

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Горный факультет

Кафедра Гидрогеологии и инженерной геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Авдеев П.Б.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ОД.01.Математическая обработка результатов измерений

на 180 часа(ов), 5 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 21.05.04 – Горное дело

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Специализация – Маркшейдерское дело (для набора 2016)

Форма обучения очная

## 1. Организационно-методический раздел

### 1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Изучить основные методы математической обработки информации в области маркшейдерско-геодезических измерений и теории погрешности.

Задачи изучения дисциплины:

Приобретение навыков и умений математической обработки результатов маркшейдерско-геодезических измерений, применение теории погрешностей измерений.

### 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина относится блоку 1, к вариативной части ООП, к обязательным дисциплинам. К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Математическая обработка результатов измерений», относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения математики, информатики, начертательной геометрии и инженерной графики, метрологического обеспечения маркшейдерских работ. Для успешного усвоения материала необходимы прочные знания по специальным дисциплинам: геодезии, маркшейдерско-геодезическим приборам. Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

### 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часов.

#### Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам		Всего часов
	7 семестр		
Общая трудоемкость			180
Аудиторные занятия, в т.ч.	72		72
лекционные (ЛК)	36		36
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0		0
лабораторные (ЛР)	36		36
Самостоятельная работа студентов (СРС)	72		72
Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен		36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)			

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ПК -7	умение определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты;
ПСК-4.3	способность составлять проекты маркшейдерских и геодезических работ

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

Результат обучения	
Знать	<p>Пороговый:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) виды геодезических измерений и оценку их точности, погрешности измерений, их классификацию;</li> <li>2) о назначении проектов маркшейдерских и геодезических работ;</li> </ol>
	<p>Стандартный:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) критерии точности измерений;</li> <li>2) основные методики составления проектов маркшейдерских и геодезических работ;</li> </ol>
	<p>Эталонный:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) методику ведения геодезических измерений и обработки результатов измерений;</li> <li>2) этапы составления проектов маркшейдерских и геодезических работ;</li> </ol>
Уметь	<p>Пороговый:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) пользоваться основной литературой, разбираться в методах математической обработки результатов геодезических измерений;</li> <li>2) применять информационные технологии при проектировании геодезических сетей;</li> </ol>
	<p>Стандартный:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) выполнять анализ результатов, полученных в процессе наблюдений, обрабатывать полученные результаты;</li> <li>2) проводить анализ результатов, полученных в процессе наблюдений, обрабатывать полученные результаты;</li> </ol>

	<p>Эталонный:</p> <p>1) применять знание программного материала, самостоятельно развивать свою квалификацию по вопросу математической обработки результатов геодезических измерений;</p> <p>2) оценивать сходимость результатов расчетов, обрабатывать полученные результаты с использованием современных информационных технологий</p>
Владеть	<p>Пороговый:</p> <p>1) методами ведения геодезических измерений и интерпретации их результатов;</p> <p>2) основными технологиями составления проектов маркшейдерских и геодезических работ и способностью их защиты</p>
	<p>Стандартный:</p> <p>1) навыками обработки результатов геодезических измерений;</p> <p>2) всеми необходимыми знаниями для построения опорных и съемочных маркшейдерских сетей на земной поверхности и в горных выработках и оценкой их точности;</p>
	<p>Эталонный:</p> <p>1) навыками ведения геодезических измерений и обработки результатов измерений;</p> <p>2) современными технологиями выполнения натуральных определений пространственно-временных характеристик состояния земной поверхности и недр.</p>

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

##### Очная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Введение. Цели, задачи, содержание дисциплины «Математическая обработка результатов измерений»	2	2			
	2	Научные основы теории погрешностей измерений.	14	4		4	6
2	3	Математический анализ равноточных измерений.	14	4		4	6
	4	Математический анализ неравноточных измерений	20	4		4	12

	5	Математические методы уравнивания геодезических плановых сетей	64	14		14	36
3	6	Математические методы уравнивания геодезических высотных сетей.	26	6		8	12
Итого			140	34	0	34	72

### 3.2. Лекционные занятия

#### Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1	Введение. Цели, задачи, содержание дисциплины «Математическая обработка результатов измерений»; ее значение для практической деятельности маркшейдера.
	2	Виды измерений. Классификация погрешностей измерений. Критерии точности измерений. Оценка точности функций измеренных величин. Характеристика точности измерений при совместном действии случайных и систематических погрешностей. Принцип равных влияний.
2	3	Равноточные измерения. Арифметическая середина. Поправки для равноточных измерений и их свойства. Формула Бесселя Формула Петерса. Математическая обработка ряда равноточных измерений одной величины. Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений.
	4	Неравноточные измерения. Веса результатов измерений. Веса функций измеренных величин. Общая арифметическая середина. Поправки для неравноточных измерений и их свойства. Оценка точности результатов неравноточных измерений. Математическая обработка ряда неравноточных измерений одной величины. Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений.

	5	<p>Сущность уравнильных вычислений. Параметрический способ уравнивания: математическая сущность задачи;</p> <p>Составление и решение системы нормальных уравнений; оценка точности.</p> <p>Уравнильные вычисления триангуляционных сетей параметрическим способом.</p> <p>Уравнивание сетей триангуляции коррелятным способом: математическая сущность задачи.</p> <p>Виды условных уравнений, возникающих в триангуляции.</p> <p>Вычисление допустимых свободных членов условных уравнений.</p> <p>Оценка точности функций.</p>
3	6	<p>Общие сведения об уравнивании нивелирных сетей.</p> <p>Уравнивание нивелирной сети.</p>

### 3.3. Практические (семинарские) занятия

### 3.4. Лабораторные занятия

#### Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лабораторных занятий
	3	<p>Лабораторная работа № 1 Математическая обработка ряда равноточных измерений одной величины.</p> <p>Лабораторная работа № 1 Математическая обработка ряда по разностям двойных равноточных измерений.</p>
	4	<p>Лабораторная работа № 2 Математическая обработка ряда неравноточных измерений одной величины.</p> <p>Лабораторная работа № 2 Математическая обработка ряда по разностям двойных неравноточных измерений.</p>

2	5	<p>Лабораторная работа № 3 Уравнительные вычисления триангуляционных сетей параметрическим способом.</p> <p>Лабораторная работа № 3 Уравнительные вычисления триангуляционных сетей параметрическим способом.</p> <p>Лабораторная работа № 3 Уравнительные вычисления триангуляционных сетей параметрическим способом.</p> <p>Лабораторная работа № 3 Уравнительные вычисления триангуляционных сетей параметрическим способом.</p> <p>Лабораторная работа № 3 Уравнивание сетей триангуляции коррелятным способом.</p> <p>Лабораторная работа № 3 Уравнивание сетей триангуляции коррелятным способом.</p> <p>Лабораторная работа № 3 Уравнивание сетей триангуляции коррелятным способом.</p> <p>Лабораторная работа № 3 Уравнивание сетей триангуляции коррелятным способом.</p> <p>Лабораторная работа № 3 Уравнивание сетей триангуляции коррелятным способом.</p>
3	6	<p>Лабораторная работа № 4 Уравнивание нивелирной сети.</p> <p>Лабораторная работа № 4 Уравнивание нивелирной сети.</p> <p>Лабораторная работа № 4 Уравнивание нивелирной сети.</p> <p>Лабораторная работа № 4 Уравнивание нивелирной сети.</p> <p>Лабораторная работа № 4 Уравнивание нивелирной сети.</p>

### 3.5. Организация самостоятельной работы

#### Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
--------	---------------	---	-----------------------------

1	2	Характеристика точности измерений при совместном действии случайных и систематических погрешностей. Принцип равных влияний.	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы.
2	3	Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений.	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы.
		Обработка ряда по разностям двойных равноточных измерений.	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным занятиям. Выполнение лабораторных работ и анализ полученных данных.
2	4	Веса функций измеренных величин. Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений.	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы.
		Обработка ряда по разностям двойных неравноточных измерений.	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным занятиям. Выполнение лабораторных работ и анализ полученных данных.
		Параметрический способ уравнивания: математическая сущность задачи; составление и решение системы нормальных уравнений; оценка точности.	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

2	5	Уравнивание сетей триангуляции коррелятным способом: математическая сущность задачи; виды условных уравнений, возникающих в триангуляции	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы.
		Уравнивание сетей триангуляции коррелятным способом.	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным занятиям. Выполнение лабораторных работ и анализ полученных данных.
		Уравнивание сетей триангуляции коррелятным способом	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным занятиям. Выполнение лабораторных работ и анализ полученных данных.
3	6	Уравнивание нивелирной сети	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным занятиям. Выполнение лабораторных работ и анализ полученных данных.

#### 4. Интерактивные формы образовательных технологий

Модуль	Номер раздела	Вид учебных занятий	Образовательные технологии	Количество часов
3	5-6	ЛК	Лекции с использованием мультимедиа	12

#### 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

[Фонд оценочных средств](#)

#### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## **6.1. Основная литература**

### **6.1.1. Печатные издания**

Печатные издания:

1. Киселев, Михаил Иванович. Геодезия : учебник / Киселев, Михаил Иванович, Д. Ш. Михелев. - 8-е изд., стер. - Москва : Академия, 2011. - 384 с.

### **6.1.2. Издания из ЭБС**

1. Смолич, Сергей Вениаминович. Инженерная геодезия : учеб. пособие / Смолич Сергей Вениаминович, Верхотуров Алексей Геннадьевич, Савельева Валентина Ивановна. - Чита : ЧитГУ, 2009. - 186 с.

2. Попов, В.Н. Геодезия / В. Н. Попов, С. И. Чекалин; Попов В.Н.; Чекалин С.И. - Moscow : Горная книга, 2007. - . - Геодезия [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / Попов В.Н., Чекалин С.И. - М. : Горная книга, 2007.

## **6.2. Дополнительная литература**

### **6.2.1. Печатные издания**

1. Яковлев, К.П. Математическая обработка результатов измерений / К. П. Яковлев. - Москва, 1953.

2. Геодезия. Топографические съемки : справ. пособие / под ред. В.П. Савиных и В.Р. Ященко. - Москва : Недра, 1991. - 317 с.

### **6.2.2. Издания из ЭБС**

1. Степанова, Елена Александровна. Метрология и измерительная техника: основы обработки результатов измерений : Учебное пособие / Степанова Елена Александровна; Степанова Е.А. - отв. ред. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 95.

2. Вознесенский, А.С. Средства передачи и обработки измерительной информации / А. С. Вознесенский; Вознесенский А.С. - Moscow : Горная книга, 1999. - . - Средства передачи и обработки измерительной информации [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Вознесенский А.С. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 1999.

## **6.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Электронная библиотечная система издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>

2. Электронная библиотечная система «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>

3. Электронная библиотечная система «Троицкий мост» <http://www.trmost.com/tm-main.shtml?lib>

4. Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>

Также каждый обучающийся имеет возможность для работы с:

1) электронными ресурсами: ЭБД РГБ «Диссертации» <http://www.diss.rsl.ru/>;

2) научной электронной библиотекой eLibrary <http://www.elibrary.ru/>;

3) правовыми системами «КонсультантПлюс» и «Гарант».

4) национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/catalog/>

5) сайт "Горная энциклопедия" <http://www.mining-enc.ru/rubrics/gornoe-delo/>

## **7. Перечень программного обеспечения**

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

672000, г. Чита, ул. Кастринская, 1, ауд. 09-312.

Лаборатория геодезии и геологии.

Комплект специальной учебной мебели. Доска аудиторная.

Экран. Плакаты.

Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

## 9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Практика преподавания дисциплины демонстрирует тот факт, что, несмотря на доступность необходимой информации по дисциплине (наличие учебников, учебных и учебно-методических пособий и печатном виде, в ЭБС, возможность получения информации из ресурсов сети интернет и т.д.), серьезные затруднения у студентов вызывают анализ, синтез, систематизация материала, а также выделение в нем принципиальных и существенных аспектов, отвечающим современным научным концепциям и подходам.

В связи с этим основным источником теоретического материала по дисциплине выступают лекции, посещение которых является обязательной составляющей успешного освоения дисциплины.

Для эффективного освоения материала дисциплины необходимым является выполнение следующих требований:

- обязательное посещение всех лекционных и практических занятий, способствующее системному овладению материалом курса;
- все вопросы соответствующих разделов и тем по дисциплине необходимо фиксировать (на любых носителях информации);
- обязательное выполнение домашних заданий является важнейшим требованием и условием формирования целостного и системного знания по дисциплине;
- обязательность личной активности каждого студента на всех занятиях по дисциплине;
- в случаях неясности каких-либо вопросов, обсуждаемых на занятиях, необходимо задать соответствующие вопросы преподавателю, а не оставлять их непонятыми;
- в случаях пропусков занятий по уважительным причинам студентам предоставляется право подготовки и представления заданий и ответов на вопросы изученного материала, с расчетом на помощь преподавателя в его усвоении;
- в случаях пропусков без уважительной причины студент обязан самостоятельно изучить соответствующий материал;
- необходимым условием является самостоятельность и инициативность студентов при контроле набора баллов по дисциплине для успешного прохождения промежуточной аттестации.

Порядок организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература);
- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям, в соответствии с рекомендациями преподавателя (выполнение конкретных заданий, соответствующие организационные действия и т.д.).

Как правило, организация самостоятельной работы предполагает:

- постановку цели;
- составление соответствующего плана;
- поиск, обработку информации;
- представление результатов работы.

## Методические рекомендации по отдельным видам учебно-познавательной деятельности студентов

### Методические рекомендации при подготовке к лабораторным занятиям

Для повышения эффективности проведения лабораторных занятий необходимо учитывать все рекомендации по подготовке к ним, которые даются преподавателем в начале каждого модуля (формулируются соответствующие задания, проблемно-ориентированные вопросы, представляются рекомендации по методике организации различных форм проведения занятий и т.д.). Определенные формы и методы работы на занятиях требуют предварительной самостоятельной подготовки студентов (например, внутригрупповая и межгрупповая дискуссии, ролевые игры, подготовка итогового семестрового проекта и т.д.). Поэтому необходимо фиксировать все рекомендации преподавателя по подготовке к занятиям.

Для эффективного освоения материала дисциплины в ходе лабораторных занятий необходимо выполнение следующих требований:

- четко понимать цели предстоящих занятий (предварительно формулируются преподавателем);
- владеть навыками поиска, обработки, адаптации и презентации необходимого материала;
- уметь четко формулировать и отстаивать собственный взгляд на рассматриваемые проблемные вопросы, который необходимо подкреплять адекватной аргументацией;
- уметь выделять и формулировать противоречия по рассматриваемым проблемам, понимая их источники;
- владеть навыками публичного выступления (логично, ясно и лаконично излагать свои мысли; адекватно оценивать восприятие и понимание слушателями представляемого материала; отвечать на задаваемые вопросы; приводить адекватные и убедительные аргументы в защиту своей позиции и т.д.);
- уметь критически оценивать собственные знания, умения и навыки в динамике в сравнении с таковыми у других, с целью раскрытия дополнительных возможностей их развития;
- при подготовке к занятиям обязательно изучить рекомендуемую литературу;
- оценить различные точки зрения на проблемные вопросы нескольких исследователей, а не ограничиваться рассмотрением позиции одного автора;
- при формулировке собственной точки зрения предусмотреть убедительную ее аргументацию и возможность возникновения спорных ситуаций;
- владеть навыками работы в команде (при выполнении определенных заданий, предполагающих работу в микрогруппах, при проведении ролевых игр, дискуссий и т.д.).

Разработчик/группа разработчиков: Ст. преп. Юдина И.Н.

**Рассмотрена на заседании кафедры  
(протокол от 01.09.2018 г. № 1)**