

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
доцент М.Г. Мустафин

---

**Проректор по образовательной  
деятельности**  
Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
***ТЕОРИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ***  
***ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ***

**Уровень высшего образования:** Бакалавриат

**Направление подготовки:** 21.03.02 Землеустройство и кадастры

**Направленность (профиль):** Городской кадастр

**Квалификация выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Составитель:** доцент Зубов А.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Теория математической обработки геодезических измерений» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «Землеустройство и кадастры», утвержденного приказом Минобрнауки России №978 от 12.08.2020 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «21.03.02 Землеустройство и кадастры» направленность (профиль) «Городской кадастр».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент **Зубов А.В.**

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры инженерной геодезии от 31.01.2022 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., доцент **М.Г. Мустафин**

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. **Иванова П.В.**

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель дисциплины:

- подготовка выпускника, владеющего классическими и современными методами обработки геодезической и кадастровой информации;
- привить навыки выполнения вычислительных работ и применения различных вычислительных средств;
- подготовить студентов к сознательному изучению специальных дисциплин, содержащих анализ точности производимых измерений и получаемых результатов, а также выбор на основе анализа оптимальности методики наблюдений, инструментов;
- ознакомление с методами организации и автоматизации вычислительного процесса.

Основные задачи дисциплины:

- овладение студентами понятиями, теоретическими положениями, основными методами обработки геодезических и кадастровых измерений;
- приобретение практических навыков по обработке геодезической и кадастровой информации;
- развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области накопления, обработки и преобразования геодезической и кадастровой информации.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Вся деятельность бакалавра данной специальности связана с накоплением и математическим преобразованием геодезической информации. Дисциплина «Теория математической обработки геодезических измерений» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» и изучается во 2 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория математической обработки геодезических измерений» являются «Математика», «Информатика», «Геодезия».

Дисциплина «Теория математической обработки геодезических измерений» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Геодезическое обеспечение кадастровой деятельности», «Прикладная геодезия», «Первой учебной практики по геодезии», «Второй учебной практики по геодезии» и «Учебной практики по прикладной геодезии».

Особенностью дисциплины является ее прикладной математический характер, опирающийся на современные компьютерные технологии.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Теория математической обработки геодезических измерений» направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Формируемые компетенции</b>		<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
<b>Содержание компетенции</b>	<b>Код компетенции</b>	
Способен решать задачи профессиональной деятельности применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-1	ОПК-1.1 Знает принципы применения математических методов в землеустройстве и кадастрах
Способен проводить измерения и наблюдения обрабатывать и представлять полученные результаты с применением информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	ОПК-4	ОПК-4.2 Умеет обрабатывать измерения с использованием современного программного обеспечения
Способен оценивать и обосновывать результаты исследований в области землеустройства и кадастров	ОПК-5	ОПК-5.3 Умеет оценивать результаты исследований в области землеустройства и кадастров

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	---	---
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	57	57
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Подготовка к экзамену	-	-
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>Э(36)</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>144</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
Раздел 1 «Вычисления с приближенными числами и вычисления на микрокалькуляторах»	27	4	8	---	15
Раздел 2 «Основы математической статистики, корреляционного и регрессионного анализа»	29	4	10	---	15
Раздел 3 «Теория погрешностей измерений»	30	5	10	---	15
Раздел 4 «Уравнивание результатов измерений параметрическим способом»	22	4	6	---	12
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>34</b>		<b>57</b>

#### 4.2.2.Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Вычисления с приближёнными числами и вычисления на микрокалькуляторах	Точные и приближённые числа. Ошибки приближённого числа. Правила вычислений без точного учёта погрешностей. Вычисления на микрокалькуляторах различной логики. Решение инженерно-геодезических и кадастровых задач на микрокалькуляторах.	4
2	Основы математической статистики, корреляционного и регрессионного анализа	Основные положения математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Упорядоченный вариационный ряд. Случайные величины и их числовые характеристики. Моменты. Задача выравнивания статистического ряда. Кривые распределения. Закон нормального распределения ошибок. Сравнение эмпирического распределения с теоретическим. Критерии согласия. Статистическая связь (корреляция) между случайными величинами. Линейная и нелинейная корреляция. Понятие о множественной корреляции.	4
3	Теория погрешностей измерений	Измеряемые величины. Погрешности измерений и их классификация. Контроль правильности измерений: повторные измерения, избыточные измерения, невязки. Случайные погрешности измерений, их свойства. Меры точности ошибок измерений. Среднеквадратическая, средняя арифметическая, вероятная погрешности. Предельная ошибка. Относительная погрешность. Соотношения, связывающие различные виды погрешностей между собой. Отбраковка результатов измерений по внутренней сходимости. Среднеквадратическая погрешность функции независимых измерений. Прямая и обратная задача теории погрешностей. Систематические и грубые ошибки, меры борьбы с ними. Отбраковка промахов при первичной обработке измерений. Математическая обработка равноточных и неравноточных измерений одной величины. Двойные измерения. Обработка неравноточных измерений. Веса наблюдений. Весовое среднее.	5
4	Уравнивание результатов измерений параметрическим способом	Параметрический способ уравнивания. Параметрические уравнения поправок. Случаи равноточных и неравноточных измерений. Нормальные уравнения поправок к приближенным значениям. Вычисления поправок измерений и среднеквадратической погрешности. Вес и среднеквадратическая погрешность функции уравненных величин. Анализ априорной и апостериорной погрешностей единицы веса. Матрица весовых коэффициентов. Эллипсы погрешностей. Ковариационная матрица координат	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		и её связь с эллипсом погрешностей. Математические, кадастровые и геодезические компьютерные программы.	
<b>Итого:</b>			17

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Решение геодезических задач на микрокалькуляторах	8
2	Раздел 2	Статистический анализ ряда истинных погрешностей	6
		Корреляционный и регрессионный анализ	4
3	Раздел 3	Обработка ряда многократных измерений одной величины	10
4	Раздел 4	Параметрическое уравнивание сети нивелирования	6
<b>Итого:</b>			34

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Вычисления с приближёнными числами и вычисления на микрокалькуляторах**

1. Произведите вычисления с достаточной точностью:  $14,01/0,0012=?$
2. Произведите вычисления с достаточной точностью:  $12,321^4,51=?$
3. Вычислите секанс угла.  $\sec 13^\circ 48,9'=?$
4. По котангенсу найдите угол ( $\operatorname{ctg} \alpha = +1,768654$ ).
5. Какие клавиши микрокалькуляторов отвечают за решение обратной геодезической задачи?

#### **Раздел 2. Основы математической статистики, корреляционного и регрессионного анализа.**

1. Что понимают под законом распределения вероятностей?
2. Что такое генеральная и выборочная совокупности?
3. Что понимают под выравнивания статистического ряда?
4. Свойства нормального закона распределения случайных величин.
5. Что такое статистическая связь (корреляция) между случайными величинами?

#### **Раздел 3. Теория погрешностей измерений.**

1. Как можно проконтролировать правильности измерений?
2. Что такое меры точности измерений?
3. Как производится отбраковка результатов измерений по внутренней сходимости?
4. Чем различаются прямая и обратная задача теории погрешностей?
5. Что такое вес измерение и как его можно найти?

#### **Раздел 4. Уравнивание результатов измерений параметрическим способом.**

1. Задачи уравнивания. Для чего выполняют уравнивание геодезических сетей?
2. Что такое строгие и приближенные способы уравнивания?
3. Как уравнения связи приводят к линейному виду?
4. Как совместно обрабатывают измерения с различной точностью?
5. Как производится оценка точности уравненных результатов?

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):**

1. Какое первое правило вычислений с приближенными числами?
2. Какие способы вычислений Вы знаете?
3. Почему при вычислениях пишут определенным шрифтом?
4. Приведите примеры точных чисел.
5. Приведите примеры приближенных чисел.
6. Сколько в приближенном числе 12,003 значащих цифр и десятичных знаков?
7. При каком условии дважды два будет точно равняться четырем?
8. Сколько значащих цифр оставляют в среднеквадратической ошибке?
9. Произведите сложение (вычитание) с достаточной точностью:  
 $12,03+0,456-8,3=?$



10. Произведите умножение (деление) с достаточной точностью:  
 $567 \times 0,4567 / 235,123 = ?$
11. Произведите вычисления с достаточной точностью:  
 $\frac{12,36 \times 11,3 - 0,00456}{\sqrt{456} - 4,56 \times 5,4623} = ?$
12. Найдите погрешность площади круга, если известен радиус и его погрешность ( $R = 25.00 \pm 0.05$  м).
13. Найдите погрешность угла  $\beta$ , если известен синус и его погрешность ( $\sin \beta = 0.123456 \pm 1 \cdot 10^{-6}$ ).
14. Стороны прямоугольника равны:  $a = 50$  м и  $b = 20$  м. Найдите с какой точностью следует измерить эти стороны, чтобы погрешность площади не превышала  $5 \text{ м}^2$ ?
15. Вычислите секанс угла.  $\sec 13^\circ 48,9' = ?$
16. По котангенсу найдите угол ( $\text{ctg} \alpha = +1,987654$ ).
17. Решите обратную геодезическую задачу на микрокалькуляторе, используя специальные клавиши.
18. Решите прямую геодезическую задачу на микрокалькуляторе, используя специальные клавиши.
19. Чему равен дирекционный угол, если  $\Delta X = 0$ , а  $\Delta Y$  отрицателен?
20. В какой четверти находится дирекционный угол, если  $\Delta X$  положителен, а  $\Delta Y$  – отрицателен?
21. Какие законы распределения вероятностей Вы знаете?
22. Свойства нормального закона распределения случайных величин.
23. В чем заключаются критерии Шарлье и Шавене?
24. Что такое линейная и нелинейная корреляция?
25. С какого значения коэффициента корреляции линейная зависимость считается устойчивой?
26. Как можно проконтролировать правильности измерений?
27. Случайные погрешности измерений, их свойства.
28. Соотношения, связывающие различные виды погрешностей между собой.
29. Что больше: размах или отклонение экстремального значения?
30. Как найти среднеквадратическую погрешность функции независимых измерений?
31. Что такое вес измерение и как его можно найти?
32. Во сколько раз предельная погрешность превышает среднеквадратическую погрешность?
33. Задачи уравнивательных вычислений и возможные методы их решений.
34. В чем заключается параметрический способ уравнивания?
35. Как уравнения связи приводят к линейному виду?
36. Как совместно обрабатывают измерения с различной точностью?
37. Последовательность параметрического способа в матричном изложении.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
1	Произведите вычисления с приближёнными числами: $2,321 + 5,23251 - 1,0111 =$	1. 6.54241 2. 6.5424 3. 6.542

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
		4. 6.54
2	Найдите произведение приближённых чисел: $22,34 \times 6,78901 =$	1. 3.291 2. 3,2906 3. 3.29061 4. 3.29
4	Сколько в указанном числе, соответственно, ЗНАЧАЩИХ цифр и ДЕСЯТИЧНЫХ знаков – 52,086?	1. 3 и 5 2. 5 и 3 3. 3 и 4 4. 4 и 2
5	Округлите число до сотых (найдите верный ответ)	1. 2,74501=2,75 2. 2,74501=2,74 3. 2,74499=2,75 4. 2,755=2.75
6	При вычислении тригонометрических функций углов, выраженных в градусах, минутах и секундах, микрокалькулятор необходимо переключить в режим	1. RAD 2. DGR 3. DEG 4. GRAD
7	По котангенсу найдите угол. $\operatorname{ctg} \alpha = +1,768654$ ; $\alpha$ равен	1. $0^{\circ}00'59''$ 2. $29^{\circ}29'02''$ 3. $84^{\circ}36'27''$ 4. $175^{\circ}12'36''$
8	Какие клавиши микрокалькуляторов отвечают за решение прямой геодезической задачи?	1. Rec 2. P→R 3. →rΘ 4. верно пункты «1» и «2»
9	По знакам приращений координат назовите четверть, в которой лежит дирекционный угол. $\Delta X - \langle + \rangle$ ; $\Delta Y - \langle - \rangle$	1. I 2. II 3. III 4. IV
10	По знакам и значениям приращений координат назовите верное значение дирекционного угла. $\Delta X - \langle - \rangle$ ; $\Delta Y = 0,00$	1. $\alpha = 0^{\circ}$ 2. $\alpha = 90^{\circ}$ 3. $\alpha = 180^{\circ}$ 4. $\alpha = 270^{\circ}$
11	Найдите погрешность площади круга, если известен радиус и его погрешность ( $R = 35.00 \pm 0.05$ м).	1. $1.75 \text{ м}^2$ 2. $5.5 \text{ м}^2$ 3. $11 \text{ м}^2$ 4. $7.5 \text{ м}^2$
12	Сторона квадрата равна: $a = 50$ м . Найдите с какой точностью следует измерить эту сторону, чтобы погрешность площади не превышала $10 \text{ м}^2$ ?	1. 0.10 м 2. 0.20 м 3. 0.05 м 4. 10 м
13	Решите обратную геодезическую задачу - $\Delta X = +123.17$ ; $\Delta Y = -345.18$ .	1. $S = 411.65$ $\alpha = 48^{\circ}48'46''$ 2. $S = 366.50$ $\alpha = 70^{\circ}21'44''$ 3. $S = 366.50$ $\alpha = -70^{\circ}21'44''$ 4. $S = 366.50$ $\alpha = 289^{\circ}38'16''$
14	Уравнение регрессии это -...	1. уравнение кривой, аппроксимирующей экспериментальные данные

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
		2. уравнение прямой линии, проходящей через область экспериментальных данных 3. правильно пункты "1" и "2" 4. уравнение интерполяционной кривой
15	Что из перечисленного НЕ является контролем правильности измерений?	1. невязка 2. размах 3. среднее значение 4. отклонение экстремального значения
16	От чего зависит допуск на величину экстремального отклонения результатов измерений?	1. от того, чем нормировался допуск (СКП или стандартом) 2. от того, известно ли было истинное значение или нет 3. от доверительной вероятности и объема выборки 4. правильно пункты "1", "2" и "3"
17	СКП на один км хода нивелирования составляет 10 мм. СКП на 9 км хода будет?	1. 90 мм 2. 45 мм 3. 30 мм 4. 10 мм
18	Результат уравнивания не изменится, если ...	1. все веса умножить на Const 2. ко всем весам прибавить Const 3. все веса разделить на Const 4. правильно пункты "1" и "3"
19	Среднее значение грубее каждого (n-количество измерений)?	1. в n раз 2. в $\sqrt{n}$ раз 3. в $\sqrt{2}$ раз 4. нет, точнее
20	 <p>Сколько в данной нивелирной сети избыточных измерений?</p>	1. 2 2. 3 3. 4 4. 5

### Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
1	Перемножьте приближённые числа: $2,341 \times 6,78901 =$	1. 15,9 2. 15,89 3. 15,893 4. 15,8931
2	Найдите корень квадратный приближённого числа: $\sqrt{128} =$	1. 11,3 2. 11,31 3. 11,314 4. 11,3137
3	Сколько в указанном числе,	1. 4 и 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
	соответственно, ЗНАЧАЩИХ цифр и ДЕСЯТИЧНЫХ знаков – 0,0235?	2. 3 и 4 3. 5 и 3 4. 3 и 5
4	Округлите число до сотых (найдите верный ответ)	1. 12,34501=12,34 2. 12,34501=12,35 3. 12,345=12,35 4. 12,355=12,35
5	Вычислите синус угла. $\sin 30^{\circ}05'06'' =$	1. +0,501284 2. +0,886755 3. -0,886755 4. +2,543577
6	По котангенсу найдите угол. $\operatorname{ctg} \alpha = +2,768654$ ; $\alpha$ равен	1. $0^{\circ}00'51''$ 2. $85^{\circ}37'27''$ 3. $19^{\circ}51'32''$ 4. $75^{\circ}12'26''$
7	Какие клавиши микрокалькуляторов отвечают за решение обратной геодезической задачи?	1. Pol 2. Rec 3. P→R 4. →xy
8	По знакам приращений координат назовите четверть, в которой лежит дирекционный угол - $\Delta X - \langle + \rangle$ ; $\Delta Y - \langle - \rangle$ .	1. I 2. II 3. III 4. IV
9	Найдите погрешность площади круга, если известен радиус и его погрешность ( $R = 25.00 \pm 0.02$ м).	1. $2.25 \text{ м}^2$ 2. $3.1 \text{ м}^2$ 3. $5.0 \text{ м}^2$ 4. $7.5 \text{ м}^2$
10	Сторона квадрата равна: $a = 100$ м . Найдите с какой точностью следует измерить эту сторону, чтобы погрешность площади не превышала $12 \text{ м}^2$ ?	1. 0.15 м 2. 0.12 м 3. 0.06 м 4. 12 м
11	Решите обратную геодезическую задачу - $\Delta X = +123.27$ ; $\Delta Y = -345.88$ .	1. $S = 417.65$ $\alpha = 98^{\circ}38'46''$ 2. $S = 367.19$ $\alpha = 70^{\circ}23'03''$ 3. $S = 367.19$ $\alpha = -70^{\circ}23'03''$ 4. $S = 367.19$ $\alpha = 289^{\circ}36'57''$
13	Главное свойство выборки -	1. репродуктивность 2. репрезентативность 3. эффективность 4. состоятельность
14	Выравнивание статистического ряда это-	1. определение закона распределения случайной величины 2. определение формулы, аппроксимирующей результаты эксперимента 3. правильно пункты "1" и "2" 4. сравнение фактического распределения с теоретическим

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
15	Если все экспериментальные точки лежат на прямой регрессии, то коэффициент парной корреляции равен ...	1. 0,5 2. 50 3. 1 4. 0,8
16	Вероятность того, что фактическая погрешность будет БОЛЬШЕ средней квадратической, составляет ...	1. 0,95 2. 0,68 3. 0,32 4. 0,50
17	При вычислении допусков на результаты измерений нормирование необходимо для ...	1. определения стандартного отклонения 2. приведения допусков к единому (единичному) стандарту 3. установления нормативного допуска 4. определения нормативного стандарта
18	Предельная погрешность превышает СКП в ...	1. 2-3 раза 2. 3-5 раз 3. 4-5 раз 4. 5 раз
19	СКП измерения угла в теодолитном ходе 30". Допустимая угловая невязка хода (n–количество углов)?	1. $\sqrt{30n}$ 2. $30'' \sqrt{n}$ 3. $45'' \sqrt{n}$ 4. $60'' \sqrt{n}$
20	СКП весового среднего меньше погрешности единицы веса (n-количество измерений, P-вес измерений) ...	1. в $\sqrt{n}$ раз 2. в $\sqrt{[p]}$ раз 3. в [P] раз 4. в P раз

### Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
1	Сложите приближённые числа: $2,32 + 5,2325 + 1,011 =$	1. 8,6 2. 8,56 3. 8,564 4. 8.5635
2	Найдите корень квадратный приближённого числа: $\sqrt{128,4} =$	1. 11,3 2. 11,33 3. 11,331 4. 11,3314
3	Сколько в указанном числе, соответственно, ЗНАЧАЩИХ цифр и ДЕСЯТИЧНЫХ знаков – 25,08	1. 3 и 5 2. 2 и 2 3. 3 и 2 4. 4 и 2
4	Вычислите косинус угла. $\cos 131^{\circ}08,9' =$	1. +1,587655 2. –0,65814 3. –1,807642 4. –0,65801
5	Какие клавиши микрокалькуляторов отвечают за решение обратной геодезической задачи?	1. Rec 2. Pol 3. R→P

		4. верно пункты «2» и «3»
6	По знакам приращений координат назовите четверть, в которой лежит дирекционный угол - $\Delta X - \langle - \rangle$ ; $\Delta Y - \langle + \rangle$ .	1. I 2. II 3. III 4. IV
7	Найдите погрешность площади круга, если известен радиус и его погрешность ( $R = 33.00 \pm 0.03$ м).	1. $1.65 \text{ м}^2$ 2. $9.9 \text{ м}^2$ 3. $10 \text{ м}^2$ 4. $6.2 \text{ м}^2$
8	Сторона квадрата равна: $a = 70$ м . Найдите с какой точностью следует измерить эту сторону, чтобы погрешность площади не превышала $12 \text{ м}^2$ ?	1. $0.086$ м 2. $0.70$ м 3. $0.12$ м 4. $8.4$ м
9	Решите обратную геодезическую задачу - $\Delta X = +260.75$ ; $\Delta Y = -43.67$ .	1. $S = 264.38$ $\alpha = 350^\circ 29' 33''$ 2. $S = 264.38$ $\alpha = 9^\circ 30' 27''$ 3. $S = 264.38$ $\alpha = -9^\circ 30' 27''$ 4. $S = 366.50$ $\alpha = 289^\circ 38' 16''$
10	Начальный момент второго порядка это -...	1. дисперсия случайной величины 2. асимметрия 3. математическое ожидание случайной величины, возведенное во вторую степень 4. квадрат дисперсии
11	Проверка правдоподобия гипотезы это -...	1. сравнение фактического распределения с теоретическим 2. вычисление допусков на результаты измерений 3. правильно пункты "1" и "2" 4. вычисление критериев «нормальности»
12	Коэффициент парной корреляции показывает	1. зависимость любого вида пары случайных величин 2. зависимость любого вида нескольких случайных величин 3. величину линейной зависимости пары случайных величин 4. правильно пункты "1" и "3"
13	Метрологическая формула светодальномера - $m_s = 5 \text{ мм} + 3 \text{ ppm}$ . Абсолютная и относительная погрешность будет (расстояние 2 км)?	1. $8 \text{ мм}$ и $1/250\,000$ 2. $13 \text{ мм}$ и $1/154\,000$ 3. $16 \text{ мм}$ и $1/125\,000$ 4. $11 \text{ мм}$ и $1/182\,000$
14	Что из перечисленного НЕ является мерой точности?	1. среднее значение 2. стандарт 3. среднеквадратическая погрешность (СКП) 4. средняя погрешность
15	Размахом называется ...	1. утроенная среднеквадратическая погрешность 2. разность между двумя экстремальными ( $\min$ и $\max$ ) значениями 3. разность между максимальным значением и

		$M(x)$ 4. разность между минимальным значением и $M(x)$
16	Вес это - ...	1. величина пропорциональная длине хода 2. величина пропорциональная количеству измерений 3. величина обратная квадрату СКП 4. правильно пункты "2" и "3"
17	Прямая задача теории погрешностей заключается в ...	1. нахождение урванного значения и его погрешности 2. установление допусков на результаты измерений 3. нахождение погрешности функции по известным погрешностям аргументов 4. правильно пункты "1" и "3"
18	Углы четырехугольника измерены с одинаковой точностью. Каждый угол точнее суммы углов в ...	1. в 2 раза 2. в 4 раза 3. в 16 раз 4. в $\sqrt{2}$ раз
19	Каких контролей НЕ существует при обработке НЕРАВНОТОЧНЫХ измерений одной величины?	1. $[pvv] = [pvd]$ 2. $[vd] = 0$ 3. $[pv] = 0$ 4. не существует «1» и «2»
20	Апостериорную СКП единицы веса при обработке НЕРАВНОТОЧНЫХ измерений находят по формуле	1. $\mu = \sqrt{[pvv]}/r$ 2. $\mu = \sqrt{[pvv]}/2n$ 3. $\mu = \sqrt{[pvv]}/2r$ 4. $\mu = \sqrt{[vv]}/n$

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства	Иногда находит решения,	Уверенно находит решения,	Безошибочно находит

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
предусмотренных программой обучения заданий	предусмотренные программой обучения задания	предусмотренные программой обучения задания	решения, предусмотренные программой обучения задания
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

*Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Маркузе Ю.И. Теория математической обработки геодезических измерений [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов/ Маркузе Ю.И., Голубев В.В.– Электрон. текстовые данные.– М.: Академический Проект, Альма Матер, 2015.– 248 с.– Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=36737>.

2. Инженерная геодезия [Электронный ресурс]: Учебник/ М.Г. Мустафин [и др.].– Электрон. текстовые данные.– СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2016.– 337 с.– Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71694>.

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Гудков В.М. Математическая обработка маркшейдерско-геодезических измерений: Учеб. для вузов./ В.М. Гудков, А.В. Хлебников - М., Недра, 1990.

2. Герасименко М.Д. Современный метод наименьших квадратов с геодезическими приложениями. - Владивосток, Дальнаука, 1998.

3. Гордеев В.А. Основы теории ошибок измерений. Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд. УГГГА, 2000.

4. Гордеев В.А. Теория ошибок измерений и уравнивательные вычисления: Учебное пособие. –Екатеринбург: Изд. УГГГА, 2004.

5. Лесных Н.Б. Теория математической обработки геодезических измерений. Метод наименьших квадратов. Учеб. пособие. - Новосибирск, 2003.

5. Беляев Б.И. Теория погрешностей и способ наименьших квадратов: Учебник для вузов. / Б.И. Беляев, М.Н. Тевзадзе - М., Недра, 1992.



7. Заварыкин В.М. Численные методы. / В.М. Заварыкин, В.Г. Житомирский, М.П. Лапчик - М., Просвещение, 1991.

8. Попело В.Д. Теория математической обработки геодезических измерений. Часть 2. Оценивание результатов геодезических измерений и их погрешностей на основе вероятностных представлений [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Попело В.Д., Ванеева М.В.– Электрон. текстовые данные.– Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2015.– 139 с.– Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=72765>.

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Теория математической обработки геодезических измерений. Уравнение геодезических сетей коррелятным способом. / Сост. Зубов А.В., СПГУ, СПб, 2016.

2. Теория математической обработки геодезических измерений. Уравнение геодезических сетей параметрическим способом. / Сост. Зубов А.В., СПГУ, СПб, 2016.

3. Теория математической обработки геодезических измерений: Методические указания и контрольные работы / СПГГИ (ТУ). Сост. А.В.Зубов, Т.В.Зубова. СПб, 2007.

4. Информатика. Аппроксимация методом наименьших квадратов: Методические указания / Сост. В.В. Беляев, Г.Н. Журов. СПГГИ (ТУ), СПб, 2005.

### **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
3. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
4. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
5. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
6. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
7. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
8. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
9. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>.
10. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
11. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукоонт»». <http://rucont.ru/>
12. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>
13. Геодезический форум: [www.geodezia.ru](http://www.geodezia.ru).

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лекционная аудитория оснащена: 60 посадочных мест, мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт, стул

для студентов 60 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 31 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., доска под мел – 1 шт., плакат в рамке настенный – 3 шт.

### **Аудитории для проведения практических занятий:**

Практические занятия по дисциплине «Теория математической обработки геодезических измерений» для студентов направления подготовки 21.03.02 проводятся в лабораториях кафедры информатики и компьютерных технологий.

Оснащение: 16 компьютеров, 16 посадочных мест, стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), плакат – 5 шт.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:  
Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стуля – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

Microsoft Windows 7 Professional

Microsoft Office 2007 Standard

Adobe Reader XI (Свободно распространяемое ПО)

Microsoft Office 2010 Standard

Kaspersky antivirus 6.0.4.142