

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Директор ПИ



Н.К. Гайдай

" 9 " мая 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

(с изменениями и дополнениями от 2017 г.)

С1.В.ОД.9 Математическая обработка результатов измерений

Направления (специальности) подготовки

21.05.04 «Горное дело»

Специализация №4 Маркшейдерское дело»

Квалификация (степень) выпускника

Специалист (с присвоением специального звания «горный инженер»)

Форма обучения

Очная, заочная

г. Магадан

2018 г.

Рабочая программа учебной дисциплины рассмотрена и одобрена на
заседании кафедры

Протокол №8 от 30 Марта 2018 года.

1. Цели освоения учебной дисциплины

Цели освоения дисциплины «Математическая обработка результатов измерений»:

- 1) усвоение студентами методики и теории анализа и оценки качества экспериментальных и лабораторных исследований;
- 2) освоение методов обработки полученных результатов с использованием современных компьютерных технологий.

2. Место учебной дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Математическая обработка результатов измерений» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Дисциплина базируется на предшествующем изучении таких дисциплин, как «Математика», «Математические методы в горном деле». В свою очередь, дисциплина «Математическая обработка результатов измерений» является базой для курсов «Уравнивание геодезических построений», «Анализ точности маркшейдерских работ», «Обработка результатов геодезических измерений»

Программа составлена на основании ФГОС ВО по специальности 21.05.04 «Горное дело» (уровень специалитета), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17 октября 2016 года № 1298.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Математическая обработка результатов измерений»

В результате освоения дисциплины студент должен:

- **Знать:** методы математической обработки информации и теорию погрешностей.
- **Уметь:** осуществлять математическую обработку прямых и косвенных, равноточных и неравноточных измерений, проводить оценку точности измерений.
- **Владеть:** математическим аппаратом, необходимым для анализа и оценки качества экспериментальных и лабораторных исследований.

Дисциплина «Математическая обработка результатов измерений» способствует формированию следующих компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по специальности 21.05.04 «Горное дело»:

а) **профессиональные (ПК)**

ПК-16: готовность выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчёты;

б) **профессионально-специализированные (ПСК)**

ПСК-4.1: готовность осуществлять производство маркшейдерско-геодезических работ, определять пространственно-временные характеристики состояния земной поверхности и недр, горнотехнических систем, подземных и наземных сооружений и отображать информацию в соответствии с современными нормативными требованиями;

ПСК-4.2: готовность осуществлять планирование развития горных работ и маркшейдерский контроль состояния горных выработок, зданий, сооружений и земной поверхности на всех этапах освоения и охраны недр с обеспечением промышленной и экологической безопасности.

4. Структура и содержание учебной дисциплины, включая объем контактной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплинам (модулям) включает в себя занятия лекционного типа, семинарского типа (практические занятия, лабораторные работы), при наличии в учебном плане - консультации и прием контрольных работ, расчетно-графических работ, руководство, консультации и защита курсовых работы (проектов), консультации рефератов и др.

Объем (в часах) контактной работы занятий лекционного типа, семинарского типа (практические занятия) определяется расчетом аудиторной учебной нагрузки по данной дисциплине и составляет 85 часов для очной формы и 16 часов для заочной формы обучения.

Объем (в часах) контактной работы при проведении консультаций и приема контрольных работ и расчетно-графических работ определяется нормами времени для расчета объема учебной нагрузки, выполняемой профессорско-преподавательским составом, и составляет 1 час на одного обучающегося очной формы обучения.

Объем (в часах) контактной работы на одного обучающегося заочной формы обучения при проведении консультаций и приема контрольных работ определяется нормами времени для расчета объема учебной нагрузки, выполняемой профессорско-преподавательским составом, и составляет 0,5 часа.

Контактная работа при проведении промежуточной аттестации включает в себя групповую консультацию обучающихся перед экзаменом, индивидуальную сдачу экзамена. Объем (в часах) групповой консультации обучающихся перед экзаменом определяется нормами времени для расчета объема учебной нагрузки, выполняемой профессорско-преподавательским составом, и составляет 2 часа на группу.

Объем (в часах) для индивидуальной сдачи экзамена определяется нормами времени для расчета объема учебной нагрузки, выполняемой профессорско-преподавательским составом, и составляет 0,5 час на одного обучающегося.

Очная форма обучения

Формы промежуточного контроля по семестрам: в VI семестре – расчётно-графическая работа, экзамен.

Таблица 1

Структура и содержание учебной дисциплины

	Наименование модулей, разделов, тем (для двух и многосеместровых дисциплин – распределение по семестрам)	Количество часов/Зачетных единиц				Общая трудоём. с учетом заче- тов и экзаме- нов (час/ зачет.ед.
		Аудиторные занятия			Самостоя- тель- ная работа	
		Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
	VI семестр	51	34		95	216/6
1	Первый модуль: Элементы теории погрешностей	11	9		23	
	Тема 1.1: Вероятностное обоснование применения теории погрешностей. Основные понятия математической статисти- ки применительно к теории обработки результатов из- мерений. Виды распределений. Закон распределения как статистическая модель.	4	3		8	
	Тема 1.2: Виды измерений. Классификация погрешностей. Свойства случайных погрешностей. Показатели точности результатов измерений. Методы исключения результатов с грубыми погрешностями	4	4		8	
	Тема 1.3: Правила работы с неточными данными. Пред- ставление результатов измерений. Правила округления. Округление погрешности и результата измерения.	3	2		7	
2	Второй модуль: Математическая обработка прямых и косвенных измерений	12	9		24	
	Тема 2.1: Математическая обработка прямых измерений.	4	3		8	

	Полная погрешность прямых измерений. Общая последовательность выполнения обработки результатов измерений. Методика объединения результатов нескольких серий прямых измерений одной и той же величины.					
	Тема 2.2: Закон накопления погрешностей измерений. Совместное влияние нескольких независимых источников погрешностей. Оценка точности функции измеренных величин. Применение формулы переноса погрешностей. Расчет точности аргументов по заданной точности функции. Способ равных средних квадратических ошибок. Способ равных влияний.	4	3		8	
	Тема 2.3: Математическая обработка косвенных измерений. Различные методы расчета погрешности косвенных измерений.	4	3		8	
	Третий модуль: Обработка рядов многократных измерений одной величины	16	10		32	
	Тема 3.1: Математическая обработка ряда независимых равнооточных измерений одной величины. Задачи математической обработки и их решение. Определение наиболее надежного значения измеряемой величины из результатов всех измерений. Оценка точности измерений. Оценка точности наиболее надежного значения измеряемой величины. Интервальная оценка точности. Вспомогательные и контрольные формулы, используемые в процессе математической обработки ряда равнооточных измерений одной величины.	4	3		8	
	Тема 3.2: Веса результатов измерений. Ошибка единицы веса. Порядок назначения весов в системе измерений: случай угловых измерений и случай линейных измерений. Обратный вес функции независимых результатов измерений.	4	2		8	
	Тема 3.3: Математическая обработка ряда независимых неравнооточных измерений одной величины. Задачи математической обработки и их решение для ряда неравнооточ-	4	3		8	

	ных измерений. Весовая средняя. Вспомогательные и контрольные формулы, используемые в процессе математической обработки ряда неравноточных измерений одной величины.					
	Тема 3.4: Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений. Выявление остаточной систематической ошибки. Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений. Оценка точности измерений по невязкам в полигонах и ходах.	4	2		8	
	Четвертый модуль: Методы математической статистики для обработки результатов измерений	12	6		16	
	Тема 4.1: Приближенная идентификация формы и вида закона распределения результатов измерений. Определение закона распределения результатов измерений по статистическим критериям. Определение параметров известного закона распределения. Проверка гипотезы о нормальном законе распределения погрешностей эксперимента.	6	3		8	
	Тема 4.2: Обработка результатов совместных измерений. Методика корреляционного анализа. Методика регрессионного анализа. Проверка статистической гипотезы об адекватности модели.	6	3		8	
	ИТОГО:	51	34		95	
	ВСЕГО по учебному плану аудиторные+сам. работа					216/6

Заочная форма обучения

Формы промежуточного контроля: на IV курсе – контрольная работа, экзамен.

Таблица 2

Структура и содержание учебной дисциплины

	Наименование модулей, разделов, тем (для двух и многосеместровых дисциплин – распределение по семестрам)	Количество часов/Зачетных единиц				Общая трудоём. с учетом заче- тов и экзаме- нов (час/ зачет.ед.
		Аудиторные занятия			Самостоя- тель- ная работа	
		Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
	IV курс	8	8		191	216/6
1	Первый модуль: Элементы теории погрешностей	1,5	1,5		47	
	Тема 1.1: Вероятностное обоснование применения теории погрешностей. Основные понятия математической статисти- стики применительно к теории обработки результатов из- мерений. Виды распределений. Закон распределения как статистическая модель.	0,5			16	
	Тема 1.2: Виды измерений. Классификация погрешностей. Свойства случайных погрешностей. Показатели точности результатов измерений. Методы исключения результатов с грубыми погрешностями	0,5	1		16	
	Тема 1.3: Правила работы с неточными данными. Пред- ставление результатов измерений. Правила округления. Округление погрешности и результата измерения.	0,5	0,5		15	
2	Второй модуль: Математическая обработка прямых и косвенных измерений	1,5	2		48	
	Тема 2.1: Математическая обработка прямых измерений.	0,5			16	

	Полная погрешность прямых измерений. Общая последовательность выполнения обработки результатов измерений. Методика объединения результатов нескольких серий прямых измерений одной и той же величины.					
	Тема 2.2: Закон накопления погрешностей измерений. Совместное влияние нескольких независимых источников погрешностей. Оценка точности функции измеренных величин. Применение формулы переноса погрешностей. Расчет точности аргументов по заданной точности функции. Способ равных средних квадратических ошибок. Способ равных влияний.	0,5	2		16	
	Тема 2.3: Математическая обработка косвенных измерений. Различные методы расчета погрешности косвенных измерений.	0,5			16	
	Третий модуль: Обработка рядов многократных измерений одной величины	4	4,5		64	
	Тема 3.1: Математическая обработка ряда независимых равнооточных измерений одной величины. Задачи математической обработки и их решение. Определение наиболее надежного значения измеряемой величины из результатов всех измерений. Оценка точности измерений. Оценка точности наиболее надежного значения измеряемой величины. Интервальная оценка точности. Вспомогательные и контрольные формулы, используемые в процессе математической обработки ряда равнооточных измерений одной величины.	1	1,5		16	
	Тема 3.2: Веса результатов измерений. Ошибка единицы веса. Порядок назначения весов в системе измерений: случай угловых измерений и случай линейных измерений. Обратный вес функции независимых результатов измерений.	1			16	
	Тема 3.3: Математическая обработка ряда независимых неравнооточных измерений одной величины. Задачи математической обработки и их решение для ряда неравнооточ-	1	1,5		16	

	ных измерений. Весовая средняя. Вспомогательные и контрольные формулы, используемые в процессе математической обработки ряда неравноточных измерений одной величины.					
	Тема 3.4: Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений. Выявление остаточной систематической ошибки. Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений. Оценка точности измерений по невязкам в полигонах и ходах.	1	1,5		16	
	Четвертый модуль: Методы математической статистики для обработки результатов измерений	1			32	
	Тема 4.1: Приближенная идентификация формы и вида закона распределения результатов измерений. Определение закона распределения результатов измерений по статистическим критериям. Определение параметров известного закона распределения. Проверка гипотезы о нормальном законе распределения погрешностей эксперимента.	0,5			16	
	Тема 4.2: Обработка результатов совместных измерений. Методика корреляционного анализа. Методика регрессионного анализа. Проверка статистической гипотезы об адекватности модели.	0,5			16	
	ИТОГО:	8	8		191	
	ВСЕГО по учебному плану аудиторные+сам. работа					216/6

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используется сочетание традиционных образовательных технологий в форме лекции, практических занятий с модульно-рейтинговыми технологиями контроля учебной деятельности и оценивания результатов обучения, а также использование компьютерных и мультимедиа-технологий, личностно-ориентированной технологии обучения в сотрудничестве. Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины проводится с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов очной формы обучения представляет собой:

- теоретическую подготовку к лекционным, практическим занятиям;
- самостоятельное решение задач практических работ;
- выполнение расчетно-графических работ.

Самостоятельная работа студентов заочной формы обучения представляет собой:

- самостоятельное изучение теоретического материала по дисциплине;
- самостоятельное решение задач по темам модулей;
- подготовка к контрольной работе.

Текущая самостоятельная работа студентов направлена на углубление и закрепление знаний, развитие практических умений, а также на углубленное изучение отдельных разделов дисциплины.

№ п/п	Форма работы	Объем работы, час		Учебно-методическое обеспечение
		очная	заочная	
1	Теоретическая подготовка к лекционным и практическим занятиям	30		См. список основной и дополнительной литературы +конспекты лекций
2	Самостоятельное решение задач практических работ	30		См. список основной и дополнительной литературы +конспекты практических занятий
3	Выполнение расчетно-графических работ	35		Конспекты лекций и практических занятий, список основной и дополнительной литературы
4	Самостоятельное изучение теоретического материала по дисциплине		85	См. список основной и дополнительной литературы +конспекты лекций
5	Самостоятельное решение задач по темам модулей		85	См. список основной и дополнительной литературы +конспекты практических занятий

6	Подготовка к контрольной работе		21	Конспекты лекций и практических занятий, список основной и дополнительной литературы
	Итого	95	191	

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Измерения и их виды. Погрешности измерений. Классификация погрешностей. Задачи теории погрешностей.
2. Вероятностные основы теории погрешностей. Постулаты теории погрешностей. Свойства случайных ошибок измерений.
3. Показатели точности результатов равноточных измерений и связь между ними.
4. Методы исключения результатов с грубыми погрешностями
5. Правила работы с неточными данными. Представление результатов измерений. Правила округления. Округление погрешности и результата измерения.
6. Математическая обработка прямых измерений. Полная погрешность прямых измерений. Общая последовательность выполнения обработки результатов измерений.
7. Методика объединения результатов нескольких серий прямых измерений одной и той же величины.
8. Оценка точности функции измеренных величин. Применение формулы переноса погрешностей.
9. Расчет точности аргументов по заданной точности функции. Метод равных средних квадратических ошибок. Метод равных влияний.
10. Математическая обработка косвенных измерений. Различные методы расчета погрешности косвенных измерений.
11. Математическая обработка ряда независимых равноточных измерений одной величины.
12. Веса результатов измерений. Ошибка единицы веса. Порядок назначения весов в системе измерений: случай угловых измерений и случай линейных измерений. Обратный вес функции независимых результатов измерений.
13. Математическая обработка ряда независимых неравноточных измерений одной величины. Задачи математической обработки и их решение для ряда неравноточных измерений. Весовая средняя. Вспомогательные и контрольные формулы.
14. Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений. Выявление остаточной систематической ошибки.
15. Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений. Оценка точности измерений по невязкам в полигонах и ходах.
16. Проверка соответствия фактического распределения случайных погрешностей нормальному закону
17. Приближенная идентификация формы и вида закона распределения результатов измерений. Определение закона распределения результатов измерений по статистическим критериям.
18. Обработка результатов совместных измерений. Методика корреляционно-регрессионного анализа.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины С1.В.ОД.9 Математическая обработка результатов измерений

а) основная литература

1. Зайдель А.Н. Ошибки измерений физических величин. – СПб.: Изд-во «Лань», 2009. – 108 с.

2. Чашкин Ю.Р. Математическая статистика. Анализ и обработка данных. – Ростов н/Д: Изд-во «Феникс», 2010. – 237 с.
3. Чернова Н.М. Математическая обработка экспериментальных данных. – Магадан: Изд-во МПУ, 1996. – 30 с.
4. Чернова Н.М. Обработка результатов измерений (вычислительные погрешности формул). – Магадан: Изд-во МПУ, 1996. – 20 с.
5. Шпаков П.С., Попов В.Н. Статистическая обработка экспериментальных данных. – М.: Изд-во МГГУ, 2002. – 550 с.

б) дополнительная литература

1. Брагин П.А., Орловская Л.А. Математическая обработка данных исследований. – Магадан: Изд-во СМУ, 1998. – 23 с.
2. Владимирский Б.М., Горстко А.Б., Ерусалимский Я.М. Математика. – СПб.: Изд-во «Лань», 2008. – 960 с.
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 2000. – 479 с.
4. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Высшая школа, 2000. – 400 с.
5. Кибзун А.И., Горяинова Е.Р., Наумов А.В., Сиротин А.Н. Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с примерами и задачами / Учебн. пособие. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 224 с.
6. Тригер Л.М., Арыштаев И.Б., Титова В.В. Методические указания по выполнению расчетно-графической работы «Линейные измерения». – Магадан: Изд-во СМУ, 2000. – 23 с.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

С1.В.ОД.9 Математическая обработка результатов измерений

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, оборудованные средствами для компьютерных презентаций: переносной компьютер, мультимедийный проектор, экран, пульт управления; стационарные компьютеры и сетевое оборудование для организации работы в компьютерном классе; соответствующее лицензионное программное обеспечение; доступ к ресурсам сети Интернет.

9. **Рейтинг-план дисциплины** (форма Ф СВГУ 7.3-08 Рейтинг-план).**РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ**

С1.В.ОД.9 Математическая обработка результатов измерений
(указать шифр и название дисциплины согласно учебному плану)

Факультет (институт) политехнический институт

Курс III группа _____ семестр VI _____ учебного года
(номер курса) (обозначение группы) (номер семестра и учебный год)

Преподаватель (и): _____
(ФИО преподавателя)

Кафедра высшей математики
(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

Аттестационный период	№ модуля	Название модуля	Виды работ, подлежащие оценке	Количество баллов
1	1-2	Элементы теории погрешностей Математическая обработка прямых и косвенных измерений	Практическая работа № 1 «Показатели точности результатов измерений»	5
			Практическая работа № 2 «Вероятностное обоснование применения теории погрешностей»	5
			Практическая работа № 3 «Методы исключения грубых ошибок измерений»	5
			Практическая работа № 4 «Обработка прямых измерений»	5
			Практическая работа № 5 «Обработка косвенных измерений»	5
			РГР-1	10
2	2-3	Математическая обработка прямых и косвенных измерений Обработка рядов многократных измерений одной величины	Практическая работа № 6 «Расчет точности аргументов по заданной точности функции»	5
			Практическая работа № 7 «Математическая обработка равнооточных измерений»	5
			Практическая работа № 8 «Математическая обработка неравнооточных измерений»	5
			Практическая работа № 9 «Оценка точности по разностям двойных измерений»	5
			РГР-2	10

3	4	Методы математической статистики для обработки результатов измерений	Практическая работа № 10 « <i>Определение закона распределения результатов измерений</i> »	10
			Практическая работа № 11 « <i>Обработка результатов совместных измерений. Корреляционно-регрессионный анализ</i> »	10
Итого				85

Рейтинг план выдан

(дата, подпись преподавателя)

Рейтинг план получен

(дата, подпись старосты группы)

10. Протокол согласования программы с другими дисциплинами направления (специальности) подготовки (Приложение 2).

11. Приложения

Приложение 1 Ф СВГУ 8.2.4-02 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине С1.В.ОД.9 Математическая обработка результатов измерений
Приложение 3 Лист изменений и дополнений.

Программа составлена на основании ФГОС ВО по специальности 21.05.04 «Горное дело» (уровень специалитета), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17 октября 2016 года № 1298.

Автор: Крашенинникова Галина Геннадьевна, канд. пед. наук,

доцент кафедры высшей математики



26.04.18г.

подпись, дата

Заведующая кафедрой высшей математики:

Щеглова Светлана Николаевна, канд. пед. наук, доцент



26.04.18г.

подпись, дата

Приложение 2

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
(НАПРАВЛЕНИЯ) ПОДГОТОВКИ**

Наименование базовых дисциплин и разделов (тем), усвоение которых необходимо для данной дисциплины	Предложения базовым дисциплинам об изменениях в пропорциях материала, порядок изложения, введение новых тем курса и т.д.
Математика	Матрицы и операции над ними, обратная матрица, решение систем алгебраических уравнений. Частные производные функции нескольких переменных. Случайные величины, их числовые характеристики и законы распределения, нормальное распределение, правило трех сигм.
Математические методы в горном деле	Методы математической статистики: расчет числовых характеристик вариационного ряда, оценка параметров распределения, виды оценок и их свойства, статистическая проверка статистических гипотез, линейная и криволинейная корреляция.

Ведущие преподаватели:

Математика:

 / Богданов Н. А. /

Математические методы в горном деле:

 / Богданов Н. А. /

Приложение 3

Лист изменений и дополнений на 20____/20____ учебный год

в рабочую программу учебной дисциплины

С1.В.ОД.9 Математическая обработка результатов измерений

(код, наименование дисциплины)

Направления подготовки (специальности)

21.05.04 «Горное дело»__

(Шифр и название направления подготовки (специальности))

Профиль подготовки (специализация)

Специализация №4 Маркшейдерское дело

1. В рабочую программу учебной дисциплины вносятся следующие изменения:

2. В рабочую программу учебной дисциплины вносятся следующие дополнения:

Автор: Крашенинникова Галина Геннадьевна, канд. пед. наук,

доцент кафедры высшей математики _____

подпись, дата

Рабочая программа учебной дисциплины пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

высшей математики _____, протокол заседания кафедры № _____

дата

Заведующая кафедрой высшей математики:

Щеглова Светлана Николаевна, канд. пед. наук, доцент _____

подпись, дата

**Лист визирования
рабочей программы дисциплины (модуля)**

Рабочая программа дисциплины **С1.В.ОД.9 «Математическая обработка
результатов измерений»** признана актуальной для набора 2017 г.

Протокол заседания кафедры горного дела

№8 от «30» Марта 2018г.

Заведующий кафедрой горного дела

Михайленко Григорий Григорьевич, к.т.н., доцент



«30» Марта 2018г.