

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Маркшейдерского дела и геодезии (114)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №8 от 20 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ИЗМЕРЕНИЙ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Маркшейдерское дело

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью
Составитель программы: Загибалов Александр Валентинович
Дата подписания: 03.06.2026

Документ подписан простой электронной подписью
Утвердил и согласовал: Загибалов Александр Валентинович
Дата подписания: 03.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Математическая обработка и анализ измерений» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-10 Способность составлять проекты маркшейдерских и геодезических работ	ПКС-10.1, ПКС-10.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-10.1	Владеет приемами оценки точности основных видов маркшейдерско-геодезических работ	Знать методы математической обработки результатов наблюдений и оценку их точности Уметь осуществления камеральной обработки результатов маркшейдерских и геодезических измерений Владеть приемами производства маркшейдерско-геодезических работ
ПКС-10.5	Способен выполнять уравнивание маркшейдерско-геодезических построений и делать оценку их точности	Знать методы математической обработки результатов наблюдений и оценку их точности Уметь осуществления камеральной обработки результатов маркшейдерских и геодезических измерений Владеть приемами производства маркшейдерско-геодезических работ

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Математическая обработка и анализ измерений» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Основы инженерной геодезии», «Маркшейдерия (общий курс)», «Маркшейдерские работы при разработке месторождений»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Высшая геодезия», «Математические методы в маркшейдерии», «Современные маркшейдерско-геодезические приборы и технологии»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 7 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)
--------------------	---

	Всего	Учебный год № 4	Учебный год № 5
Общая трудоемкость дисциплины	252	36	216
Аудиторные занятия, в том числе:	24	2	22
лекции	12	2	10
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	12	0	12
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	219	34	185
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен		Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Погрешности измерений горизонтальных и вертикальных углов и линий	1	2					1	34	Отчет
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Накопление погрешности в полигонометрических и нивелированных ходах.	1	2							Отчет
2	Предрасчет погрешностей пунктов,	2	2			1	4			Отчет

	определяемых прямыми, обратными засечками и полными вставками									
3	Назначение и сущность уравнительных вычислений. Понятие о параметрическом и коррелятном способах уравнивания	3	2			2	2	3	54	Отчет
4	Теория коррелятного уравнивания. Уравнивание геодезических фигур	4	2			3	3	4	90	Отчет
5	Уравнивание систем полигонометрических ходов различными способами	5	2			4	3	1, 2	41	Отчет
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		10				12		194	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Погрешности измерений горизонтальных и вертикальных углов и линий	Погрешности измерений горизонтального угла. Ошибки визирования и отсчитывания. Инструментальная погрешность для способов приемов и повторений. Ошибки угла за счет неправильного центрирования сигналов и теодолита. Определение фактических погрешностей угловых измерений по результатам двойных измерений и при помощи специальных исследований. Погрешности измерения вертикальных углов. Погрешности линейных измерений. Необходимая точность компарирования, измерение температуры, фиксирование натяжения, определение стрелы провеса, измерения угла наклона, провешивание при измерении длин сторон в подземных полигонометрических ходах. Коэффициент случайного и систематического влияния. Погрешности измерения длин сторон светодальномерами.

Учебный год № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Накопление погрешности в полигонометрических и нивелированных ходах.	Накопление погрешности в свободных полигонометрических ходах за счет измерения горизонтальных углов, длин сторон и дирекционного угла начальной стороны. Предельные ошибки. Сравнение ошибок с допусками инструкции. Предрасчет погрешностей любой точки хода уравненного в углах и координатах. Накопление погрешностей в ходах, уравненных в углах. Накопление погрешностей в буссольных (гиротеодолитных) ходах. Накопление погрешностей в нивелирных ходах. Инструментальная погрешность геометрического нивелирования. Предрасчет погрешностей в проектных ходах геометрического нивелирования. Предрасчет погрешностей в ходах тригонометрического нивелирования.
2	Предрасчет погрешностей пунктов, определяемых прямыми, обратными засечками и полными вставками	Определение элементов эллипсов погрешностей для пунктов, определяемых прямыми, обратными засечками и полными вставками (графическим и графоаналитическим методами).
3	Назначение и сущность уравнительных вычислений. Понятие о параметрическом и коррелятном способах уравнивания	Назначение и сущность уравнительных вычислений. Строгие и нестрогие способы уравнивания. Понятие о параметрическом и коррелятном способах уравнивания. Применение принципа наименьших квадратов. Переход к нормальным уравнениям. Решение нормальных уравнений методом последовательного исключения неизвестных (по схеме Гаусса). Эквивалентные преобразования параметрических уравнений поправок.
4	Теория коррелятного уравнивания. Уравнивание геодезических фигур	Понятие об условных уравнениях. Условные уравнения, возникающие в триангуляционных сетях. Теория коррелятного уравнивания. Линеаризация условных уравнений. Привлечение принципа наименьших квадратов. Коррелятные уравнения поправок, переход от них к нормальным уравнениям. Уравнивание геодезических фигур при равноточных измерениях. Уравнивание геодезических фигур при неравноточных измерениях. Составление нормальных уравнений коррелят по чертежу сети полигонов
5	Уравнивание систем полигонометрических ходов различными способами	Строгий способ уравнивания свободного полигонометрического хода. Уравнивание систем полигонометрических ходов способом полигонов В.В.Попова. Уравнивание систем полигонометрических ходов способом узлов В.В.Попова. Уравнивание систем полигонометрических ходов способом

	последовательных приближений
--	------------------------------

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Оценка точности пунктов, вставляемых в триангуляцию прямой, обратной засечкой и полной вставкой	4
2	Уравнивание системы нивелирных ходов способом эквивалентной замены	2
3	Уравнивание вставки в жесткий угол способом условий	3
4	Уравнивание системы полигонометрических ходов способом поли-гонов В.В.Попова	3

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	34

Учебный год № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	25
2	Подготовка к сдаче и защите отчетов	16
3	Проработка разделов теоретического материала	54
4	Расчетно-графические и аналогичные работы	90

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Загибалов А. В. Математический анализ точности маркшейдерских работ : учебное пособие для вузов по направлению подготовки (специальности) "Горное дело" (специализация "Маркшейдерское дело") / А. В. Загибалов, А. Л. Охотин, 2015. - 144 с. - Цена 186.00

Загибалов А. В. Основы математической обработки результатов измерений: учеб. пособие для вузов по специальности 090100 "Маркшейд. дело" / А. В. Загибалов, А. Л. Охотин, 2001. - 119 с. - Цена 500

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Загибалов А. В. Математический анализ точности маркшейдерских работ : учебное пособие для вузов по направлению подготовки (специальности) "Горное дело" (специализация "Маркшейдерское дело") / А. В. Загибалов, А. Л. Охотин, 2015. - 144 с. - Цена 186.00

Загибалов А. В. Основы математической обработки результатов измерений: учеб. пособие для вузов по специальности 090100 "Маркшейд. дело" / А. В. Загибалов, А. Л. Охотин, 2001. - 119 с. - Цена 500

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 4 | Отчет

Описание процедуры.

Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Заключается в изучении действующих стандартов ИРНИТУ и инструкций по составлению и оформлению графики, в составлении схем, рисунков, таблиц и т.д. Защита отчета проводится в виде собеседования по основным положениям работы и ответами на вопросы.

Критерии оценивания.

Студент полно и аргументировано отвечает на вопросы по содержанию отчета; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.

6.1.2 учебный год 5 | Отчет

Описание процедуры.

Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Заключается в изучении действующих стандартов ИРНИТУ и инструкций по составлению и оформлению графики, в составлении схем, рисунков, таблиц и т.д. Защита отчета проводится в виде собеседования по основным положениям работы и ответами на вопросы.

Критерии оценивания.

Студент полно и аргументировано отвечает на вопросы по содержанию отчета; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-10.1	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Экзамен
ПКС-10.5	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Экзамен

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в конце семестра в письменном виде по билетам.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Обучающийся, обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно	Обучающийся, обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе	Обучающийся, обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии,	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

<p>выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную образовательную программу дисциплины и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.</p>	<p>задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.</p>	<p>справившийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Обучающийся допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.</p>	<p>Обучающийся не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза.</p>
--	--	---	---

7 Основная учебная литература

1. Маркшейдерское дело : учеб. для спец. "Маркшейдерское дело" / Д.Н. Оглоблин, Г.И. Герасименко, А.Г. Акимов, 1981. - 704.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-21914.pdf>

2. Маркшейдерское дело : учеб. для вузов по спец. "Маркшейд. дело. " В 2ч. Ч. 2. / Антонин Николаевич Белоликов, Иван Николаевич Ушаков, В.Н. Земисев, Г.А. Кротов, 1989. - 436.

3. Загибалов А. В. Маркшейдерия. Математический анализ точности маркшейдерских работ : учебное пособие для вузов по специальности 130402 "Маркшейдерское дело" / А. В. Загибалов, А. Л. Охотин, 2005. - 183.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-41939.pdf>

4. Загибалов А. В. Математический анализ точности маркшейдерских работ : учебное пособие / А. В. Загибалов. А. Л. Охотин, 2014. - 133.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-6601.pdf>

5. Загибалов А. В. Математическая обработка результатов измерений : учебное пособие / А. В. Загибалов, А. Л. Охотин, 2014. - 95.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-6603.pdf>

6. Загибалов А. В. Математический анализ точности маркшейдерских работ : учебное пособие для вузов по направлению подготовки (специальности) "Горное дело" (специализация "Маркшейдерское дело") / А. В. Загибалов, А. Л. Охотин, 2015. - 144.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-23464.pdf>

7. Дондов Д. Маркшейдерия. Математический анализ точности маркшейдерских работ / Д. Дондов, А. В. Загибалов, А. Л. Охотин, 2009. - 200.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Загибалов А. В. Основы математической обработки результатов измерений : учебное пособие для вузов по специальности 090100 "Маркшейдерское дело" / А. В. Загибалов, А. Л. Охотин, 2001. - 119.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-23921.pdf>

2. Папазов М. Г. Теория ошибок и способ наименьших квадратов : учеб. для вузов по специальности "Маркшейдерское дело" / М. Г. Папазов, С. Г. Могильный, 1968. - 303.

[Сайт] – URL: <http://library.gorobr.ru/catalog/markshejderiya?view=content=30219>

3. Гордеев Виктор Александрович. Теория ошибок измерений и уравнительные вычисления : учеб. пособие / В. А. Гордеев, 2002. - 438.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор Acer X1160