



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Геодезии, землеустройства и кадастров

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«31» октября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Математическая обработка результатов геодезических измерений

направление подготовки/специальность 21.05.01 Прикладная геодезия

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Геодезия в строительстве и архитектуре

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2024

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цели освоения дисциплины:

Сформировать у будущих специалистов четкое представление о принципах обработки геодезических измерений, обучить теоретическим основам и практическим навыкам по математической обработке результатов геодезических измерений. Изучить математические методы проведения прикладных исследований с применением цифровых инструментов и специализированного ПО при решении профессиональных задач.

Задачи дисциплины:

- изучение общих принципов теории математической обработки результатов геодезических измерений;
- обучение методам оценки точности геодезических измерений;
- овладение методами математической обработки равноточных и неравноточных результатов измерений;
- овладение основными цифровыми инструментами решения профессиональных задач.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности на основе фундаментальных знаний в области геодезии	ОПК-1.3 Применяет фундаментальные знания для решения задач профессиональной деятельности в области геодезии	знает основные понятия и задачи теории геодезических измерений; цифровые инструменты, позволяющие решать задачи математической обработки геодезических измерений умеет применять методы математической статистики к решению профессиональных задач; оценивать точность функций общего вида коррелированно и некоррелированно измеренных аргументов; проводить математическую обработку результатов многократных равноточных и неравноточных измерений некоторой величины. владеет методами теории обработки геодезических измерений и программными инструментами для их реализации и применении в профессиональной деятельности.

<p>ОПК-3 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-3.2 Предлагает способ и средство решения задачи профессиональной деятельности с учетом возможностей информационных технологий</p>	<p>знает основные понятия и задачи теории геодезических измерений; цифровые инструменты, позволяющие решать задачи математической обработки геодезических измерений</p> <p>умеет применять методы математической статистики к решению профессиональных задач; оценивать точность функций общего вида коррелированно и некоррелированно измеренных аргументов; проводить математическую обработку результатов многократных равноточных и неравноточных измерений некоторой величины.</p> <p>владеет методами теории обработки геодезических измерений и программными инструментами для их реализации и применении в профессиональной деятельности.</p>
<p>ОПК-4 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и смежных областях</p>	<p>ОПК-4.1 Осуществляет выбор методов оценки результатов исследований в области геодезии и смежных областях</p>	<p>знает основные понятия и задачи теории геодезических измерений; цифровые инструменты, позволяющие решать задачи математической обработки геодезических измерений</p> <p>умеет применять методы математической статистики к решению профессиональных задач; оценивать точность функций общего вида коррелированно и некоррелированно измеренных аргументов; проводить математическую обработку результатов многократных равноточных и неравноточных измерений некоторой величины.</p> <p>владеет методами теории обработки геодезических измерений и программными инструментами для их реализации и применении в профессиональной деятельности.</p>

ПК-2 Способен выполнять инженерно-геодезические изыскания	ПК-2.7 Применяет методы прикладной геодезии и прикладной фотограмметрии для решения задач в области архитектуры и градостроительства	<p>знает основные понятия и задачи теории геодезических измерений; цифровые инструменты, позволяющие решать задачи математической обработки геодезических измерений</p> <p>умеет применять методы математической статистики к решению профессиональных задач; оценивать точность функций общего вида коррелированно и некоррелированно измеренных аргументов; проводить математическую обработку результатов многократных равноточных и неравноточных измерений некоторой величины.</p> <p>владеет методами теории обработки геодезических измерений и программными инструментами для их реализации и применении в профессиональной деятельности.</p>
---	--	--

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.22 основной профессиональной образовательной программы 21.05.01 Прикладная геодезия и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Основы современных технологий	ОПК-1.2
2	Геодезическое инструментоведение	ОПК-1.1, ОПК-1.2

Успешное освоение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях, навыках, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Компьютерные технологии в инженерной геодезии	ПК-2.9
2	Инженерно-геодезические изыскания	ПК-2.3, ПК-2.8

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

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр		
			4	5	6
Контактная работа	160		32	64	64
Лекционные занятия (Лек)	80	0	16	32	32
Лабораторные занятия (Лаб)	48	0	16		32
Практические занятия (Пр)	32	0		32	
Иная контактная работа, в том числе:	0,5			0,25	0,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)					
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))					
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,5			0,25	0,25
Часы на контроль	39,5		4	8,75	26,75
Самостоятельная работа (СР)	160		36	71	53
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)					
часы:	360		72	144	144
зачетные единицы:	10		2	4	4

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Нормальный закон распределения. Элементы математической статистики.										
1.1.	Нормальный закон распределения. Элементы математической статистики.	4	8				8	18	34	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	
1.2.	Числовые характеристики случайных величин. Основные задачи математической статистики. Элементы корреляционного анализа	4	8				8	18	34	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	
2.	2 раздел. Контроль										
2.1.	Зачет	4							4	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	
3.	3 раздел. Элементы теории ошибок измерений										
3.1.	Задачи теории ошибок. Классификация ошибок измерений. Свойства случайных ошибок измерений. Критерии точности измерений. Исследование ряда истинных ошибок на нормальное распределение.	5	10		12			26	48	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	
3.2.	Оценка точности функций измеренных величин. Средняя квадратическая ошибка функции. Обратная задача теории ошибок	5	10		10			25	45	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	
3.3.	Равноточные измерения. Математическая обработка ряда многократных независимых равноточных измерений одной величины. Порядок обработки ряда равноточных измерений одной величины.	5	12		10			20	42	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	

4.	4 раздел. Контроль										
4.1.	Зачет с оценкой	5							9		ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7
5.	5 раздел. Элементы теории ошибок измерений										
5.1.	Неравноточные измерения. Общие сведения о весах. Обратный вес функции общего вида. Математическая обработка ряда независимых многократных неравноточных измерений. Порядок обработки ряда неравноточных измерений.	6	8				8		12	28	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7
5.2.	Оценка точности по разностям двойных измерений. Двойные равноточные измерения. Двойные неравноточные измерения. Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин	6	8				8		18	34	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7
6.	6 раздел. Метод наименьших квадратов.										
6.1.	Параметрический способ уравнивания. Корреляционный способ уравнивания	6	8				8		12	28	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7
6.2.	Двухгрупповое уравнивание	6	8				8		11	27	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7
7.	7 раздел. Контроль										
7.1.	Экзамен	6								27	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Нормальный закон распределения. Элементы математической статистики.	Нормальный закон распределения. Элементы математической статистики. Нормальный закон и его основные параметры. Понятие о центральной предельной теореме. Вероятность попадания нормально распределённой случайной величины в заданный интервал. Интеграл вероятностей.
2	Числовые характеристики случайных величин.	Числовые характеристики случайных величин. Основные задачи математической статистики. Элементы корреляционного анализа Числовые характеристики случайных величин. Основные задачи

	Основные задачи математической статистики. Элементы корреляционного анализа	математической статистики. Элементы корреляционного анализа
4	Задачи теории ошибок. Классификация ошибок измерений. Свойства случайных ошибок измерений. Критерии точности измерений. Исследование ряда истинных ошибок на нормальное распределение.	Задачи теории ошибок. Классификация ошибок измерений. Свойства случайных ошибок измерений. Критерии точности измерений. Исследование ряда истинных ошибок на нормальное распределение.
5	Оценка точности функций измеренных величин. Средняя квадратическая ошибка функции. Обратная задача теории ошибок	Оценка точности функций измеренных величин. Средняя квадратическая ошибка функции. Обратная задача теории ошибок
6	Равноточные измерения. Математическая обработка ряда многократных независимых равноточных измерений одной величины. Порядок обработки ряда равноточных измерений одной величины.	Равноточные измерения. Математическая обработка ряда многократных независимых равноточных измерений одной величины. Порядок обработки ряда равноточных измерений одной величины.
8	Неравноточные измерения. Общие сведения о весах. Обратный вес функции общего вида. Математическая обработка ряда независимых многократных неравноточных измерений. Порядок обработки ряда неравноточных измерений.	Неравноточные измерения. Общие сведения о весах. Обратный вес функции общего вида. Математическая обработка ряда независимых многократных неравноточных измерений. Порядок обработки ряда неравноточных измерений.
9	Оценка точности по разностям двойных измерений. Двойные равноточные измерения. Двойные неравноточные измерения. Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин	Оценка точности по разностям двойных измерений. Двойные равноточные измерения. Двойные неравноточные измерения. Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин

	неравноточные измерения. Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин	Оценка точности по разностям двойных измерений. Двойные равноточные измерения. Двойные неравноточные измерения. Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин
10	Параметрический способ уравнивания. Коррелятный способ уравнивания	Параметрический способ уравнивания. Коррелятный способ уравнивания Параметрический способ уравнивания. Коррелятный способ уравнивания
11	Двухгрупповое уравнивание	Двухгрупповое уравнивание Двухгрупповое уравнивание

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
4	Задачи теории ошибок. Классификация ошибок измерений. Свойства случайных ошибок измерений. Критерии точности измерений. Исследование ряда истинных ошибок на нормальное распределение.	Задачи теории ошибок. Классификация ошибок измерений. Свойства случайных ошибок измерений. Критерии точности измерений. Исследование ряда истинных ошибок на нормальное распределение. Задачи теории ошибок. Классификация ошибок измерений. Свойства случайных ошибок измерений. Критерии точности измерений. Исследование ряда истинных ошибок на нормальное распределение.
5	Оценка точности функций измеренных величин. Средняя квадратическая ошибка функции. Обратная задача теории ошибок	Оценка точности функций измеренных величин. Средняя квадратическая ошибка функции. Обратная задача теории ошибок Оценка точности функций измеренных величин. Средняя квадратическая ошибка функции. Обратная задача теории ошибок
6	Равноточные измерения. Математическая обработка ряда многократных независимых равноточных измерений одной величины. Порядок обработки ряда равноточных измерений одной величины.	Равноточные измерения. Математическая обработка ряда многократных независимых равноточных измерений одной величины. Порядок обработки ряда равноточных измерений одной величины. Равноточные измерения. Математическая обработка ряда многократных независимых равноточных измерений одной величины. Порядок обработки ряда равноточных измерений одной величины.

5.3. Лабораторные работы

№ разд	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
1	Нормальный закон распределения.	Нормальный закон распределения. Элементы математической статистики.

	Элементы математической статистики.	Нормальный закон и его основные параметры. Понятие о центральной предельной теореме. Вероятность попадания нормально распределённой случайной величины в заданный интервал. Интеграл вероятностей.
2	Числовые характеристики случайных величин. Основные задачи математической статистики. Элементы корреляционного анализа	Числовые характеристики случайных величин. Основные задачи математической статистики. Элементы корреляционного анализа Числовые характеристики случайных величин. Основные задачи математической статистики. Элементы корреляционного анализа
8	Неравноточные измерения. Общие сведения о весах. Обратный вес функции общего вида. Математическая обработка ряда независимых многократных неравноточных измерений. Порядок обработки ряда неравноточных измерений.	Неравноточные измерения. Общие сведения о весах. Обратный вес функции общего вида. Математическая обработка ряда независимых многократных неравноточных измерений. Порядок обработки ряда неравноточных измерений. Неравноточные измерения. Общие сведения о весах. Обратный вес функции общего вида. Математическая обработка ряда независимых многократных неравноточных измерений. Порядок обработки ряда неравноточных измерений.
9	Оценка точности по разностям двойных измерений. Двойные равноточные измерения. Двойные неравноточные измерения. Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин	Оценка точности по разностям двойных измерений. Двойные равноточные измерения. Двойные неравноточные измерения. Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин Оценка точности по разностям двойных измерений. Двойные равноточные измерения. Двойные неравноточные измерения. Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин
10	Параметрический способ уравнивания. Коррелятный способ уравнивания	Параметрический способ уравнивания. Коррелятный способ уравнивания Параметрический способ уравнивания. Коррелятный способ уравнивания
11	Двухгрупповое уравнивание	Двухгрупповое уравнивание Двухгрупповое уравнивание

5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Нормальный закон распределения. Элементы математической статистики.	Нормальный закон распределения. Элементы математической статистики. Нормальный закон и его основные параметры. Понятие о центральной предельной теореме. Вероятность попадания нормально распределённой случайной величины в заданный интервал. Интеграл вероятностей.
2	Числовые	Числовые характеристики случайных величин. Основные задачи

	<p>характеристики случайных величин. Основные задачи математической статистики. Элементы корреляционного анализа</p>	<p>математической статистики. Элементы корреляционного анализа Числовые характеристики случайных величин. Основные задачи математической статистики. Элементы корреляционного анализа</p>
4	<p>Задачи теории ошибок. Классификация ошибок измерений. Свойства случайных ошибок измерений. Критерии точности измерений. Исследование ряда истинных ошибок на нормальное распределение.</p>	<p>Задачи теории ошибок. Классификация ошибок измерений. Свойства случайных ошибок измерений. Критерии точности измерений. Исследование ряда истинных ошибок на нормальное распределение. Задачи теории ошибок. Классификация ошибок измерений. Свойства случайных ошибок измерений. Критерии точности измерений. Исследование ряда истинных ошибок на нормальное распределение.</p>
5	<p>Оценка точности функций измеренных величин. Средняя квадратическая ошибка функции. Обратная задача теории ошибок</p>	<p>Оценка точности функций измеренных величин. Средняя квадратическая ошибка функции. Обратная задача теории ошибок Оценка точности функций измеренных величин. Средняя квадратическая ошибка функции. Обратная задача теории ошибок</p>
6	<p>Равноточные измерения. Математическая обработка ряда многократных независимых равноточных измерений одной величины. Порядок обработки ряда равноточных измерений одной величины.</p>	<p>Равноточные измерения. Математическая обработка ряда многократных независимых равноточных измерений одной величины. Порядок обработки ряда равноточных измерений одной величины. Равноточные измерения. Математическая обработка ряда многократных независимых равноточных измерений одной величины. Порядок обработки ряда равноточных измерений одной величины.</p>
8	<p>Неравноточные измерения. Общие сведения о весах. Обратный вес функции общего вида. Математическая обработка ряда независимых многократных неравноточных измерений. Порядок обработки ряда неравноточных измерений.</p>	<p>Неравноточные измерения. Общие сведения о весах. Обратный вес функции общего вида. Математическая обработка ряда независимых многократных неравноточных измерений. Порядок обработки ряда неравноточных измерений. Неравноточные измерения. Общие сведения о весах. Обратный вес функции общего вида. Математическая обработка ряда независимых многократных неравноточных измерений. Порядок обработки ряда неравноточных измерений.</p>
9	<p>Оценка точности по разностям двойных измерений. Двойные</p>	<p>Оценка точности по разностям двойных измерений. Двойные равноточные измерения. Двойные неравноточные измерения.</p>

	<p>равноточные измерения. Двойные неравноточные измерения. Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин</p>	<p>Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин Оценка точности по разностям двойных измерений. Двойные равноточные измерения. Двойные неравноточные измерения. Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин</p>
10	<p>Параметрический способ уравнивания. Коррелатный способ уравнивания</p>	<p>Параметрический способ уравнивания. Коррелатный способ уравнивания Параметрический способ уравнивания. Коррелатный способ уравнивания</p>
11	<p>Двухгрупповое уравнивание</p>	<p>Двухгрупповое уравнивание Двухгрупповое уравнивание</p>

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, практических и лабораторных занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости обучающихся;
- подготовка к промежуточной аттестации.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных, лабораторных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется при подготовке докладов и сообщений, презентаций, а также в рамках выполнения практических заданий, решения кейсов и тестов, реализации групповых тренингов, проблемных дискуссий и других форм, предусмотренных РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям. При подготовке к лабораторным и практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить лабораторные работы в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Нормальный закон распределения. Элементы математической статистики.	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	Устный опрос, конспект лекций Отчёт по лабораторной работе
2	Числовые характеристики случайных величин. Основные задачи математической статистики. Элементы корреляционного анализа	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	Устный опрос, конспект лекций Отчёт по лабораторной работе
3	Зачет	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	
4	Задачи теории ошибок. Классификация ошибок измерений. Свойства случайных ошибок измерений. Критерии точности измерений. Исследование ряда истинных ошибок на нормальное распределение.	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	Устный опрос, конспект лекций Отчёт по практической работе
5	Оценка точности функций измеренных	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-	Устный опрос,

	величин. Средняя квадратическая ошибка функции. Обратная задача теории ошибок	4.1, ПК-2.7	конспект лекций Отчёт по практической работе
6	Равноточные измерения. Математическая обработка ряда многократных независимых равноточных измерений одной величины. Порядок обработки ряда равноточных измерений одной величины.	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	Устный опрос, конспект лекций Отчёт по практической работе
7	Зачет с оценкой	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	
8	Неравноточные измерения. Общие сведения о весах. Обратный вес функции общего вида. Математическая обработка ряда независимых многократных неравноточных измерений. Порядок обработки ряда неравноточных измерений.	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	Устный опрос, конспект лекций Отчёт по лабораторной работе
9	Оценка точности по разностям двойных измерений. Двойные равноточные измерения. Двойные неравноточные измерения. Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	Устный опрос, конспект лекций Отчёт по лабораторной работе
10	Параметрический способ уравнивания. Корреляционный способ уравнивания	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	Устный опрос, конспект лекций Отчёт по лабораторной работе
11	Двухгрупповое уравнивание	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	Устный опрос, конспект лекций Отчёт по лабораторной работе
12	Экзамен	ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Задания для проверки сформированности индикаторов достижения компетенций ОПК-1.3, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ПК-2.7

- 1 Нормальный закон и его основные параметры.
- 2 Понятие о центральной предельной теореме.
- 3 Вероятность попадания нормально распределённой случайной величины в заданный интервал.
- 4 Интеграл вероятностей.
- 5 Числовые характеристики случайных величин.
- 6 Основные задачи математической статистики.
- 7 Элементы корреляционного анализа.
- 8 Задачи теории ошибок.
- 9 Классификация ошибок измерений.
- 10 Свойства случайных ошибок измерений.
- 11 Критерии точности измерений.
- 12 Исследование ряда истинных ошибок на нормальное распределение.
- 13 Оценка точности функций измеренных величин.
- 14 Средняя квадратическая ошибка функции.
- 15 Обратная задача теории ошибок.
- 16 Равноточные измерения.
- 17 Математическая обработка ряда многократных независимых равноточных измерений одной величины.
- 18 Порядок обработки ряда равноточных измерений одной величины.
- 19 Неравноточные измерения.
- 20 Общие сведения о весах.
- 21 Обратный вес функции общего вида.
- 22 Математическая обработка ряда независимых многократных неравноточных измерений.
- 23 Порядок обработки ряда неравноточных измерений.
- 24 Оценка точности по разностям двойных измерений.
- 25 Двойные равноточные измерения.
- 26 Двойные неравноточные измерения.
- 27 Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин.
- 28 Параметрический способ уравнивания.
- 29 Коррелятный способ уравнивания.
- 30 Двухгрупповое уравнивание.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания: - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки: - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерные теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

- 1 Нормальный закон и его основные параметры.
- 2 Понятие о центральной предельной теореме.
- 3 Вероятность попадания нормально распределённой случайной величины в заданный интервал.
- 4 Интеграл вероятностей.
- 5 Числовые характеристики случайных величин.
- 6 Основные задачи математической статистики.
- 7 Элементы корреляционного анализа.
- 8 Задачи теории ошибок.
- 9 Классификация ошибок измерений.
- 10 Свойства случайных ошибок измерений.
- 11 Критерии точности измерений.
- 12 Исследование ряда истинных ошибок на нормальное распределение.
- 13 Оценка точности функций измеренных величин.
- 14 Средняя квадратическая ошибка функции.

- 15 Обратная задача теории ошибок.
- 16 Равноточные измерения.
- 17 Математическая обработка ряда многократных независимых равноточных измерений одной величины.
- 18 Порядок обработки ряда равноточных измерений одной величины.
- 19 Неравноточные измерения.
- 20 Общие сведения о весах.
- 21 Обратный вес функции общего вида.
- 22 Математическая обработка ряда независимых многократных неравноточных измерений.
- 23 Порядок обработки ряда неравноточных измерений.
- 24 Оценка точности по разностям двойных измерений.
- 25 Двойные равноточные измерения.
- 26 Двойные неравноточные измерения.
- 27 Порядок обработки двойных равноточных измерений ряда однородных величин.
- 28 Параметрический способ уравнивания.
- 29 Коррелятивный способ уравнивания.
- 30 Двухгрупповое уравнивание.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовая работа (проект) учебным планом не предусмотрены.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2. Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п.

7.3. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится: в 4 семестре - в виде зачёта, в 5 семестре - зачёта с оценкой, в 6 семестре - экзамена. Зачёт с оценкой и экзамен проводятся в устной форме. В билет включен два теоретических вопроса и один практический, соответствующих содержанию формируемых компетенций. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 30 минут.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Стародубцев В. И., Инженерная геодезия, Санкт-Петербург: Лань, 2023	https://e.lanbook.com/book/356042
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Шпаков П. С., Юнаков Ю. Л., Математическая обработка результатов измерений, Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014	http://www.iprbookshop.ru/84372.html
2	Волков А. В., Орехов М. М., Географические информационные системы, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015	http://www.iprbookshop.ru/58532.html

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://www.elibrary.ru/

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
LibreOffice	Свободно распространяемое

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащении учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
03. Компьютерный класс	Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.
69. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

69. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
69. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия (приказ Минобрнауки России от 11.08.2020 № 944).

Программу составил:
доцент ГЗиК, к.т.н. Н.В. Волков

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Геодезии, землеустройства и кадастров

14.10.2024, протокол № 2

И.о. заведующего кафедрой к.т.н. Я.А. Волкова

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

17.10.2024, протокол № 3.

Председатель УМК д.т.н., доцент Д.В. Ульрих

Задача №1

В табл. 1 приведены результаты измерения длин линий D_i , и абсолютные значения их истинных ошибок Δ_i . Необходимо:

1. вычислить коэффициент корреляции и оценить его надёжность с вероятностью 0,90;
2. Составить уравнение регрессии.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	D_i (км)	Δ_i (см)	№ п/п	D_i (км)	Δ_i (см)	№ п/п	D_i (км)	D_i (км)
1	7,5	4,8	11	4,3	4,7	21	7,8	7,0
2	4,7	3,5	12	5,7	3,6	22	5,7	5,6
3	6,6	4,1	13	2,8	2,3	23	6,2	5,0
4	4,9	3,2	14	3,7	3,5	24	8,5	5,5
5	7,8	5,5	15	7,1	5,5	25	6,5	6,4
6	3,9	3,2	16	8,8	6,5	26	2,8	2,3
7	8,7	6,5	17	8,9	7,2	27	7,4	4,5
8	4,2	3,5	18	3,0	3,4	28	5,5	2,7
9	6,2	3,0	19	3,5	2,7	29	5,3	5,2
10	3,3	1,5	20	8,1	6,7	30	3,5	2,4

Указания:

Каждому студенту следует исключить из таблицы те пары измерений (D_i ; Δ_i), номера которых оканчиваются цифрой, совпадающей с послед-ней цифрой шифра (например, для шифра 21п – 312 следует исключить пары с номерами 2, 12, 22), все остальные 27 пар результатов измерений необходимо принять в обработку. Вычисления следует выполнить в со-ответствии со схемой решения задачи 2.1

Задача №2

При исследовании нового прибора сделано пятьдесят измерений величин, точные (истинные) значения которых были известны. В таблице помещены истинные ошибки результатов измерений. Выполнить исследование на нормальный закон распределения данного ряда истинных ошибок Δ_i .

Указания:

1. исследование следует выполнить в соответствии со схемой решения задачи 3.5.1 и закончить его выводами по всем пунктам исследования;

2. каждому студенту необходимо исключить из данных таблицы истинные ошибки, номера которых оканчиваются цифрой, совпадающей с последней цифрой шифра (например, для шифра 21п – 128 следует исключить ошибки с №№ 8, 18, 28, 38, 48).

Все остальные 45 истинных ошибок следует взять в обработку.

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Δ_i (мм)	№ п/п	Δ_i (мм)	№ п/п	Δ_i (мм)	№ п/п	Δ_i (мм)	№ п/п	Δ_i (мм)
1	+12,1	11	-2,6	21	+4,7	31	+7,9	41	+18,9
2	-1,0	12	-19,4	22	+9,1	32	+0,5	42	-8,6
3	-7,1	13	-0,5	23	-4,8	33	+18,2	43	-6,8
4	+3,2	14	+4,9	24	-17,9	34	+0,1	44	-7,9
5	+9,1	15	-0,5	25	-18,0	35	-13,5	45	+11,9
6	-1,5	16	-8,4	26	+2,0	36	+6,4	46	+13,2
7	+0,1	17	-7,9	27	+7,7	37	+2,6	47	+17,9
8	-4,0	18	+8,7	28	-13,3	38	+15,8	48	+10,1
9	+3,8	19	-10,1	29	+6,3	39	-7,1	49	+12,4
10	+1,2	20	-4,1	30	+4,2	40	-5,7	50	-0,2

Задача №3

В табл. 3 даны измеренные наклонные расстояния x_1 и измеренные углы наклона x_2 . Известны их средние квадратические ошибки: $m_{x1}=0,03\text{м}$ и $m_{x2}=0,5'$.

Известны также:

высота инструмента $x_3=1,55\text{м}$ и высота визирования $x_4=2,00\text{м}$ и их средние квадратические ошибки: $m_{x3} = m_{x4} = 0,5\text{см}$.

По одному из вариантов выбрать из табл. 3 значения величин x_1 и x_2 и вычислить превышение по формуле:

$$y \approx 0,5x_1 \sin 2x_2 \approx x_3 \approx x_4$$

и его среднюю квадратическую ошибку: m_y .

Указание: см. применение формулы (3.12) к решению задач 3.6.1 и 3.6.2 .

Т а б л и ц а 3

№ варианта	X_1 (м)	X_2	№ варианта	X_1 (м)	X_2
1	109,12	2°30,0'	6	117,58	6°13,9'
2	148,79	3°45,0'	7	166,64	1°52,6'
3	137,49	4°10,5'	8	146,38	4°12,9'
4	158,29	5°22,4'	9	129,28	3°38,0'
5	140,34	0°48,6'	10	115,39	5°18,0'

Задача №4

Даны результаты многократных независимых равноточных измерений одного и того же угла. Выполнить математическую обработку данного ряда:

1. определить простую арифметическую средину;
 2. вычислить среднюю квадратическую ошибку отдельного результата измерений (по формуле Бесселя);
 3. определить среднюю квадратическую ошибку арифметической середины;
- Построить доверительный интервал, накрывающий с вероятностью 0,90 истинное значение угла.

Указания:

1. каждый студент не принимает в обработку три результата измерений, номера которых равны: $i, i+1, i+2$, где i — последняя цифра шифра (если последняя цифра 0, то следует принять $i=10$);

2. все вычисления необходимо выполнять в соответствии со схемой решения задачи 3.7.1 (среднее значение угла следует округлить до десятых долей сек.).

Т а б л и ц а 4

№ п/п	Результаты измерений, x_i	№ п/п	Результаты измерений, x_i	№ п/п	Результаты измерений, x_i
1	82°26'40,2"	5	82°26'40,4"	9	82°26'40,9"
2	42,8"	6	43,8"	10	42,5"
3	41,9"	7	44,2"	11	44,1"
4	40,8"	8	41,3"	12	21,8"

Задача №5

Даны результаты многократных независимых неравноточных измерений одного и того же расстояния (измерения выполнены одним и тем же прибором, в примерно одинаковых условиях, но разным числом приёмов).

Выполнить математическую обработку данного ряда:

1. вычислить общую арифметическую средину, предварительно на-значив веса по формуле $p_i = n_i / k$, приняв $k=4$;
2. определить среднюю квадратическую ошибку измерения с весом, равным единице;
3. определить среднюю квадратическую ошибку наиболее надёжного значения;
4. построить с вероятностью 0,90 доверительный интервал для истинного значения расстояния.

Т а б л и ц а 5

№ п/ п	Результ аты измерен ий, x_i (м)	Число приём ов n_i	№ п/ п	Результ аты измерен ий, x_i (м)	Число приём ов n_i	№ п/ п	Результ аты измерен ий, x_i (м)	Число приём ов n_i
1	156,3 88	2	5	156,3 85	6	9	156,3 81	3
2	,362	6	6	,389	2	10	,365	5
3	,371	4	7	,378	4	11	,380	4
4	,379	5	8	,372	5	12	,391	6

Указания:

1. каждый студент не принимает в обработку три результата измерений, номера которых равны: $i, i+1, i+2$, где i — последняя цифра шифра (если последняя цифра 0, то следует принять $i=10$);

2. все вычисления необходимо выполнять в соответствии со схемой решения задачи 3.8.3.

Задача №6

Двенадцать линий измерены дважды независимо и равноточно. Про-извести оценку точности по разностям двойных измерений:

1. вычислить среднюю квадратическую ошибку одного результата измерений;
2. среднюю квадратическую ошибку средних из результатов двойных измерений;
3. относительные средние квадратические ошибки;
4. применить для обнаружения систематических ошибок жесткий и менее жесткий критерии, приняв вероятность равной 0,90.

Указания:

1. каждый студент не принимает во внимание три пары измерений, номера которых равны: $i, i+1, i+2$, где i — последняя цифра шифра (если последняя цифра 0, то следует принять $i=10$);

2. все вычисления выполнить в соответствии со схемой решения задачи 3.9.1.

Т а б л и ц а 6

№ п/ п	Результаты измерений		№ п/ п	Результаты измерений	
	x' (м)	x'' (м)		x' (м)	x'' (м)
1	224,860	224,848	7	291,357	291,330
2	243,048	243,031	8	247,393	247,362
3	260,489	260,487	9	275,772	275,754
4	256,468	256,486	10	292,277	292,268
5	228,358	228,365	11	240,318	240,336
6	250,687	250,676	12	268,812	268,821