

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине МДК.01.03 «Математическая обработка результатов  
геодезических измерений»

Специальность: 21.02.20 Прикладная геодезия  
Направленность Прикладная геодезия  
Уровень образования – среднее профессиональное образование  
Уровень подготовки по СПССЗ - базовый  
Форма обучения - очная

Воронеж 2025

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 21.02.20 Прикладная геодезия, утвержденного приказом Министерства образования и науки России от 26.07.2022 № 617.

Составитель:  
старший преподаватель кафедры геодезии

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ



М.В. Ванеева

Рабочая программа рассмотрена на заседании предметной (цикловой) комиссии (протокол № 1 от 24.06.2025 г.)

Председатель предметной (цикловой) комиссии



С.С. Викин

Заведующий отделением СПО



С.А. Горланов

**Рецензент рабочей программы:** Директор ООО «Инженерная геодезия и топография»  
Веселов В.В.

# 1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины МДК.01.03 «Математическая обработка результатов геодезических измерений» является частью программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) в соответствии с ФГОС СПО по специальности 21.02.20 «Прикладная геодезия».

## 1.2. Место дисциплины в структуре ОП ПССЗ

Учебная дисциплина **МДК.01.03 «Математическая обработка результатов геодезических измерений»** является обязательной дисциплиной профессионального учебного цикла ОП и составной частью Профессионального модуля ПМ.01 «Выполнение работ по проектированию, созданию и обработке опорных геодезических сетей, нивелирных сетей и сетей специального назначения».

Дисциплина МДК.01.03 «Математическая обработка результатов геодезических измерений» реализуется в 5 и 6 семестрах - при сроке получения среднего профессионального образования по программам подготовки специалистов среднего звена 3 года 10 месяцев.

## 1.3. Цели и задачи учебной дисциплины - требования к результатам освоения учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование теоретических знаний и практических навыков выполнения первичной математической обработки и оценки точности результатов полевых геодезических измерений выполненных как классическими методами, так и современными электронными измерениями и технологий спутниковой навигации, с использованием современных компьютерных программ.

полевых и камеральных геодезических работ при определении местоположений пунктов геодезических сетей, с использованием специальных геодезических измерений, , для обеспечения задач прикладной геодезии.

**Задачи дисциплины:** формирование у обучающихся компетенций, реализация которых способна обеспечить:

- систематизацию знаний по определению координат и высот пунктов геодезических сетей с применением методов математической обработки результатов полевых геодезических измерений, в том числе выполненных посредством спутниковой навигации и методами электронных измерений;

- использование методов первичной математической обработки результатов различных полевых геодезических измерений, в том числе с использованием современных компьютерных программ;

- формирование умений и практического опыта по анализу и устранению причин возникновения погрешностей измерений, а так же по выполнению математической обработки результатов полевых геодезических измерений.

В результате освоения учебной дисциплины у учащегося должны быть сформированы следующие компетенции:

ПК 1.7. Выполнять первичную математическую обработку результатов полевых геодезических измерений с использованием современных компьютерных программ, анализировать и устранять причины возникновения брака и грубых ошибок измерений.

ПК 1.8. Осуществлять самостоятельный контроль результатов полевых и камеральных геодезических работ в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального цикла должен:

**иметь практический опыт в:**

- математической обработки геодезических измерений для определения местоположений пунктов геодезических сетей;
- анализа и устранения причин возникновения погрешностей измерений;
- по проведению контроля результатов полевых и камеральных геодезических работ в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

**уметь:**

- выполнять математическую обработку геодезических измерений при определении местоположения пунктов геодезических сетей;
- выполнять первичную математическую обработку результатов полевых геодезических измерений, в том числе с использованием современных компьютерных программ.
- выполнять контроли результатов полевых и камеральных геодезических работ в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

**знать:**

- алгоритмы математической обработки геодезических измерений для определения местоположений пунктов геодезических сетей;
- существующие технологии определения местоположения объектов, в том числе основы спутниковой навигации, методы электронных измерений;
- порядок выполнения математической обработки результатов полевых геодезических измерений и камеральных геодезических работ в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

**1.4. Общая трудоемкость дисциплины**

Учебная нагрузка (всего) - 102 часа, в том числе: обязательной аудиторной учебной нагрузки - 88 часов; самостоятельной работы - 8 часов.

**2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**2.1. Объем дисциплины и виды учебных занятий**

Вид учебных занятий	Объём часов		Итого
	семестр		
	5	6	
<b>Учебная нагрузка (всего)</b>	68	34	102
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего), в том числе:</b>	62	26	88
- лекции	30	12	42
- практические занятия	32	12	44
<b>Самостоятельная работа, в том числе</b>	6	2	8
курсовая работа	-	-	-
<b>Руководство практикой</b>	-	-	-
<b>Консультации</b>	-	2	2
<b>ПАТТ</b>	-	6	6
<b>Форма промежуточной аттестации по дисциплине</b>	-	Экзамен	Экзамен
- Экзамен	-	-	-

## 2.2. Тематический план и содержание дисциплины МДК.01.03 «Математическая обработка результатов геодезических измерений»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем часов
1	2	3
<b>Раздел 1. Методы математической обработки результатов полевых геодезических измерений и оценка их точности</b>		
Тема 1.1. Геодезические измерения. Погрешности измерений.	<b>Содержание учебного материала:</b> Сущность измерений, виды измерений. Погрешности измерений, их классификация (грубые, систематические, случайные).	4
	<b>Практическое занятие №1.</b> Выявление и исключение грубых, случайных и систематических погрешностей из ряда измерений.	4
Тема 1.2. Основные понятия теории вероятностей в применении к математической обработке результатов геодезических измерений	<b>Содержание учебного материала:</b> Виды событий. Виды случайных событий. Полная группа событий. Независимые и зависимые события. Вероятность события, условная вероятность. Повторение испытаний (биномиальное распределение). Вероятнейшее число повторений при определенном числе испытаний. Закон распределения вероятностей при многократных испытаниях. Предельный закон.	4
	<b>Практическое занятие №2.</b> Исследование ряда случайных величин на соответствие закону нормального распределения.	4
Тема 1.3. Теория ошибок измерений .	<b>Содержание учебного материала:</b> Основные задачи теории ошибок измерений. Случайные погрешности измерений и их свойства. Применение закона нормального распределения для случайных погрешностей. Оценка точности результатов измерений. Критерии оценки точности: средняя, вероятная, средняя квадратическая, предельная, абсолютная и относительная погрешности. Арифметическая середина. Вероятнейшие погрешности и их свойства. Погрешность функций непосредственно измеренных равноточных величин. Средняя квадратическая погрешность арифметической середины. Формулы Бесселя и Гаусса для равноточных измерений. Обработка результатов ряда равноточных измерений.	22

	<p>Двойные равноточные измерения. Оценка точности ряда двойных равноточных измерений.</p> <p>Неравноточные измерения. Веса результатов неравноточных измерений и их свойства.</p> <p>Вес арифметической середины. Общая арифметическая середина.</p> <p>Средняя квадратическая погрешность единицы веса. Средняя квадратическая погрешность общей арифметической середины. Вероятнейшие погрешности и их свойства.</p> <p>Формула Бесселя для неравноточных измерений. Обработка результатов ряда неравноточных измерений.</p>	
	<p><b>Практическое занятие №3.</b></p> <p>Вычисление средних, вероятных, средних квадратических, предельных, абсолютных и относительных погрешностей.</p> <p>Решение задач на вычисление средних квадратических погрешностей функций непосредственно измеренных величин.</p> <p>Обработка рядов независимых равноточных измерений одной и той же величины.</p> <p>Решение задач на оценку точности по разностям двойных равноточных измерений.</p> <p>Решение задач на определение весов ряда неравноточных геодезических измерений различных видов, вероятнейшего значения измеренной величины, средней квадратической погрешности единицы веса, средней квадратической погрешности вероятнейшего значения измеренной величины.</p> <p>Вычисления обратных весов функций непосредственно измеренных неравноточных величин.</p> <p>Обработка рядов независимых неравноточных измерений одной и той же величины.</p>	22
	<p><b>Самостоятельная работа обучающихся:</b></p> <p>Вычисления средних квадратических погрешностей, вероятнейших значений многократно измеренной величины, ее средней квадратической и предельной погрешностей.</p> <p>Обработка рядов независимых равноточных измерений одной и той же величины.</p> <p>Обработка рядов независимых неравноточных измерений одной и той же величины.</p>	4
Тема 1.4. Уравнивание результатов измерений	<p><b>Содержание учебного материала:</b></p> <p>Параметрический способ уравнивания.</p> <p>Коррелатный способ уравнивания.</p>	8
	<p><b>Практические занятия № 4.</b></p> <p>Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом.</p> <p>Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелатным способом.</p> <p>Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелатным способом.</p>	8
	<p><b>Самостоятельная работа обучающихся:</b></p> <p>Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом.</p> <p>Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелатным способом.</p> <p>Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелатным</p>	4

	способом.	
Тема 1.5. Уравнивание системы съемочных ходов с одной узловой точкой	<b>Содержание учебного материала:</b> Принципиальная сущность упрощенных методов.	2
	<b>Практическое занятие № 5.</b> Уравнивание съемочной сети из трех теодолитных ходов с одной узловой точкой.	2
Тема 1.6. Уравнивание системы съемочных ходов с несколькими узловыми точками способом последовательных приближений.	<b>Содержание учебного материала:</b> Сущность способа последовательных приближений. Порядок уравнивания .	2
	<b>Практическое занятие № 6.</b> Уравнивание съемочной сети способом последовательных приближений.	4
	<b>Консультации</b>	2
<b>ВСЕГО</b>		<b>96</b>
<b>в т.ч. практическая подготовка</b>		<b>6</b>

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Использование активных и интерактивных форм проведения занятий

Для подготовки специалистов среднего звена в образовательном процессе широко используются такие формы проведения занятий как:

- мозговой штурм;
- круглый стол;
- семинар;
- разбор конкретных ситуаций;
- компьютерные симуляции;
- деловые и ролевые игры;
- психологические и иные тренинги;
- групповые дискуссии,
- кейс-задание и др.

Применяются следующие современные образовательные технологии:

- технология сотрудничества;
- технология развития критического мышления;
- проблемного и личностно-ориентированного обучения;
- информационные технологии.

Активные и интерактивные формы проведения занятий, используемые в учебном процессе

№ п/п	Форма занятия	Тема занятия	Активный, интерактивный метод
1	Практическое занятие	Выявление и исключение грубых, случайных и систематических погрешностей из ряда измерений.	Групповые дискуссии
2	Практическое занятие	Решение задач на оценку точности по разностям двойных равноточных измерений.	Кейс-задание и др.
3	Практическое занятие	Решение задач на определение весов ряда неравноточных геодезических измерений различных видов, вероятнейшего значения измеренной величины, средней квадратической погрешности единицы веса, средней квадратической погрешности вероятнейшего значения измеренной величины.	Кейс-задание и др.
4	Практическое занятие	Уравнивание съёмочной сети из трех теодолитных ходов с одной узловым точкой.	Групповые дискуссии

### 3.2. Учебно-методическое обеспечение

Сведения об электронных полнотекстовых ресурсах, доступ к которым обеспечивается на основании прямых договоров

Перечень документов, подтверждающих наличие/право использования цифровых (электронных) библиотек, ЭБС			
2024-2025	1.	Контракт № 656/ДУ от 30.12.2022. (ЭБС «ZNANIUM.COM»)	01.01.2023 – 21.12.2023
	2.	Контракт № 411/ДУ от 10.10.2022. (ЭБС «Лань»)	12.10.2022 – 11.10.2023
	3.	Лицензионный контракт № 225/ДУ от 25.07.2023 (ЭБС Юрайт – ВО)	05.08.2023 – 04.08.2024
	4.	Лицензионный контракт № 62/ДУ от 23.03.2023 (ЭБС НЭБ eLibrary)	01.01.2023 – 31.12.2023
	5.	Лицензионный контракт № 226/ДУ от 25.07.2023 (ЭБС Юрайт – СПО)	05.08.2023 – 04.08.2024
	6.	Контракт № 493/ДУ от 11.11.2022 (Электронные формы учебников для СПО)	11.11.2022 – 11.11.2023
	7.	Договор №101/НЭБ/2097 от 28.03.2017 (Национальная электронная библиотека (НЭБ))	28.03.2017 — 28.03.2022 (продлонгация до 28.03.2027)
	8.	Акт ввода в эксплуатацию Электронной библиотеки ВГАУ № 33 от 19.01.2016	Бессрочно

Обеспеченность учебной литературой при реализации рабочей программы

#### 3.2.1. Основные источники:

1. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия : учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 243 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-89564-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471391>

2. Авакян В.В. Прикладная геодезия. Технологии инженерно-геодезических работ : учебник / Авакян В.В.. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 616 с. — ISBN 978-5-9729-0309-2. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/86567.html>

3. Дуюнов, П. К. Инженерная геодезия : учебное пособие для СПО / П. К. Дуюнов, О. Н. Поздышева. — Саратов : Профобразование, 2021. — 102 с. — ISBN 978-5-4488-1224-8. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106823>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

4. Левитская, Т. И. Геодезия : учебное пособие для СПО / Т. И. Левитская ; под редакцией Э. Д. Кузнецова. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2021. — 87 с. — ISBN 978-5-4488-1127-2. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой

образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/104897>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

5. Голованов, В. А. Маркшейдерские и геодезические приборы : учебное пособие для спо / В. А. Голованов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-7964-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169811> (дата обращения: 22.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Стародубцев, В. И. Практическое руководство по инженерной геодезии : учебное пособие для спо / В. И. Стародубцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-9099-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/184177> (дата обращения: 22.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Азаров, Б. Ф. Геодезическая практика : учебное пособие для спо / Б. Ф. Азаров, И. В. Карелина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-9472-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195477> (дата обращения: 22.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Стародубцев, В. И. Инженерная геодезия : учебное пособие для спо / В. И. Стародубцев, Е. Б. Михаленко, Н. Д. Беляев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-8176-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173098> (дата обращения: 22.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Кузнецов П.Н. Геодезия. Часть I [Электронный ресурс] : учебник / П.Н. Кузнецов .— Геодезия. Часть I, 2018-08-25 .— Москва : Академический Проект, 2020 .— 256 с. [ЭИ] .— <URL: <https://profspo.ru/books/36300>.

10. Кравченко Ю. А. Геодезия [электронный ресурс] : Учебник : Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024 .— 344 с. [ЭИ] — <URL:<https://znanium.com/catalog/document?id=438195>> .

11. Маркузе Ю. И. Теория математической обработки геодезических измерений [электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ю. И. Маркузе, В. В. Голубев, Ю. И. Маркузе, ; под редакцией Ю. И. Маркузе .— Теория математической обработки геодезических измерений, 2024-04-06 .— Электрон. дан. (1 файл) .— Москва : Академический проект, 2020 .— 247 с. — <URL: <https://profspo.ru/books/110113> .

12. Поклад Г.Г. Геодезия [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.П. Гриднев ; Г.Г. Поклад .— Геодезия, 2013 .— 544 с.

13. Поклад Г.Г. Практикум по геодезии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Чучукин ; Н.С. Анненков ; Г.Г. Поклад ; О.В. Есенников ; С.П. Гриднев ; А.Н. Сячинов 2015 .— 488 с [ЭИ] — <URL: <https://profspo.ru/books/110167>.

14. Дьяков, Б. Н. Геодезия [Электронный ресурс] : учебник для СПО / Б. Н. Дьяков, А. А. Кузин, В. А. Вальков ; Дьяков Б. Н., Вальков В. А. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2023 .— 296 с. — Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки .— ISBN 978-5-507-45566-9 .— <URL:<https://e.lanbook.com/book/276401>> .— <URL:<https://e.lanbook.com/img/cover/book/276401.jpg>> .

### 3.2.2. Дополнительные источники:

1. Федеральный закон «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 30.12.2015 N 431-ФЗ (Одобен Советом Федерации 25 декабря 2015 года)

2. Министерство экономического развития Российской Федерации приказ от 29 марта 2017 года N 138 «Об установлении структуры государственной геодезической

сети и требований к созданию государственной геодезической сети, включая требования к геодезическим пунктам»

3. Электронно-библиотечная система «Лань». (Режим доступа): URL: <https://e.lanbook.com/>

4. Электронно-библиотечная система «Знаниум». (Режим доступа): URL: <https://znanium.com/>

5. Научная электронная библиотека «eLibrary». (Режим доступа): URL: <https://elibrary.ru/>

6. Поклад Г.Г. Геодезия: учебное пособие для вузов/ Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – М.: Академический Проект, 2017. – 592 с.

7. В. Н. Попов, С. И. Чекалин. Геодезия: Учебник для вузов. – М.: «Горная книга», 2017. – 201 с.

8. Гиршберг М. А. Геодезия : учебник / М.А. Гиршберг. — Изд. стереотип. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 384 с. — (Высшее образование: Бакалавриат).

1.Брынь М. Я. Инженерная геодезия и геоинформатика. Краткий курс / Брынь М.Я., Богомолова Е.С., Коугия В.А., Лёвин Б.А. — Москва : Лань", 2023 . [ЭИ] — <URL:<https://e.lanbook.com/book/341231>> .

2.Слесарчук В.А. Нормирование точности и технические измерения [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Слесарчук .— Нормирование точности и технические измерения, 2016 .— 228 с [ЭИ] — <URL: <https://profspo.ru/books/67665> .

### 3.2.3. Методические издания

1. Математическая обработка результатов геодезических измерений [Электронный ресурс] : методические указания по изучению дисциплины и организации самостоятельной работы по специальности 21.02.20 Прикладная геодезия / Воронежский государственный аграрный университет, Факультет землеустройства и кадастров, Кафедра геодезии ; [сост. М. В. Ванеева] .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 594 Кб) .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2024 .— Заглавие с титульного экрана .— Режим доступа: для авторизованных пользователей .— Текстовый файл .— Adobe Acrobat Reader 4.0 .— <URL:<http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m9316.pdf>>.

### 3.2.4. Периодические издания

1.Геодезия и картография : научно-технический и производственный журнал / учредитель : Главное управление геодезии и картографии .— Москва : Государственный картографический и геодезический центр, 1956- .

2.Геопрофи : научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации / Информационное агентство "ГРОМ" .— Москва : Проспект, 2011 .—

3.Вестник Росреестра : официальное издание / учредители : Федеральная служба государственной регистрации, ФГУП "Федеральный кадастровый центр "Земля" .— Москва : Земля, 2009- .—

4.Землеустройство, кадастр и мониторинг земель : научно-практический ежемесячный журнал / учредитель : Академия общественно-экономических наук .— Москва : Просвещение, 2005- .—

5.Вестник Воронежского государственного аграрного университета : теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т .— Воронеж : ВГАУ, 1998- .—

## 3.3. Материально-техническое и программное обеспечение

Сведения о программном обеспечении общего назначения

№	Название	Размещение
1	Операционные системы MS Windows /Linux /Ред ОС	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Пакеты офисных приложений MS Office / OpenOffice/LibreOffice	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Браузеры Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Microsoft Edge	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Антивирусная программа DrWeb ES	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа-архиватор 7-Zip	ПК в локальной сети ВГАУ
7	Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic	ПК в локальной сети ВГАУ
8	Платформа онлайн-обучения eLearning server	ПК в локальной сети ВГАУ
9	Система компьютерного тестирования AST Test	ПК в локальной сети ВГАУ

#### Специализированное программное обеспечение

№	Название	Размещение
1	Геоинформационная система ArcGIS Workstation	ПК ауд. 16, 18 (К9)
2	Геоинформационная система ObjectLand	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Пакет статистической обработки данных Statistica	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Система автоматизированного проектирования и черчения Autocad	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Система трехмерного моделирования Kompas 3D	ПК в локальной сети ВГАУ

#### Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование Для контактной работы

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Учебные аудитории для проведения учебных занятий. Комплект учебной мебели, презентационный комплекс, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия: доска магнитная, лабораторное оборудование: линейка Дробышева, планиметр	394043, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81д, корп.1. ауд. 217, 222, 225

<p>Комплект учебной мебели, ЖК телевизор, маркерная доска, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, лабораторное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер/ Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice</p>	<p>394043, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81д, корп.1. ауд. 227, 228</p>
<p>Комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия: геодезические приборы (теодолит, нивелир, электронный тахеометр, электронный нивелир, лазерный дальномер, спутниковая аппаратура, радиосистема), лабораторное оборудование: штативы, рейка нивелирная, лента землемерная, башмак нивелирный, линейка Дробышева, планиметры</p>	<p>394043, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81д, корп.1. ауд. 120</p>
<p>Комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, лабораторное оборудование: линейка Дробышева, планиметр, курвиметр</p>	<p>394043, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81д, корп.1. ауд. 120, 210, 223, 224, 226, 229, 230, 232</p>

Для самостоятельной работы

<p>Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения</p>	<p>Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)</p>
<p>Помещения для самостоятельной работы. Комплект учебной мебели, ЖК телевизор, маркерная доска, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, лабораторное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер/ Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice</p>	<p>394043, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81д, корп.1. ауд. 227, 228</p>



## 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ, КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Оценка результатов освоения дисциплины

Компетенции	Основные показатели оценки результата	Формы и методы оценки
ПК 1.7. Выполнять первичную математическую обработку результатов полевых геодезических измерений с использованием современных компьютерных программ, анализировать и устранять причины возникновения брака и грубых ошибок измерений.	Демонстрация знаний, умений и практического опыта по анализу и устранению причин возникновения погрешностей измерений, выполнению математической обработки результатов полевых геодезических измерений, в том числе с использованием современных компьютерных программ	Тестирование, устный и письменный опрос. Экспертное наблюдение и оценка практических занятий. Оценка результатов.
ПК 1.8. Осуществлять самостоятельный контроль результатов полевых и камеральных геодезических работ в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.	Демонстрация знаний, умений и практического опыта по проведению контроля результатов полевых и камеральных геодезических работ в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.	Тестирование, устный и письменный опрос. Экспертное наблюдение и оценка практических занятий. Оценка результатов.

### 4.2 Контроль и оценка результатов освоения дисциплины

#### 4.2.1. Критерии оценки устного опроса

Оценка	Критерии
«отлично»	выставляется обучающемуся, если он четко выражает свою точку зрения по рассматриваемым вопросам, приводя соответствующие примеры
«хорошо»	выставляется обучающемуся, если он допускает отдельные погрешности в ответе
«удовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если он обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала
«неудовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если он обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

#### 4.2.2. Критерии оценки практических заданий

Оценка	Критерии
Зачтено	Практическое задание выполнено верно, в полном объеме, проведен правильный анализ, сделаны аргументированные выводы. Проявлен творческий подход и демонстрация

	рациональных способов решения конкретных задач. Обучающийся дает ответы на дополнительные вопросы.
Не зачтено	Практическое задание выполнено, но абсолютно неверно. Допущены существенные ошибки, исправляемые с непосредственной помощью преподавателя.

#### 4.2.3. Критерии оценки тестов

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Содержание правильных ответов в тесте не менее 86%
Хорошо, продвинутый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 71%
Удовлетворительно, пороговый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 51%
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Содержание правильных ответов в тесте менее 51%

#### 4.2.4. Критерии оценки на экзамене

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Обучающийся показал полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано ответил на все вопросы экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать сложные задачи дисциплины
Хорошо, продвинутый	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе, достаточно полно ответил на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины
Удовлетворительно, пороговый	Обучающийся показал знание только основ программного материала, усвоил его поверхностно, но не допускал грубых ошибок или неточностей, требует наводящих вопросов для правильного ответа, не ответил на дополнительные вопросы, способен решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Обучающийся не знает основ программного материала, допускает грубые ошибки в ответе, не способен решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя

### 4.3. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости

#### Устный опрос

1. Виды событий. Виды случайных событий. Полная группа событий.
2. Независимые и зависимые события. Вероятность события, условная вероятность.
3. Повторение испытаний (биномиальное распределение). Вероятнейшее число повторений при определенном числе испытаний.

4. Закон распределения вероятностей при многократных испытаниях. Предельный закон.
5. Общие сведения об измерениях физических величин.
6. Классификация измерений. Сущность измерений, виды измерений.
7. Погрешности измерения: общие сведения, классификация.
8. Основные свойства случайных погрешностей.
9. Дать определение случайным ошибкам измерений.
10. Дать определение систематическим ошибкам измерений.
11. Нормальный закон распределения случайной величины. Параметры нормального распределения.
12. Правило трех сигм, предельные погрешности.
13. Точечная и интервальная оценки истинного значения измеряемой величины.
14. Строгое обоснование вида оценок результата измерений и его случайной погрешности методом максимального правдоподобия.
15. Суммарная погрешность.
16. Учет погрешности в записи окончательного результата измерения. Порядок выполнения округления.
17. Дать определение и записать значение для величины поправки результата измерения.
18. Среднеквадратическая погрешность косвенных измерений (погрешность функции одной переменной).
19. Среднеквадратическая погрешность косвенных измерений (погрешность функции нескольких переменных).
20. Среднеквадратическая погрешность разностей двойных измерений.
21. Неравноточные измерения. Среднее взвешенное.
22. Оценка дисперсии среднего взвешенного. Влияние погрешности определения весовых коэффициентов на погрешность взвешенного среднего.
23. Объединение результатов измерений с преобладающими случайными погрешностями
24. Совместная обработка результатов измерений. Задача уравнивания результатов измерений.
25. Схема метода наименьших квадратов при построении линейной регрессии по данным эксперимента, применения метода наименьших квадратов.
26. Приведение линейных неравноточных условных уравнений к равноточным.
27. Линеаризация нелинейных условных уравнений.
28. Виды условных уравнений для геодезических сетей (словное уравнение фигур, условное уравнение горизонта).
29. Виды условных уравнений для геодезических сетей (условное уравнение дирекционных углов, полюсное условное уравнение, базисное условное уравнение).
30. Параметрический способ уравнивания.
31. Коррелятивный способ уравнивания.
32. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом.
33. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятивным способом.
34. Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелятивным способом.
35. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом.
36. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятивным способом.

37. Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелятным способом.
38. Принципиальная сущность упрощенных методов.
39. Уравнивание съемочной сети из трех теодолитных ходов с одной узловой точкой.
40. Сущность способа последовательных приближений. Порядок уравнивания.
41. Дайте понятие измерения.
42. Какие измерения называют равноточными и неравноточными?
43. Какие измерения называют необходимыми и избыточными?
44. Что называется истинной погрешностью?
45. Приведите классификацию погрешностей измерений.
46. Назовите свойства случайных погрешностей.
47. Перечислите основные критерии оценки точности результатов измерений.
48. Какие погрешности являются абсолютными?
49. Что называется относительной погрешностью?
50. Средние квадратические погрешности функций измеренных величин.
51. Средняя квадратическая погрешность арифметической середины.
52. Вероятнейшие погрешности и их свойства
53. Средняя квадратическая погрешность отдельного измерения и арифметической середины выраженные через уклонения от
54. среднего арифметического.
55. Как выполнить оценку точности по разностям двойных
56. равноточных измерений.
57. Понятие о весе измерения.
58. Весовое среднее или общая арифметическая середина.
59. Веса независимых измерений и их свойства.
60. Средняя квадратическая погрешность единицы веса.
61. Свойства уклонений непосредственно измеренных величин от их общей арифметической середины.
62. Средняя квадратическая погрешность единицы веса, выраженная через истинные погрешности.
63. Средняя квадратическая погрешность единицы веса, выраженная через уклонения от весового среднего.
64. Средняя квадратическая погрешность весового среднего.
65. Веса функций независимых измеренных величин.
66. Понятие о прямой и обратной задачах теории погрешностей измерений. Принцип равных влияний.
67. Сущность уравнивательных вычислений. Метод наименьших квадратов.
68. Виды условных уравнений.
69. Сущность коррелятного способа уравнивания.
70. Уравнивание центральной системы.
71. Уравнивание геодезического четырехугольника.
72. Уравнивание цепи треугольников между двумя исходными сторонами (базисами).

### **Примерные практические задания**

#### *Задача 1.*

В результате измерений получены следующие значения величины  $X$  : 3,33; 3,53; 2,99; 3,52; 3,75. Построить точечную оценку, записать результат в стандартной форме.

#### *Задача 2.*

Построить выражение для оценки дисперсии косвенных измерений величины  $W$ ,

связанной с измеренными в ходе прямых измерений значениями величин  $X, Y, Z, U$ , абсолютные дисперсии результатов измерений которых известны, следующим соотношением:  $W = X + YZ + U$ .

*Задача 3*

Напишите выражение для средней квадратической погрешности  $m_y$  алгебраической суммы  $y = l_1 \pm l_2 \pm \dots \pm l_n$ ,  $n$  измеренных величин  $l_1, l_2, \dots, l_n$ .

*Задача 4.*

Напишите формулу для средней квадратической погрешности, выраженной через истинные погрешности измерений.

*Задача 5.*

Рассчитайте среднюю квадратическую погрешность  $m_y$  функции вида  $y = l_1 + l_2$ , где  $l_1 = 5,6$  м;  $l_2 = 10,5$  м;  $m_1 = 0,05$  м;  $m_2 = 0,05$  м.

*Задача 6.*

Рассчитайте среднюю квадратическую погрешность  $m_y$  линейной функции вида  $y = a_1 l_1 + a_2 l_2 + a_3 l_3$ , где  $a_1 = 2$ ;  $l_1 = 123, 55$  м;  $a_2 = 4$ ;  $l_2 = 123, 15$  м;  $a_3 = 3$ ;  $l_3 = 122, 55$  м;  $m_1 = 0,05$  м;  $m_2 = 0,01$  м;  $m_3 = 0,06$  м.

*Задача 7.*

Если измеренное значение горизонтального угла составляет  $65^\circ 25' 30''$ , а его истинное значение  $65^\circ 25' 25''$ , чему равна истинная погрешность. Ответ запишите числом в секундах.

*Задача 8.*

Вычислить веса превышений по ходам геометрического нивелирования соответственно длиной  $L_1 = 5,2$  км,  $L_2 = 3,4$  км,  $L_3 = 10,7$  км, приняв в качестве измерения с единичным весом превышение по ходу длиной  $c = 5$  км.

*Задача 9.*

Определите абсолютную линейную погрешность хода  $f_{абс}$ , если невязки в приращениях координат  $f_x = -0,12$  м,  $f_y = +0,16$  м.

*Задача 10.*

Выполните оценку точности измерения превышений по невязкам в ходах  $f_{h1} = 2$  мм;  $f_{h2} = 14$  мм;  $f_{h3} = 6$  мм;  $L_1 = 5,2$  км;  $L_2 = 3,4$  км;  $L_3 = 10,7$  км.

### Примерные тестовые задания

*Выберите один правильный ответ.*

1. Значение физической величины есть:
  - 1 выражение размера физической величины в виде некоторого числа принятых единиц измерения данной физической величины
  - 2 характеристика свойства физического объекта, различная в качественном отношении для ряда физических объектов
  - 3 количественная определенность некоторой величины, присущая конкретному объекту, системе, явлению или процессу
  - 4 выражение физической величины в виде единицы измерения данной физической величины

*Выберите один правильный ответ.*

2. Размер физической величины есть:

- 1 количественная определенность физической величины, присущая конкретному объекту, системе, явлению или процессу
- 2 характеристика одного из свойств физического объекта (явления, процесса)
- 3 определенная физическая величина, присущая конкретному объекту, системе, явлению или процессу
- 4 определенная качественная характеристика, присущая конкретному объекту

*Выберите один правильный ответ.*

3. Истинное значение физической величины:

- 1 значение физической величины, полученное экспериментальным путем, при ограниченном числе измерений с использованием высокоточных средств измерений
- 2 значение физической величины, полученное экспериментальным путем и близкое к истинному значению
- 3 значение физической величины, полученное из большого числа измерений
- 4 значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину

*Выберите один правильный ответ.*

4. Под точностью измерения понимают:

- 1 степень приближения результата измерения к другой однородной величине, принятой за единицу измерения
- 2 степень надежности или степень доверия к результату измерения выраженную числом равным числу измерений
- 3 разность между истинным (или принятым за истинное) и измеренным значением измеряемой величины
- 4 степень приближения результата измерения к истинному значению измеряемой величины

*Выберите один правильный ответ.*

5. Физическая величина является:

- 1 характеристикой одного из свойств физического объекта (явления, процесса), общей в качественном отношении для ряда физических объектов, но в количественном выражении индивидуальной для каждого из них
- 2 характеристикой нескольких свойств физического объекта, различной в качественном отношении для ряда физических объектов
- 3 количественной определенностью некоторой величины, присущей конкретному объекту, системе, явлению или процессу
- 4 значением физической величины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него

*Выберите один правильный ответ.*

6. Прямыми измерениями называются:

- 1 измерения, в которых значение измеряемой величины получают непосредственным сравнением с однородной физической величиной (эталоном).
- 2 измерения, в которых значение определяемой величины получают из вычислений, где в качестве исходных используют результаты измерений величин, связанных с определяемой
- 3 измерения, производимые для получения нескольких значений измеряемой величины (измеряемых величин) в целях контроля, исключения грубых погрешностей или повышения качества результатов измерений
- 4 измерения, выполняемые в одинаковых условиях

*Выберите один правильный ответ.*

7. Действительное значение физической величины есть:

- 1 значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину
- 2 значение физической величины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо не
- 3 значение физической величины, полученное в результате бесконечного процесса измерений с бесконечным совершенствованием методов и средств измерений
- 4 значение физической величины, идеальным образом характеризующее в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину

*Выберите один правильный ответ.*

8. Равноточными измерениями называются:

- 1 измерения, выполненные одними и теми же приборами и лицами, разным числом приемов, но в одинаковых внешних условиях
- 2 измерения неодинаковой точности, выполненные разными приборами и лицами, разными способами и в различных условиях
- 3 измерения, выполняемые в одинаковых условиях, то есть объекты одного и того же рода измеряют исполнители одинаковой квалификации, приборами одного класса, по единой методике, в достаточно близких по характеру условиях внешней среды
- 4 измерения, при которых получают одинаковые значения однородных физических величин в целях контроля, исключения грубых погрешностей

*Выберите один правильный ответ.*

9. Неравноточными измерениями называются:

- 1 измерения, выполняемые для получения нескольких значений измеряемой величины неодинаковой точности в целях контроля, исключения грубых погрешностей или повышения качества результатов измерений
- 2 измерения, в которых значение определяемой величины получают из вычислений, с различной погрешностью округления результатов измерений
- 3 измерения, выполняемые в случаях, когда, по крайней

- 4 мере, одна из составляющих процесса измерения значительно отличается от аналогичной составляющей других измерений измерения, при которых получают неодинаковые значения однородных физических величин в целях контроля, исключения грубых погрешностей

*Выберите один правильный ответ.*

10. Истинная погрешность измерения определяется как  $\Delta$  – истинная погрешность измерения;  $l$  – значение измеряемой величины;  $X$  – истинное значение измеряемой величины;  $x$  – вероятнейшее значение измеряемой величины (среднее арифметическое):

- 1  $\Delta = l - x$
- 2  $\Delta = l + X$
- 3  $\Delta = l - X$
- 4  $\Delta = X/l$

*Выберите один правильный ответ.*

11. Грубыми погрешностями измерений называют погрешности:

- 1 возникающие вследствие округления чисел при вычислениях или измерениях
- 2 происходящие от определенного источника и имеющие определенные знаки и величину
- 3 неизбежно возникающие из-за несовершенства органов чувств, обусловленные точностью прибора, квалификацией наблюдателя, неуловимыми колебаниями внешних условий, закономерности которых проявляются в массе
- 4 возникающие вследствие просчетов, промахов, т.е. из-за невнимательности наблюдателя, неисправности прибора или неправильной методики измерений

*Выберите один правильный ответ.*

12. Истинной погрешностью называют:

- 1 понимают отклонение результата измерения от его точного (истинного) значения
- 2 величина, которую нужно придать измеренному значению, чтобы получить ее вероятнейшее значение
- 3 отклонение непосредственно измеренной величины от ее вероятнейшего значения
- 4 разность между двумя значениями равноточных измерений одной и той же величины

*Выберите один правильный ответ.*

13. Систематическими погрешностями измерений называют погрешности:

- 1 происходящие от определенного источника и имеющие определенные знаки и величину
- 2 возникающие вследствие округления чисел при вычислениях или измерениях
- 3 неизбежно возникающие из-за несовершенства органов чувств, обусловленные точностью прибора, квалификацией наблюдателя, неуловимыми колебаниями внешних условий, закономерности которых проявляются в массе
- 4 возникающие вследствие просчетов, промахов, т.е. из-за

невнимательности наблюдателя, неисправности прибора или неправильной методики измерений

*Выберите несколько правильных ответов.*

14. Случайные погрешности обладают следующим свойством:

- 1 в ряду измерений большие и малые по абсолютной величине случайные погрешности встречаются одинаково часто
- 2 случайные погрешности не могут превышать по абсолютной величине известный предел (допуск)
- 3 малые по абсолютной величине случайные погрешности проявляются чаще больших, т.е. чем больше величина погрешности, тем реже она встречается в ряду измерений
- 4 случайные погрешности по абсолютной величине не могут быть больше единицы

*Выберите один правильный ответ.*

15. Предельной погрешностью называется:

- 1 такое значение случайной погрешности, появление которого при данных условиях измерений маловероятно
- 2 среднее арифметическое значение случайной погрешности, появление которого при данных условиях измерений маловероятно
- 3 такое значение случайной погрешности, меньше которого по абсолютной величине погрешности в ряду измерений невозможны
- 4 такое значение случайной погрешности, больше или меньше которого по абсолютной величине погрешности в ряду измерений равновозможны

*Выберите один правильный ответ.*

16. Относительной погрешностью называется:

- 1 разность между результатом измерения и вероятнейшим значением измеряемой величины
- 2 величина, показывающая, во сколько раз истинная погрешность превышает предельно-допустимую погрешность
- 3 отношение величины абсолютной погрешности к средней квадратической погрешности
- 4 отношение величины абсолютной погрешности к измеренной величине

*Выберите один правильный ответ.*

17. Средняя квадратическая погрешность  $m$  для ряда равноточных измерений, где  $\Delta_i$  – истинные погрешности измерений;  $n$  – число измерений, определяется как:

- 1 
$$m = \frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}$$
- 2 
$$m^2 = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}}$$
- 3 
$$m = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}}$$
- 4 
$$m = \frac{[\Delta^2]}{n}$$

Выберите несколько правильных ответов.

18. Зависимость между истинной ошибкой и степенью точности измерения:

- 1 чем больше ошибка измерения, тем выше точность, и наоборот, чем меньше ошибка, тем меньше степень точности измерения
- 2 чем больше погрешность измерения, тем меньше точность измерения, и наоборот, чем меньше погрешность, тем выше точность измерения
- 3 ошибка измерения есть величина прямо пропорциональная степени точности измерения
- 4 ошибка измерения есть величина обратно пропорциональная квадрату точности измерения

Выберите один правильный ответ.

19. Средняя квадратическая погрешность функции общего вида, где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – независимые величины, измеренные со средними квадратическими погрешностями  $m_1, m_2, \dots, m_n$

$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  определяется по формуле:

- 1  $M_y^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 + m_1^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 + m_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 + m_n^2$
- 2  $M_y = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right) \cdot m_1 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right) \cdot m_2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right) \cdot m_n$
- 3  $M_y = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right) \cdot m_1^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right) \cdot m_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right) \cdot m_n^2}$
- 4  $M_y^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 \cdot m_1^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 \cdot m_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 \cdot m_n^2$

Выберите один правильный ответ.

20. Для оценки точности и сравнения рядов с разным числом равноточных измерений находят:

- 1 среднее арифметическое для каждого ряда измерений
- 2 среднюю квадратическую погрешность единицы веса
- 3 среднюю квадратическую погрешность для каждого ряда измерений
- 4 среднее арифметическое из случайных погрешностей каждого ряда

Выберите один правильный ответ.

21. Средняя квадратическая погрешность функции вида  $y = x_1 + x_2$ , где

$x_1$  и  $x_2$  – непосредственно измеренные величины со средними квадратическими погрешностями, соответственно равными  $m_1$  и  $m_2$ , определяется по формуле:

- 1  $M_y = \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$
- 2  $M_y = m_1 + m_2$
- 3  $M_y = m_1^2 + m_2^2$
- 4  $M_y = \sqrt{m_1 + m_2}$

Выберите один правильный ответ.

22. Средняя квадратическая погрешность функции вида  $y = x_1 - x_2$ , где  $x_1$  и  $x_2$  – непосредственно измеренные величины со средними квадратическими погрешностями, соответственно равными  $m_1$  и  $m_2$ , определяется по формуле:

- 1  $M_y = \sqrt{m_1 + m_2}$
- 2  $M_y = \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$
- 3  $M_y = m_1 - m_2$
- 4  $M_y = \sqrt{m_1^2 - m_2^2}$

Выберите один правильный ответ.

23. Допустимая угловая невязка полигонометрического хода вычисляется по формуле:

- 1  $f_{\beta_{доп}} = 2t\sqrt{n}$
- 2  $f_{\beta_{доп}} = 4t\sqrt{n}$
- 3  $f_{\beta_{доп}} = 2'\sqrt{n}$
- 4  $f_{\beta_{доп}} = 4'\sqrt{n}$

Выберите один правильный ответ.

24. При  $l_0$  – число, близкое к среднему арифметическому;  $\Delta l$  – разность измеренного значения  $l_i$  и  $l_0$ ;  $\Delta$  – случайная погрешность;  $n$  – число измерений;  $[l]$  – сумма измеренных значений, среднее арифметическое определяется как:

- 1  $\bar{x} = \frac{[l]}{n}$
- 2  $\bar{x} = \frac{[\Delta l]}{n}$
- 3  $\bar{x} = \frac{[l_0]}{n}$
- 4  $\bar{x} = \frac{[\Delta]}{n}$

Выберите один правильный ответ.

25. Под весом измерения понимается:

- 1 степень надежности или степень доверия к результату измерения
- 2 разность между истинным (или принятым за истинное) и измеренным значением измеряемой величины
- 3 степень приближения результата измерения к другой однородной величине, принятой за единицу измерения
- 4 степень приближения результата измерения к истинному значению измеряемой величины

Выберите один правильный ответ.

26. Вес измерения характеризует :

- 1 относительную точность измерения

- 2 абсолютную точность измерения
- 3 предельную точность измерения
- 4 допустимую точность измерения

*Выберите один правильный ответ.*

27. В общем виде вес какого-либо измерения выражается формулой,  $p_i$  – вес какого-либо измерения;  $\mu$  – средняя квадратическая погрешность единицы веса;  $m_i$  – средняя квадратическая погрешность измерения, вес которого определяется:

- 1 
$$p_i = \frac{\mu^2}{m_i^2}$$
- 2 
$$p_i = \frac{\mu}{\sqrt{m_i}}$$
- 3 
$$p_i = \frac{\mu}{m_i^2}$$
- 4 
$$p_i = \sqrt{\frac{\mu^2}{m_i^2}}$$

*Выберите один правильный ответ.*

28. Вес функции общего вида  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  определяется как,  $P_y$  – вес функции,  $p_i$  – веса аргументов ( $i = 1, 2, \dots, n$ ):

- 1 
$$\frac{1}{P_y} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_2} + \dots + \frac{1}{p_n}$$
- 2 
$$P_y = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right) \cdot \frac{1}{p_1} + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right) \cdot \frac{1}{p_2} + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right) \cdot \frac{1}{p_n}$$
- 3 
$$P_y = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right) \cdot p_1 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right) \cdot p_2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right) \cdot p_n$$
- 4 
$$\frac{1}{P_y} = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 \cdot \frac{1}{p_1} + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 \cdot \frac{1}{p_2} + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 \cdot \frac{1}{p_n}$$

*Выберите один правильный ответ.*

29. Задача уравнивания геодезической сети заключается:

- 1 в отыскании невязок, образующихся в геодезических сетях
- 2 в отыскании поправок к расчетным величинам, так чтобы исправленные поправками расчеты были правильными
- 3 в математических вычислениях с целью отыскания ошибок, допущенных в процессе полевых измерений
- 4 в исключении невязок, т.е. в отыскании поправок к измеренным величинам, так чтобы исправленные поправками измерения удовлетворяли всем геометрическим условиям сети

*Выберите один правильный ответ.*

30. Невязкой называется:

- 1 средняя квадратическая ошибка функций измеренных значений величин
- 2 ошибка функций измеренных значений величин
- 3 относительная ошибка функций измеренных значений величин
- 4 допустимая относительная ошибка функций измеренных значений величин

#### 4.4. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### Вопросы к экзамену

1. Виды событий. Виды случайных событий. Полная группа событий.
2. Независимые и зависимые события. Вероятность события, условная вероятность.
3. Повторение испытаний (биномиальное распределение). Вероятнейшее число повторений при определенном числе испытаний.
4. Закон распределения вероятностей при многократных испытаниях. Предельный закон.
5. Общие сведения об измерениях физических величин.
6. Классификация измерений. Сущность измерений, виды измерений.
7. Погрешности измерения: общие сведения, классификация.
8. Основные свойства случайных погрешностей.
9. Дать определение случайным ошибкам измерений.
10. Дать определение систематическим ошибкам измерений.
11. Нормальный закон распределения случайной величины. Параметры нормального распределения.
12. Правило трех сигм, предельные погрешности.
13. Точечная и интервальная оценки истинного значения измеряемой величины.
14. Строгое обоснование вида оценок результата измерений и его случайной погрешности методом максимального правдоподобия.
15. Суммарная погрешность.
16. Учет погрешности в записи окончательного результата измерения. Порядок выполнения округления.
17. Дать определение и записать значение для величины поправки результата измерения.
18. Среднеквадратическая погрешность косвенных измерений (погрешность функции одной переменной).
19. Среднеквадратическая погрешность косвенных измерений (погрешность функции нескольких переменных).
20. Среднеквадратическая погрешность разностей двойных измерений.
21. Неравноточные измерения. Среднее взвешенное.
22. Оценка дисперсии среднего взвешенного. Влияние погрешности определения весовых коэффициентов на погрешность взвешенного среднего.
23. Объединение результатов измерений с преобладающими случайными погрешностями
24. Совместная обработка результатов измерений. Задача уравнивания результатов измерений.
25. Схема метода наименьших квадратов при построении линейной регрессии по данным эксперимента, применения метода наименьших квадратов.
26. Приведение линейных неравноточных условных уравнений к равноточным.
27. Линеаризация нелинейных условных уравнений.
28. Виды условных уравнений для геодезических сетей (словное уравнение фигур, условное уравнение горизонта).
29. Виды условных уравнений для геодезических сетей (условное уравнение дирекционных углов, полюсное условное уравнение, базисное условное уравнение).
30. Параметрический способ уравнивания.
31. Коррелятный способ уравнивания.
32. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом.
33. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятным способом.

34. Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелятным способом.
35. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом.
36. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятным способом.
37. Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелятным способом.
38. Принципиальная сущность упрощенных методов.
39. Уравнивание съемочной сети из трех теодолитных ходов с одной узловой точкой.
40. Сущность способа последовательных приближений. Порядок уравнивания.
41. Дайте понятие измерения.
42. Какие измерения называют равноточными и неравноточными?
43. Какие измерения называют необходимыми и избыточными?
44. Что называется истинной погрешностью?
45. Приведите классификацию погрешностей измерений.
46. Назовите свойства случайных погрешностей.
47. Перечислите основные критерии оценки точности результатов измерений.
48. Какие погрешности являются абсолютными?
49. Что называется относительной погрешностью?
50. Средние квадратические погрешности функций измеренных величин.
51. Средняя квадратическая погрешность арифметической середины.
52. Вероятнейшие погрешности и их свойства
53. Средняя квадратическая погрешность отдельного измерения и арифметической середины выраженные через уклонения от
54. среднего арифметического.
55. Как выполнить оценку точности по разностям двойных
56. равноточных измерений.
57. Понятие о весе измерения.
58. Весовое среднее или общая арифметическая середина.
59. Веса независимых измерений и их свойства.
60. Средняя квадратическая погрешность единицы веса.
61. Свойства уклонений непосредственно измеренных величин от их общей арифметической середины.
62. Средняя квадратическая погрешность единицы веса, выраженная через истинные погрешности.
63. Средняя квадратическая погрешность единицы веса, выраженная через уклонения от весового среднего.
64. Средняя квадратическая погрешность весового среднего.
65. Веса функций независимых измеренных величин.
66. Понятие о прямой и обратной задачах теории погрешностей измерений. Принцип равных влияний.
67. Сущность уравнивательных вычислений. Метод наименьших квадратов.
68. Виды условных уравнений.
69. Сущность коррелятного способа уравнивания.
70. Уравнивание центральной системы.
71. Уравнивание геодезического четырехугольника.
72. Уравнивание цепи треугольников между двумя исходными сторонами (базисами).

