| 5     |   | СРС   | <b>A511</b>   | Компьютеры с выходом в СРС  |

### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

#### 10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия), видео- и аудиоматериалов (через Интернет);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

10.2. Перечень программного обеспечения  
-MSWORD, MSPowerPoint, NanoCad, MSExcel

10.3. Перечень информационных справочных систем  
Горная энциклопедия <http://www.mining-enc.ru/>

