

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
технологий обработки и защиты информации

Сирота Александр Анатольевич



30.05.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Б1.В.ДВ.01.02 Методология экспериментальных  
исследований и испытаний

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

09.04.02 Информационные системы и технологии

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Системы прикладного искусственного интеллекта

**3. Квалификация (степень) выпускника:**

Магистратура

**4. Форма обучения:**

Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

Кафедра технологий обработки и защиты информации

**6. Составители программы:**

Попело Владимир Дмитриевич, д. т. н., профессор

**7. Рекомендована:**

протокол НМС №7 от 30.05.2023

**8. Учебный год:**

2024-2025

**Семестр/Триместр:**

3

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целями освоения учебной дисциплины являются:* Изучение теоретических основ и овладение практическими навыками применения методов и средств экспериментальных исследований, измерений и испытаний в процессе разработки, создания и эксплуатации информационных, информационно-измерительных и управляющих систем различного назначения; получение профессиональных компетенций в области современных технологий организации, проведения и обработки результатов экспериментальных исследований и испытаний на различных этапах жизненного цикла информационных, информационно-измерительных и управляющих систем.

### *Задачи учебной дисциплины:*

обучение студентов базовым понятиям теорий измерения, контроля, испытаний и технической диагностики;

обучение студентов базовым методам и приемам организации и проведения экспериментальных исследований в процессе испытаний информационных, информационно-измерительных и управляющих систем, контроля их состояния и технической диагностики;

раскрытие принципов построения и применения организационно-технических (технических систем экспериментальных исследований (измерений, контроля, испытаний, технической диагностики);

овладение практическими навыками разработки методик экспериментальных исследований с использованием современных технических и программных средств и технологий;

овладение практическими навыками разработки итоговых документов по результатам экспериментальных исследований (отчетов, актов, протоколов) в соответствии с действующими стандартами и нормативно-техническими документами.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Входит в блок дисциплин по выбору Б1.В.ДВ.2

Входные знания в области математического анализа, теории множеств, матричной алгебры, теории вероятностей и математической статистики.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1	Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития; обосновывает актуальность их использования при социальном и профес-	Знать: основные принципы, подходы и приемы извлечения информации об объектах окружающего мира в процессе проведения исследований; базовые элементы методов и различия теоретических и экспериментальных исследований. Уметь: формировать модели объекта и организационно-технической системы экспериментальных исследований; формировать план эксперимента. Владеть практическими навыками: формализации объекта эксперимента,

			сиональном взаимодействии	планирования и организации эксперимента
		УК-5.2	Выстраивает социальное профессиональное взаимодействие с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп	Знать: основные принципы организации сложного эксперимента с привлечением персонала с различными профессиональными навыками, квалификацией и культурными особенностями. Уметь: формировать коллективы исследователей и вспомогательного персонала при организации, проведении и обработке результатов эксперимента. Владеть практическими навыками: осуществления экспериментальных исследований силами разнородного коллектива
ПК 9	Умеет осуществлять моделирование процессов и объектов, постановку и проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов, осуществлять выбор оптимальных решений	ПК 9.1	Умеет осуществлять моделирование процессов и объектов, постановку и проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов, осуществлять выбор оптимальных решений	Знать: базовые понятия теории подобия и моделирования; основные принципы и приемы извлечения информации об объекте в процессе проведения эксперимента; базовые элементы методов планирования эксперимента; основы методов обработки результатов эксперимента Уметь: формировать план эксперимента; выбирать технические средства экспериментальных исследований; строить точечные и интервальные оценки результата эксперимента; проводить анализ результатов эксперимента с использованием современных математических методов Владеть практическими навыками: разработки формализованных моделей объекта эксперимента, планирования эксперимента, разработки рабочих методик эксперимента; Владеть практическими навыками: обработки и анализа результатов эксперимента; применения компьютерных технологий в экспериментальных исследованиях

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

3/108

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам 3 семестр
Аудиторные занятия		28	28
в том числе:	лекции	14	14
	практические		
	лабораторные	14	14
Самостоятельная работа		44	44
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 3 час.)		36	36
Итого:		108	108

#### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Роль экспериментальных исследований на различных этапах жизненного цикла создания и технических систем	1. Роль и место экспериментальных исследований в процессе разработки, создания и эксплуатации технических систем. Задачи экспериментальных исследований. Классификация экспериментальных исследований. Особенности экспериментальных процедур измерения, контроля, испытаний, технической диагностики. Сочетание экспериментальных исследований и компьютерного моделирования на различных этапах жизненного цикла технических систем. 2. Основные свойства объекта исследования: параметры, факторы, математическая модель. Теория подобия. Условия эксперимента. Технические средства экспериментальных исследований. Измерения, испытания, контроль. Результат эксперимента	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям
1.2	Основы теории измерений	3. Физическая величина, шкала измерения, метод измерения, хранение, условия измерения, воспроизведение и передача единицы измеряемой величины. 4. Погрешность и точность измерения, погрешность и неопределенность. Случайные и систематические погрешности. Правильность, сходимос ть и воспроизводимос ть результатов измерений. 5. Постановка задач оценивания результатов многократных измерений с позиций, детерминированного и статистического подходов. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения. 6. Оценивание погрешностей прямых, косвенных и совместных измерений. Общая схема применения метода наименьших квадратов.	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекции и лабораторным работам

1.3	Контроль, испытания, техническая диагностика	7. Сущность контроля, виды контроля. Виды и категории испытаний. Эффективность процесса испытаний. Сущность и методы технической диагностики.	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям и лабораторной работе
1.4	Организация процессов экспериментальных исследований и испытаний	8. Структура организационно-технической системы экспериментальных исследований и испытаний. Экспериментальные исследования с применением методов физического и математического моделирования. Элементы планирования эксперимента. Оптимизация многоэтапных испытаний. 9. Подготовительный этап экспериментальных исследований. Программа и методика эксперимента. Проведение экспериментальных исследований. Воспроизведение и контроль условий эксперимента. Технические и программные средства. 10. Обработка результатов эксперимента. Анализ и интерпретация результатов экспериментов и математического моделирования. Разработка итоговых документов (протокол, акт, отчет). Стандарты в области измерений, испытаний и технической диагностики	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям и лабораторным работам
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
2.1	Основы теории измерений	1. Формирование оценок измеряемой величины по данным многократных измерений, минимизирующих взвешенные критерии квадратичного вида. Вычисление средних гармонических, геометрических, арифметических и квадратических. Квазилинейные оценки. 2. Формирование робастных оценок, минимизирующих модульный и минимаксный критерии. 3. Построение интервальной оценки измеряемой величины по данным статистических измерений для заданного уровня доверительной вероятности. Представление результатов измерений в стандартном виде. 4. Оценивание результатов прямых измерений в присутствии систематических погрешностей. 5. Определение погрешности косвенных измерений. 6. Обработка результатов совместных (совокупных) измерений методом наименьших квадратов. 7. Построение эмпирических законов распределения результатов эксперимента. Идентификация законов распределения.	
2.2	Контроль, испытания, техническая	8. Диагностические методы получения оценок, основанные на применении алгебраических	

	диагностика	инвариантов	
2.3	Организация процессов экспериментальных исследований и испытаний	9. Разработка методики эксперимента по контролю технических параметров изделия. 10. Формирование протокола измерений.	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Роль экспериментальных исследований на различных этапах жизненного цикла создания и технических систем	2	0	0	8	10
2	Основы теории измерений	4	0	8	12	24
3	Контроль, испытания, техническая диагностика	4	0	2	10	16
4	Организация процессов экспериментальных исследований и испытаний	4	0	4	14	22
	Итого:	14	0	14	44	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

рекомендуемую основную и дополнительную литературу;  
методические указания и пособия;  
контрольные задания для закрепления теоретического материала;  
электронные версии учебников и методических указаний для выполнения лабораторно - практических работ (при необходимости материалы рассылаются по электронной почте).

2. Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется проведение письменного опроса (тестирование, решение задач) обучающихся по материалам лекций и практических работ.

Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию при конспектировании лекционного материала.

3. При проведении лабораторных занятий обеспечивается максимальная степень соответствия с материалом лекционных занятий и осуществляется экспериментальная проверка методов, алгоритмов и технологий обработки информации, излагаемых в рамках лекций.

4. При переходе на дистанционный режим обучения для создания электронных курсов, чтения лекций онлайн и проведения лабораторно - практических занятий используются информационные ресурсы Образовательного портала "Электронный университет ВГУ (<https://edu.vsu.ru>), базирующегося на системе дистанционного обучения Moodle, развернутой в университете.

5. При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения обучающиеся должны выполнять все указания

преподавателей, вовремя подключаться к онлайн - занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: [учебник и практикум] / А.Г. Сергеев, В. В. Терегеря; - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2015. - 838 с.: ил. - ISBN 978-5-9916-4632-1
2	Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / А.Г. Сергеев, В.В. Терегеря.- М.: Юрайт, 2010.- 820 с. : ил., табл. - (Основы наук).- Библиогр.: с.815-820 .- ISBN 978-5-9916-0160-3.- ISBN 978-5-9692-0247-4

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Афанасьева Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента: учебное пособие/: учебное пособие / Н.Ю. Афанасьева – М.: КНОРУС, 2010. – 336 с. – ISBN 978-5-406-00176-9
2	Мурашкина Т. И. Техника физического эксперимента и метрология : [учебное пособие/ Т.И. Мурашкина. – Санкт-Петербург: Политехника, 2015. – 137, [1] с.: ил., табл. – (Учебное пособие для вузов). – Библиогр.: с.137–[138]. – ISBN 978-5-7325-1051-5
	Гольдштейн А.Е. Физические основы получения информации: учебник / А.Е. Гольдштейн. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 292 с. – ISBN 978-5-98298-650-4
	Springer Handbook of Metrology and Testing. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. – 1229 p.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
1	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – ( <a href="http://www.lib.vsu.ru/">http // www.lib.vsu.ru/</a> )
2	Образовательный портал «Электронный университет ВГУ».– ( <a href="https://edu.vsu.ru/">https://edu.vsu.ru/</a> )
3	ЭБС Лань (контракт №3010-06/01-22 от 10.03.2022; лицензионный договор №3010-06/02-22 от 10.03.2022; лицензионный договор №3010-15/231-22 от 17.05.2022) ЭБС «Университетская библиотека online» (контракт №3010-06/30-21 от 23.12.2021) ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» (ЭБС «Консультант студента») (контракт №3010-06/29-21 от 23.12.2021) ЭБС «Образовательная платформа ЮРАЙТ» (договор №4990 от 10.01.2022; лицензионный договор №3010-15/217-22 от 05.05.2022)

### 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / А.Г. Сергеев, В.В. Терегеря . – М.: Юрайт, 2010.— 820 с.: ил., табл. – (Основы наук). – Библиогр.: с.815-820. – ISBN 978-5-9916-0160-3.— ISBN 978-5-9692-0247-4
2	Мироновский Л.А. Функциональное диагностирование динамических систем / Л.А. Мироновский. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 254 с.
3	Демина Л.Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 292 с.

### 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Для реализации учебного процесса используются:

1. ОС Windows v.7, 8, 10 в рамках подписки "Imagine/Azure Dev Tools for Teaching", договор №3010-16/96-18 от 29 декабря 2018г.

2. MATLAB "Total Academic Headcount – 25" на основании университетской лицензии на программный комплекс для ЭВМ – MathWorks MATLAB Campus-Wide Suite по договору 3010-16/118-21 от 27.12.2021 (до 01.2025).

3. Платформа электронного обучения LMS-Moodle, основа Образовательного портала «Электронный университет ВГУ»

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Учебная аудитория (394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, корпус 1а, аудитория 380): компьютер преподавателя i3-3240-3,4ГГц, монитор с ЖК 22", мультимедийный проектор, экран. Система Интернет-видеоконференцсвязи в составе ВКС LifeSize Team220 Camera 200 Dual, аудиосистема Defender Mercury 34 SPK-705, интерактивная доска со встроенным проектором "SmartBoard 480iv V25".

2. Учебная аудитория (394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, корпус 1б, аудитория 291): специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-3220-3,3ГГц, мониторы ЖК 19" (16 шт.), мультимедийный проектор, экран. ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Foxit PDF Reader

### 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
1	Разделы 1-4 Роль экспериментальных исследований на различных этапах жизненного цикла создания и технических систем. Основы теории измерений. Контроль, испытания, техническая диагностика. Организация процессов экспериментальных исследований и испытаний	УК-5, ПК 9	УК-5.1, УК-5.2, ПК 9.1	Контрольные работы по соответствующим разделам и темам. Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ 1-10
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов к экзамену в виде комплекта КИМ, перечень заданий для выполнения лабораторных работ

### 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

#### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа) и письменных работ



(контрольные, лабораторные работы). При оценивании могут использоваться количественные или качественные шкалы оценок.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- 1) устный опрос на практических занятиях;
- 2) контрольная работа по теоретической части курса;
- 3) лабораторные работы.

#### Примерный перечень и порядок использования оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценки
	Устный опрос	Вопросы по темам/разделам дисциплины	Правильный ответ – зачтено, неправильный или принципиально неточный ответ – не зачтено
	Контрольная работа по разделу дисциплины	Теоретические вопросы по темам/разделам дисциплины	Шкала оценивания соответствует приведенной в разделе 20.1
	Лабораторная работа	Содержит четыре лабораторных задания, предусматривающих выполнение типовых операций по организации, планированию и обработке результатов эксперимента	При успешном выполнении работ в течение семестра фиксируется возможность оценки только теоретической части дисциплины в ходе промежуточной аттестации, в противном случае проверка задания по лабораторным работам выносится на экзамен

#### Пример задания для выполнения лабораторной работы

##### Лабораторная работа № 5

##### «Определение погрешности косвенных измерений»

**Цель работы:** Определить границы доверительного интервала значения физической величины, измеренной косвенным методом, для заданного вида уравнения измерений и известных границ доверительных интервалов значений величин-аргументов, измеренных прямым методом.

**Форма контроля:** Письменный отчёт (допускается представление в электронном виде). Опрос в устной форме в соответствии с перечнем контрольных вопросов.

Количество отведённых аудиторных часов: 2

**Задание:** Получить у преподавателя вариант задания. Провести обработку полученных данных измерений и представить результат интервального оценивания. Составить отчёт о проделанной работе, в котором отразить следующие пункты:

1. ФИО исполнителя и номер группы.
2. Название и цель лабораторной работы.
3. Номер своего варианта.
4. Формулы, используемы для построения интервальной оценки значения величины, измеренной косвенно.
5. Результат обработки

#### Примеры контрольных вопросов:

1. Что такое доверительный интервал?
2. Каким образом на практике оценивают погрешность функции нескольких переменных?

Варианты заданий:

Даны доверительные интервалы для величин  $X, Y, Z, U$ , измеренных прямым методом, определить границы доверительного интервала для величины  $W$ , измеренной косвенно, связанной с величинами-аргументами функциональными зависимостями:

1.  $W = 2XY^3 + 3Z^3(U + 1)$
2.  $W = Y^{-3} \ln X + Z^{-3} \ln(U^2 + 1)$
3.  $W = \ln(XY + ZU)$
4.  $W = \ln[X(Y + 2)^{-1} + (Z + 5)U^{-1}]$
5.  $W = \exp[X(X + Y) + Z(Z + U)]$
6.  $W = \exp(X + Y + Z + U)$
7.  $W = (X^2 + Y^2 + Z)(Y + Z^2 + U^2)$
8.  $W = (X + Y)(X + Z + U)^{-1}$
9.  $W = \frac{X + Y + 6}{Z + U - 3}$
10.  $W = \frac{(X + Y)^2}{X + Z + U}$
11.  $W = \ln \frac{X + Y}{(Z + U)^3}$
12.  $W = \cos X + YZ + \sin U$

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Промежуточная аттестация может включать в себя проверку теоретических вопросов, а также, при необходимости (в случае не выполнения в течение семестра), проверку выполнения установленного перечня лабораторных заданий, позволяющих оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и навыков.

Для оценки теоретических знаний используется перечень контрольно-измерительных материалов.

Каждый контрольно-измерительный материал для проведения промежуточной аттестации включает два задания - вопросов для контроля знаний, умений и владений в рамках оценки уровня сформированности компетенции. При оценивании используется количественная шкала. Критерии оценивания представлены в приведенной ниже таблице

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие содержательные показатели (формулируется с учетом конкретных требований дисциплины):

- 1) знание теоретических основ учебного материала, основных определений, понятий и используемой терминологии;

2) умение проводить обоснование и представление основных теоретических и практических результатов (теорем, алгоритмов, методик) с использованием математических выкладок, блок-схем, структурных схем и стандартных описаний к ним;

3) умение связывать теорию с практикой, иллюстрировать ответ примерами, в том числе, собственными, умение выявлять и анализировать основные закономерности, полученные, в том числе, в ходе выполнения лабораторно-практических заданий;

4) умение обосновывать свои суждения и профессиональную позицию по излагаемому вопросу;

5) владение навыками организации, планирования и обработки результатов экспериментов.

Различные комбинации перечисленных показателей определяют критерии оценивания результатов обучения (сформированности компетенций) на экзамене:

повышенный уровень сформированности компетенций;

базовый уровень сформированности компетенций;

пороговый уровень сформированности компетенций.

Для оценивания результатов обучения на государственном экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения на государственном экзамене представлено в следующей таблице.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности и компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков по приведенным критериям свободно оперирует понятийным аппаратом и приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не полностью соответствует одному из перечисленных выше показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. При этом обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач. При этом ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем	Пороговый уровень	Удовлетворительно

<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки. Не выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем.</p>	-	Неудовлетворительно
--	---	---------------------

**Пример контрольно-измерительного материала**

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой технологий обработки и защиты информации

А. А. Сирота  
. .2023

Направление подготовки / специальность 09.04.02 Информационные системы и технологии

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Методология экспериментальных исследований и испытаний

Форма обучения Очное

Вид контроля Экзамен

Вид аттестации Промежуточная

**Контрольно-измерительный материал № 1**

1. Роль и место экспериментальных исследований в процессе разработки, создания и эксплуатации технических систем
2. Оценивание погрешности косвенных измерений

Преподаватель В.Д. Попело

**Примерный перечень вопросов к экзамену**

№ п/п	Содержание
1	Роль и место экспериментальных исследований в процессе разработки, создания и эксплуатации технических систем
2	Задачи экспериментальных исследований. Классификация экспериментальных исследований
3	Особенности экспериментальных процедур измерения, контроля, испытаний, технической диагностики
4	Физическая величина. Понятие измерения
5	Шкала измерения. Типы шкал
6	Понятие метода измерения. Классификация измерений
7	Условия измерения. Нормальные, рабочие, предельные условия. Хранение, воспроизведение и передача единицы измеряемой величины
8	Понятия погрешности и точности измерения. Классификация погрешностей
9	Погрешность и неопределенность. Сравнительный анализ двух подходов к выражению точности измерений
10	Качество измерений: правильность, сходимость и воспроизводимость
11	Постановка задач оценивания результатов многократных измерений с позиций детерминистского подхода
12	Постановка задач оценивания результатов многократных измерений с позиций статистического подхода
13	Точечные и интервальные оценки результатов многократных прямых

	измерений. Представление результата в стандартном виде
14	Оценивание точности измерений в присутствии систематических погрешностей. Суммарная погрешность
15	Оценивание погрешностей косвенных измерений
16	Равноточные и неравноточные измерения. Вес. Объединение результатов измерений
17	Совокупные и совместные измерения. Применение метода наименьших квадратов
18	Сущность контроля, виды контроля
19	Виды и категории испытаний. Эффективность процесса испытаний
20	Оптимизация многоэтапных испытаний
21	Сущность и методы технической диагностики
22	Структура организационно-технической системы экспериментальных исследований и испытаний
23	Экспериментальные исследования с применением методов физического и математического моделирования
24	Подготовительный этап экспериментальных исследований. Программа и методика эксперимента
26	Проведение экспериментальных исследований. Воспроизведение и контроль условий эксперимента
27	Технические и программные средства. Выбор, метрологический контроль
28	Обработка результатов эксперимента. Типовые процедуры
29	Разработка итоговых документов (протокол, акт, отчет)
30	Стандарты в области измерений и испытаний

### Пример задания для выполнения лабораторной работы

#### Лабораторная работа № 5

#### «Определение погрешности косвенных измерений»

**Цель работы:** Определить границы доверительного интервала значения физической величины, измеренной косвенным методом, для заданного вида уравнения измерений и известных границ доверительных интервалов значений величин-аргументов, измеренных прямым методом.

**Форма контроля:** Письменный отчёт (допускается представление в электронном виде). Опрос в устной форме в соответствии с перечнем контрольных вопросов.

Количество отведённых аудиторных часов: 2

**Задание:** Получить у преподавателя вариант задания. Провести обработку полученных данных измерений и представить результат интервального оценивания. Составить отчёт о проделанной работе, в котором отразить следующие пункты:

1. ФИО исполнителя и номер группы.
2. Название и цель лабораторной работы.
3. Номер своего варианта.
4. Формулы, используемы для построения интервальной оценки значения величины, измеренной косвенно.
5. Результат обработки

#### Примеры контрольных вопросов:

1. Что такое доверительный интервал?
2. Каким образом на практике оценивают погрешность функции нескольких переменных?

### Варианты заданий:

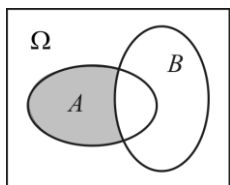
Даны доверительные интервалы для величин  $X, Y, Z, U$ , измеренных прямым методом, определить границы доверительного интервала для величины  $W$ , измеренной косвенно, связанной с величинами-аргументами функциональными зависимостями:

1.  $W = 2XY^3 + 3Z^3(U + 1)$
2.  $W = Y^{-3} \ln X + Z^{-3} \ln(U^2 + 1)$
3.  $W = \ln(XY + ZU)$
4.  $W = \ln[X(Y + 2)^{-1} + (Z + 5)U^{-1}]$
5.  $W = \exp[X(X + Y) + Z(Z + U)]$
6.  $W = \exp(X + Y + Z + U)$
7.  $W = (X^2 + Y^2 + Z)(Y + Z^2 + U^2)$
8.  $W = (X + Y)(X + Z + U)^{-1}$
9.  $W = \frac{X + Y + 6}{Z + U - 3}$
10.  $W = \frac{(X + Y)^2}{X + Z + U}$
11.  $W = \ln \frac{X + Y}{(Z + U)^3}$
12.  $W = \cos X + YZ + \sin U$

Приведённые ниже задания рекомендуется использовать при проведении диагностических работ для оценки остаточных знаний по дисциплине.

#### Вопросы с выбором

1. Какому действию над событиями  $A$  и  $B$  соответствует диаграмма Венна следующего вида?



- a)  $A \cup B$
- б)  $A \cap B$
- в)  $A \setminus B$

2. Как формулируется правило двойственности (теорема де Моргана) для случая двух событий  $A$  и  $B$ ?

- a)  $\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B}; \overline{A \cap B} = \overline{A} \cup \overline{B}$
- б)  $\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B}; \overline{A \cap B} = \overline{A} \cup \overline{B}$
- в)  $\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B}; \overline{A \cap B} = \overline{A} \cup \overline{B}$

3. Чему равна вероятность суммы совместных событий  $A$  и  $B$ ?

- a)  $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$
- б)  $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$
- в)  $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \setminus B)$

4. Какой из двусторонних законов распределения случайной величины обладает максимальной энтропией, если существуют все прямые начальные моменты?

- a) Лапласа;
- б) Гаусса;
- в) равномерный

5. Какой из двусторонних законов распределения случайной величины обладает максимальной энтропией, если существуют только первые два прямые начальные моменты?

- a) Лапласа;

- б) Гаусса;  
 в) равномерный
6. Какой из двусторонних законов распределения случайной величины обладает максимальной энтропией, если существует единственный первый прямой начальный момент?  
 а) Лапласа;  
 б) Гаусса;  
 в) равномерный
7. Обязательно ли применение технических средств при проведении измерений?  
 а) не обязательно;  
 б) не обязательно, но желательно;  
 в) обязательно.
8. Что такое «значение физической величины»?  
 а) количественное содержание свойства в каждом объекте  
 б) выражение размера в виде некоторого числа принятых для этой величины единиц измерения;  
 в) число, выражающее отношение значения величины к соответствующей единице измерения;  
 г) число, символически отражающее интенсивность некоторого свойства.
9. Какая из физических величин не входит в перечень основных величин системы СИ?  
 а) количество вещества;  
 б) радиан;  
 в) сила электрического тока;  
 г) сила света;  
 д) температура
10. Какая из перечисленных шкал не является метрической?  
 а) шкала отношений;  
 б) шкала интервалов;  
 в) ординальная шкала;  
 г) абсолютная шкала
11. Каков вид связи размерности производной величины (X) и размерностей основных величин (L, M, T,...)?  
 а)  $X = \alpha L + \beta M + \gamma T + \dots$   
 б)  $X = L^\alpha M^\beta T^\gamma \dots$
12. Какое высказывание о соотношениях трех шкал (порядковой, разностей, отношений) является истинным?  
 а) шкалы принципиально несопоставимы;  
 б) шкала разностей является шкалой отношений;  
 в) шкала отношений является шкалой разностей и порядковой шкалой;  
 г) порядковая шкала является шкалой разностей, но не является шкалой отношений
13. Что такое принцип измерения?  
 а) физическое явление или эффект, положенное в основу измерения;  
 б) прием или совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей;  
 в) совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов с известной погрешностью.
14. Что такое метод измерения?  
 а) прием или совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей;  
 б) совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов с известной погрешностью.
15. Что такое совокупные измерения?  
 а) проводимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при котором искомые значения величин определяют путем решения системы уравнений, получаемых при измерениях этих величин в различных сочетаниях;  
 б) производимые одновременно измерения нескольких неоднородных величин для нахождения зависимости между ними.
16. В чем заключается особенность метода замещения?  
 а) это метод, в котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой;

- б) это метод, в котором измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, одновременно воздействуют на прибор сравнения, с помощью которого устанавливаются соотношения между этими величинами;
- в) это метод, в котором на измерительный прибор воздействует разность измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой;
- г) это метод, в котором измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой;
- д) это метод, в котором разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, измеряют, используя совпадения отметок шкал или периодических сигналов.
17. К какой группе погрешностей относятся погрешности округления при регистрации показания измерительного прибора?
- а) систематических погрешностей;
- б) случайных погрешностей;
- в) субъективных погрешностей
18. Что такое правильность измерений?
- а) свойство измерений, проводимых в стабильных условиях исправными средствами измерений;
- б) близость нулю систематических погрешностей измерений;
- в) близость друг другу результатов измерений выполненных повторно в одинаковых условиях.
19. Какое из перечисленных понятий сохраняется в концепции представления результатов измерений, сформулированной в документе «Руководство для выражения неопределенности в измерении» (Guide to the expression of uncertainty in measurement, ISO/TAG –WG3, Geneva, June 1992)?
- а) истинное значение измеряемой величины;
- б) точность измерения;
- в) погрешность измерения;
- г) дисперсия результата измерения
20. Каким обязательным свойством должна обладать функция, отражающая измерительное преобразование?
- а) линейностью;
- б) дифференцируемостью;
- в) монотонностью
21. Как называется диапазон значений внешних факторов, влияющих на функционирование измерительного прибора, когда помимо основной погрешности измерений необходимо учитывать дополнительную погрешность?
- а) нормальные условия измерений;
- б) рабочие условия измерений;
- в) граничные условия измерений
22. Как называют соотношение  $v = 1 + 3,322 \lg n$ , применяемое для определения количества интервалов ( $v$ ) для подсчета частоты в вариационном ряду из  $n$  результатов измерений?
- а) формулой Скотта;
- б) формулой Фридмана-Диакониса;
- в) формулой Стерджесса.
23. При каких условиях эмпирический закон распределения неограниченно приближается к теоретическому?
- а) всегда;
- б) никогда;
- в) при неограниченном увеличении объема выборки;
- г) при неограниченном уменьшении ширины интервала разбиения вариационного ряда;
- д) при одновременном неограниченном увеличении объема выборки и уменьшении ширины интервала разбиения вариационного ряда.
24. Каким свойством должна обладать эффективная оценка?
- а) оценка, которая сходится по вероятности к оцениваемому значению при  $n \rightarrow \infty$ ;
- б) оценка, математическое ожидание которой должно быть равно оцениваемому значению;
- в) оценка, выборочное распределение которой должно иметь наименьшую дисперсию.



25. Какой вид имеет функция правдоподобия выборки  $\{x_i\}_1^n$  конечного объема ( $i = \overline{1, n}$ ), если параметрическое распределение генеральной совокупности соответствует закону Лапласа?

а)  $L = (1 / \sqrt{2\pi\sigma^2})^n e^{-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (x_i - a)^2}$  ;

б)  $L = (1 / \sqrt{2\pi x_i^2 \sigma^2})^n e^{-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (\ln x_i - \ln \bar{x})^2}$  ;

в)  $L = (\alpha / 2)^n e^{-\alpha \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}$  .

26. Можно ли при фиксированном количестве измерений повысить достоверность получаемого результата?

а) нет;

б) да, путем расширения доверительного интервала.

27. При каком числе опытов (n) границы доверительного интервала для заданной доверительной вероятности будет определять соответствующий квантиль нормального распределения?

а) более 3;

б) более 30;

в) любом

28. Если в процессе округления результата измерения, представленного в виде десятичной дроби, первая из отбрасываемых цифр равна 5, то какому правилу надо следовать при определении последней значащей цифры?

а) оставить неизменной;

б) увеличить на единицу;

в) оставить неизменной четную цифру, увеличить на единицу нечетную

29. Какая из форм записи интервальной оценки является стандартной?

а)  $X = (5281,12 \pm 5,4) \text{ м}$  ;

б)  $X = (5,28112 \pm 0,0054) \cdot 10^3 \text{ м}$

в)  $X = (5,281 \pm 0,005) \cdot 10^3 \text{ м}$  ;

30. В сколько раз одна энергетическая величина X больше другой Y, если в логарифмической шкале их отношение равно 5 дБ?

а)  $X/Y = 1,122$

б)  $X/Y = 1,778$

в)  $X/Y = 3,162$

г)  $X/Y = 10$

31. Относительная дисперсия погрешности мультипликативной функции равна

а) сумме дисперсий относительных погрешностей сомножителей;

б) сумме дисперсий относительных погрешностей сомножителей с весами равными квадрату показателя степени соответствующего аргумента;

в) сумме дисперсий абсолютных погрешностей сомножителей;

32. Когда при определении дисперсии аддитивной функции складываются частные невзвешенные составляющие дисперсий слагаемых?

а) всегда;

б) в отсутствие отрицательных членов в аддитивной функции;

в) в условиях равенства единице модулей коэффициентов в слагаемых аддитивной функции.

33. Существуют ли возможность уменьшения погрешности косвенных измерений по сравнению со случаем независимых измерений величин-аргументов?

а) нет;

б) да, если измерения коррелированы, а коэффициенты корреляции имеют отрицательные значения;

в) да, если измерения коррелированы, а коэффициенты корреляции имеют положительные значения

34. Как связан вес результатов неравноточных измерений с их дисперсией?

а) вес не связан с дисперсией;

б) вес пропорционален дисперсии;  
в) вес обратно пропорционален дисперсии;  
г) зависимость существует, но она различная для разных ситуаций

35. Имеет ли вес неравноточных измерений произвольной физической величины размерность?

а) да;  
б) нет;  
в) нет, только в случае измерения безразмерных величин

36. Какой из двух типов задач обработки результатов совместных измерений нескольких величин представляет собой задачу уравнивания?

а) уточнение (путем введения поправок) значений полученных результатов измерений нескольких величин при сохранении неизменным вида функциональной зависимости между ними;

б) уточнения вида функциональной зависимости  $\varphi(y, x_1, \dots, x_m) = 0$  (значений параметров функциональной зависимости для известного класса функций) по известным значениям величин  $y, x_1, \dots, x_m$ ;

37. Какое ограничение накладывают на число  $n$  условных уравнений для успешного решения задачи совместного измерения  $k$  неизвестных величин?

а)  $n \geq k$  ;  
б)  $n < k$  ;

38. Преобразование задачи совместных неравноточных измерений нескольких величин к равноточному виду осуществляется путем умножения каждого из  $n$  условных уравнений на коэффициент  $w_i$ , связанный с весом измерений  $g_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ). Какой вид имеет функциональная зависимость  $w_i = f(g_i)$  ?

а)  $w_i = g_i^2$  ;  
б)  $w_i = g_i$  ;  
в)  $w_i = \sqrt{g_i}$  ;  
г)  $w_i = \sqrt[4]{g_i}$  .

39. Какой вид имеют выравнивающие функции  $F_1 = \varphi(x, y)$  и  $F_2 = \psi(x, y)$  для линеаризации зависимости  $y = ae^{bx}$  ?

а)  $F_1 = \lg x$  ,  $F_2 = \lg y$  ;  
б)  $F_1 = x$  ,  $F_2 = \ln y$  ;  
в)  $F_1 = x^{-1}$  ,  $F_2 = y^{-1}$

40. Может ли оценка значения физической величины, построенная по результатам многократных измерений превысить максимальное значение из полученных отсчетов?

а) всегда превышает;  
б) может иногда превысить;  
г) никогда не превышает

41. Какое из приведенных ниже выражений отражает алгоритм формирования оценки в виде среднего по Колмогорову?

а)  $\tilde{x} = f^{-1} \left[ \sum_{i=1}^n g_i f(x_i) \right]$  ;  
б)  $\tilde{x} = f^{-1} \left[ \sum_{i=1}^n \frac{f(x_i)}{n} \right]$  ;  
в)  $\tilde{x} = \left( \sum_{i=1}^n g_i x_i^k \right)^{1/k}$

42. Какое из приведенных ниже соотношений ложное?

а)  $\left( \sum_{i=1}^n g_i x_i \right) > \left( \sum_{i=1}^n g_i x_i^{-1} \right)^{-1}$

$$\text{б) } \left( \sum_{i=1}^n g_i x_i \right) < \left( \sum_{i=1}^n g_i x_i^2 \right)^2$$

$$\text{в) } \left( \sum_{i=1}^n g_i x_i \right) < \prod_{i=1}^n x_i^{g_i}$$

43. Когда марковская оценка, сформированная по результатам многократных измерений, совпадает с невзвешенным средним арифметическим?

- а) никогда не совпадает;
- б) для неравноточных независимых измерений;
- в) для неравноточных коррелированных измерений;
- г) для равноточных независимых измерений;
- д) для неравноточных коррелированных измерений

44. Какая из перечисленных оценок является линейной?

- а) среднее гармоническое;
- б) среднее геометрическое;
- в) среднее арифметическое;
- г) среднее квадратическое;
- д) среднее контргармоническое;

45. Какая из перечисленных оценок является квазилинейной?

- а) среднее гармоническое;
- б) среднее геометрическое;
- в) среднее арифметическое;
- г) среднее квадратическое;
- д) среднее контргармоническое

46. Можно ли утверждать, что среднее гармоническое  $\tilde{x} = n \left( \sum_{i=1}^n x_i^{-1} \right)^{-1}$  является

квазилинейной оценкой?

- а) да;
- б) нет

47. Какой вид критерия  $R(\tilde{x}, x_1, \dots, x_n)$  из представленных ниже приводит к робастной оценке?

$$\text{а) } R = \sum_{i=1}^n |x_i - \tilde{x}|;$$

$$\text{б) } R = \sum_{i=1}^n (x_i^{-1} - \tilde{x}^{-1})^2;$$

$$\text{в) } R = \sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{x})^2;$$

$$\text{г) } R = \sum_{i=1}^n (\ln x_i - \ln \tilde{x})^2;$$

48. Как формируется оценка, минимизирующая взвешенный модульный критерий, в отсутствие среди прочих результата с превалирующим весом?

- а) оценка совпадает с выборочной медианой;
- б) оценка совпадает с серединой размаха выборочного ряда;
- в) оценка совпадает с частным результатом с максимальным весом

49. К какому типу критериев относится  $R(\tilde{x}, x_1, x_2, x_3) = (x_1 - \tilde{x})^2 + (x_2 - \tilde{x})^2 + |x_3 - \tilde{x}|$ ?

- а) к типу составных критериев;
- б) к типу комбинированных критериев

50. Как соотносятся по величине три различные оценки в виде среднего геометрического  $\tilde{x}_G$ , среднего арифметического  $\tilde{x}_A$  и среднего квадратического  $\tilde{x}_Q$ ?

- а)  $\tilde{x}_G \equiv \tilde{x}_A \equiv \tilde{x}_Q$ ;
- б)  $\tilde{x}_G > \tilde{x}_A > \tilde{x}_Q$ ;
- в)  $\tilde{x}_G < \tilde{x}_A < \tilde{x}_Q$ ;
- г)  $\tilde{x}_G < \tilde{x}_A > \tilde{x}_Q$ ;

д) соотношения между  $\tilde{x}_G$ ,  $\tilde{x}_A$  и  $\tilde{x}_Q$  различны в зависимости от результатов измерений.

51. Для какой тройки средних из множества, включающего средние гармоническое ( $\tilde{x}_H$ ), арифметическое ( $\tilde{x}_A$ ), геометрическое ( $\tilde{x}_G$ ), квадратическое ( $\tilde{x}_Q$ ) и контргармоническое ( $\tilde{x}_C$ ), построенных по результатам трех измерений, уравнение связи имеет вид

$$x^3 - 3ax^2 + 3(c^3/b)x - c^3 = 0 ?$$

а)  $a, b, c \rightarrow \tilde{x}_Q, \tilde{x}_H, \tilde{x}_G$ ;

б)  $a, b, c \rightarrow \tilde{x}_A, \tilde{x}_C, \tilde{x}_G$ ;

в)  $a, b, c \rightarrow \tilde{x}_Q, \tilde{x}_C, \tilde{x}_G$ ;

г)  $a, b, c \rightarrow \tilde{x}_A, \tilde{x}_H, \tilde{x}_G$ ;

д)  $a, b, c \rightarrow \tilde{x}_Q, \tilde{x}_A, \tilde{x}_G$

52. В какой последовательности можно расположить типы технического эксперимента по мере усложнения?

а) испытания  $\rightarrow$  контроль  $\rightarrow$  измерения

б) контроль  $\rightarrow$  испытания  $\rightarrow$  измерения

в) измерения  $\rightarrow$  контроль  $\rightarrow$  испытания

г) измерения  $\rightarrow$  испытания  $\rightarrow$  контроль

д) контроль  $\rightarrow$  измерения  $\rightarrow$  испытания

е) испытания  $\rightarrow$  измерения  $\rightarrow$  контроль

53. Если в процессе экспериментальной проверки удастся установить причину появления тех или иных отклонений значений параметров объекта от нормы, то какой тип контроля осуществляют?

а) пассивный;

б) активный

54. Необходимы технические средства для осуществления органолептического контроля?

а) да;

б) нет

55. Какой из видов испытаний не относится к классификационной группе испытаний объектов по продолжительности воздействия и значениям воздействующих нагрузок?

а) нормальные;

б) периодические;

в) ускоренные;

г) форсированные;

д) сокращенные

56. Как называется процесс определения технического состояния неработоспособного объекта с поиском и указанием места, вида и причин возникновения дефекта, вызвавшего отказ?

а) контроль работоспособности;

б) определительные испытания;

в) диагностирование

57. Кто осуществляет сертификационные испытания?

а) разработчик;

б) заказчик;

в) третья сторона – орган по сертификации.

58. Какую связь устанавливает Теорема Букенгема между  $m$  физическими величинами, для описания которых используется  $h$  основных единиц, и числом  $q$  безразмерных комбинаций этих величин?

а)  $q = \sqrt{n - h}$ ;

б)  $q = n - h$ ;

в)  $q = n - h/2$ ;

г)  $q = (n - h)/2$ .

59. Какой метод обеспечивает путем анализа размерностей последовательное получение безразмерных комплексов величин – критериев подобия?

а) метод Рейля;

- б) метод Букингема;
- в) метод Ипсена;
- г) метод Барра.

60. Необходимым и достаточным условием подобия двух объектов является

- а) равенство определяющих критериев подобия;
- б) равенство определяющих критериев подобия и пропорциональность сходственных параметров, входящих в условия однозначности

### Вопросы с коротким ответом

- 61. Какие основные обобщенные признаки используют для классификации экспериментов?
- 62. Какие основные группы факторов, воздействуют на объект в процессе экспериментальных исследований?
- 63. Дайте определение понятия «физическая величина»
- 64. Дайте определение понятия «измерения», согласно документу «Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29-99 Метрология. Основные термины и определения».
- 65. Что такое измерительный преобразователь?
- 66. Какие математические преобразования допустимы для результатов измерений, полученных в шкале интервалов?
- 67. Как классифицируют измерения по способу получения результата?
- 68. Запишите аналитическое выражение для плотности вероятности  $p(x)$  случайной величины  $x$ , распределенной по нормальному закону. Какими основными свойствами обладает это распределение применительно к результатам измерений?
- 69. Какова природа и причины возникновения инструментальной погрешности?
- 70. Какое свойство результатов измерений называют воспроизводимостью?
- 71. Запишите аналитическое выражение для оценки среднеквадратической погрешности косвенных измерений величины  $h = f(z_1, z_2, \dots, z_n)$  для случая, когда  $\Delta z_i \ll z_i$  и измерения  $z_i$  независимы,  $i = 1, n$ .
- 72. В чем заключается сущность детерминистского подхода к оцениванию результатов многократных измерений физической величины?
- 73. Как формируется чебышевская (минимаксная) оценка по выборке конечного объема? Каким свойством она обладает?
- 74. На какие группы классифицируют испытаний по их виду?
- 75. Сформулируйте принцип однородности Фурье.

### Вопросы с развернутым ответом

76. Охарактеризуйте роль и место экспериментальных исследований и испытаний в процессе разработки, создания и эксплуатации технических систем. Сравните объем и содержание экспериментальных исследований на различных этапах жизненного цикла.

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит определение жизненного цикла технического объекта, дает развернутую характеристику содержания и целей экспериментальных исследований на каждом из этапов жизненного цикла.	Отлично (90-100 баллов)
Обучающийся приводит определение жизненного цикла технического объекта, дает в целом правильную характеристику содержания и целей экспериментальных исследований на каждом из этапов жизненного цикла.	Хорошо (70-80 баллов)
Обучающийся демонстрирует частичное понимание существа процессов, составляющих жизненный цикл технического объекта, дает в основном правильную характеристику содержания и целей экспериментальных исследований на отдельных этапах жизненного цикла.	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Ответы на вопрос неполные или содержат грубые ошибки.	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

77. Сформулируйте понятие «средство измерения». Приведите классификацию основных типов средств измерения. Дайте краткую характеристику средств измерений основных типов.

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит правильное и развернутое определение понятия «средство измерения». Дает детальную классификацию средств измерения по различным классификационным признакам. Знает назначение и способы применения средств измерения основных групп.	Отлично (90-100 баллов)
Обучающийся приводит в целом правильное определение понятия «средство измерения». Дает классификацию средств измерения по признаку назначения. Знает способы применения средств измерения основных групп.	Хорошо (70-80 баллов)
Обучающийся приводит интуитивно верное определение понятия «средство измерения». Дает характеристику важнейших средств измерения.	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Ответы на вопрос неполные или содержат грубые ошибки.	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

78. Сформулируйте понятие шкалы измерений. Приведите классификацию основных видов шкал. Охарактеризуйте каждый из видов шкал, их отличия и границы применимости. Приведите примеры шкал, используемых при измерениях различных физических величин

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит определение понятия шкалы, безошибочное описание шкал наименований, порядковой (ранговой), разностей, отношений и абсолютной, перечисляет группы математических операций над объектами в каждой из шкал. Приводит корректные примеры шкал, используемых при измерениях различных физических величин	Отлично (90-100 баллов)
Обучающийся приводит определение понятия шкалы, достаточно развернутое описание основных типов шкал и математических операций над объектами в каждой из шкал. Приводит корректные примеры шкал различных физических величин. В описании допускаются незначительные неточности.	Хорошо (70-80 баллов)
Обучающийся недостаточно корректно формулирует понятие шкалы, описание основных типов шкал дает недостаточно развернутое, затрудняется в определении математических операций над объектами в некоторых шкалах. Приводит примеры шкал различных физических величин. В описании допускаются неточности.	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Ответы на вопрос неполные или содержат грубые ошибки.	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

79. Сформулируйте понятие погрешности измерений. Определите основные классы погрешностей. Дайте определение понятий правильность, сходимость и воспроизводимость результатов измерений.

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся свободно владеет понятием погрешности измерений, знает корректную формулировку. Умеет классифицировать погрешности по причинам возникновения, закономерностям проявления, форме представления. Дает определения понятий правильность, сходимость и воспроизводимость результатов измерений в соответствие с нормативными документами.	Отлично (90-100 баллов)
Обучающийся владеет понятием погрешности измерений.	Хорошо (70-80 баллов)

Умеет классифицировать погрешности по причинам возникновения, закономерностям проявления, форме представления. В описании допускаются незначительные неточности. Дает определения понятий правильность, сходимость и воспроизводимость результатов измерений близкие по смыслу с сформулированными в нормативных документах.	
Обучающийся владеет понятием погрешности измерений, но допускает ошибки в классификации погрешности. Понимает содержание понятий правильность, сходимость и воспроизводимость, но приводит неточные или неполные формулировки.	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Обучающийся плохо владеет понятием погрешности измерений, допускает существенные ошибки в классификации погрешности. Не знает или допускает грубые ошибки в определении понятий правильность, сходимость и воспроизводимость результатов измерений	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

80. Охарактеризуйте сущность статистического подхода к оцениванию результатов измерений. Опишите последовательность и содержание процедур формирования эмпирического закона распределения результатов измерений на основе обработки экспериментальных данных.

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся развернуто и детально характеризует сущность статистического подхода к оцениванию результатов измерений. Правильно отражает последовательность и содержание процедур формирования эмпирического закона распределения результатов измерений на основе обработки экспериментальных данных.	Отлично (90-100 баллов)
Обучающийся в целом правильно характеризует сущность статистического подхода к оцениванию результатов измерений. Последовательность и содержание процедур формирования эмпирического закона распределения результатов измерений на основе обработки экспериментальных данных отражает с ошибками не критического характера.	Хорошо (70-80 баллов)
Обучающийся поверхностно и неполно характеризует сущность статистического подхода к оцениванию результатов измерений. Последовательность и содержание процедур формирования эмпирического закона распределения результатов измерений на основе обработки экспериментальных данных отражает с излагает с заметными неточностями	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Обучающийся не понимает сущность статистического подхода к оцениванию результатов измерений. Последовательность и содержание процедур формирования эмпирического закона распределения результатов измерений на основе обработки экспериментальных данных отражает неправильно или с излагает с существенными (критическими) неточностями	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

81. Опишите последовательность и содержание процедур формирования интервальных оценок значений физических величин по данным многократных измерений, сформулируйте правила округления и представления результатов измерения в стандартной форме

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит развернутое и безошибочное описание последовательности и содержания процедур	Отлично (90-100 баллов)

формирования интервальных оценок значений физических величин по данным многократных измерений, а также стандартной формы представления результата измерений. Свободно владеет терминологией в данной области.	
Обучающийся приводит достаточно развернутое и не содержащее критических ошибок описание последовательности и содержания процедур формирования интервальных оценок значений физических величин по данным многократных измерений, а также стандартной формы представления результата измерений. Допускаются незначительные неточности.	Хорошо (70-80 баллов)
Обучающийся не содержит критических ошибок описание последовательности и содержания процедур формирования интервальных оценок значений физических величин по данным многократных измерений, а также стандартной формы представления результата измерений. Содержатся ошибки некритического характера.	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Обучающийся не знает последовательности и содержания процедур формирования интервальных оценок значений физических величин по данным многократных измерений, а также стандартной формы представления результата измерений. Допускаются ошибки критического характера.	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

82. Охарактеризуйте особенности и различия равноточных и неравноточных измерений. Что такое вес измерений? Как осуществляют нормировку весов? Как вес связан с параметрами точности измерений? Какова процедура объединения результатов неравноточных измерений?

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит правильные определения равноточных и неравноточных измерений. Понимает их связь и различие. Владеет понятием «вес» и знает правило нормировки весов. Знает связь веса измерения с параметрами его точности - дисперсией или среднеквадратическим отклонением. Приводит последовательный вывод соотношения для оценки погрешности совокупного среднего.	Отлично (90-100 баллов)
Обучающийся приводит в целом правильные определения равноточных и неравноточных измерений. Понимает их связь и различие. Владеет понятием «вес» и знает правило нормировки весов. Знает связь веса измерения с параметрами его точности - дисперсией или среднеквадратическим отклонением. Приводит вывод соотношения для оценки погрешности совокупного среднего с ошибками некритического характера.	Хорошо (70-80 баллов)
Обучающийся понимает связь и различие равноточных и неравноточных измерений, но затрудняется с формулировкой их точных определений. В процессе вывода соотношения для оценки погрешности совокупного среднего с допускает существенные ошибки, но понимает физический смысл этого соотношения.	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Обучающийся не понимает особенностей равноточных и неравноточных измерений. Не знает правила для оценки погрешности совокупного среднего.	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

83. Опишите схему применения метода наименьших квадратов при обработке совместных измерений

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит развернутое и безошибочное	Отлично (90-100 баллов)



описание сущности и последовательности операций обработки результатов совместных измерений нескольких физических величин с использованием метода наименьших квадратов. Приводит корректный пример такой обработки для случая одновременного измерения не менее трех параметров (физических величин).	
В описании сущности и последовательности операций обработки результатов совместных измерений нескольких физических величин с использованием метода наименьших квадратов допускаются незначительные неточности. Приводит пример такой обработки с неточностями некритического характера.	Хорошо (70-80 баллов)
В целом верно отражает сущность и последовательность операций обработки результатов совместных измерений нескольких физических величин с использованием метода наименьших квадратов. В примере такой обработки допускает заметные неточности.	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Описании сущности и последовательности операций обработки результатов совместных измерений нескольких физических величин с использованием метода наименьших квадратов неполно или неточно. Пример отсутствует.	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

84. Опишите последовательность и содержание процедур применения метода максимального правдоподобия для восстановления линейной зависимости двух величин по результатам их измерений?

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере демонстрирует знание последовательности и содержания процедур применения метода максимального правдоподобия для восстановления линейной зависимости двух величин по результатам их измерений	Отлично (90-100 баллов)
Обучающийся демонстрирует знание в целом последовательности и содержания процедур применения метода максимального правдоподобия для восстановления линейной зависимости двух величин по результатам их измерений в полной мере	Хорошо (70-80 баллов)
Обучающийся демонстрирует знание базовых процедур применения метода максимального правдоподобия для восстановления линейной зависимости двух величин по результатам их измерений в полной мере	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Обучающийся не владеет знанием последовательности и содержания процедур применения метода максимального правдоподобия для восстановления линейной зависимости двух величин по результатам их измерений	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

85. Опишите последовательность и содержание процедур совместной обработки неравноточных измерений нескольких величин, связанных линейной зависимостью.

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит развернутое и безошибочное описание сущности и последовательности операций обработки результатов совместных неравноточных измерений нескольких физических величин с использованием метода наименьших квадратов. Знает правило учета влияния весов отдельных условных уравнений. Приводит корректный пример такой обработки для случая одновременного измерения не менее трех параметров (физических величин).	Отлично (90-100 баллов)
В описании сущности и последовательности операций	Хорошо (70-80 баллов)

обработки результатов совместных неравноточных измерений нескольких физических величин с использованием метода наименьших квадратов допускаются незначительные неточности. Приводит пример такой обработки с неточностями некритического характера.	
В целом верно отражает сущность и последовательность операций обработки результатов неравноточных совместных измерений нескольких физических величин с использованием метода наименьших квадратов. В примере такой обработки допускает заметные неточности.	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Описании сущности и последовательности операций обработки результатов совместных неравноточных измерений нескольких физических величин с использованием метода наименьших квадратов неполно или неточно. Пример отсутствует.	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

86. Опишите последовательность и содержание процедур формирования по результатам многократных измерений однородных оценок путем минимизации квадратичного критерия

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся дает правильное определение понятия «однородная оценка». Приводит формализованную запись условия однородности оценки. Знает вид общего критерия, минимизация которого приводит к группе однородных оценок. Демонстрирует последовательность операций по формированию алгоритма построения однородных оценок общего вида. Приводит примеры однородных оценок наиболее часто используемых в практике.	Отлично (90-100 баллов)
Обучающийся дает в целом правильное определение понятия «однородная оценка». Знает вид частных критериев, минимизация которых приводит к основным однородным оценкам. Приводит примеры однородных оценок.	Хорошо (70-80 баллов)
Обучающийся затрудняется с правильным определением понятия «однородная оценка», но знает вид основных частных критериев, минимизация которых приводит к однородным оценкам	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Обучающийся не знает определения понятия «однородная оценка», не владеет алгоритмами их формирования	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

87. Опишите последовательность и содержание процедур формирования по результатам многократных измерений робастных оценок путем минимизации модульного и минимаксного критериев?

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует знание формулировок оптимизационных задач, приводящих к минимаксной оценке и оценке в виде выборочной медианы. Понимает различие алгоритмов формирования модульных оценок в случае четного и нечетного числа измерений в выборке, при одинаковых и различных весах отдельных измерений. Понимает физический смысл робастных оценок, природу и границы их устойчивости.	Отлично (90-100 баллов)
Обучающийся знает вид критериев, минимизация которых приводит к минимаксной и модульной оценкам. В целом правильно понимает физический смысл робастных оценок, природу и границы их устойчивости.	Хорошо (70-80 баллов)
Обучающийся затрудняется в постановке и решении оптимизационных задач, но знает конечные выражения для формирования минимаксной и модульной оценке. Знает общие правила формирования таких оценок, но затрудняется	Удовлетворительно (50-70 баллов)

в некоторых важных частных случаях.	
Обучающийся не знает алгоритмов (правил) формирования модульной и минимаксной оценок, не понимает их физических смысл.	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

88. Сформулируйте понятия линейной и квазилинейной оценок. Приведите примеры и охарактеризуйте особенности наиболее часто используемых оценок данных классов

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит безошибочные определения линейных и квазилинейных оценок, знает основные группы таких оценок. Приводит примеры линейных и квазилинейных оценок. Демонстрирует понимание сходства, различия и взаимосвязи подобных оценок, относящихся к различным группам.	Отлично (90-100 баллов)
Обучающийся приводит в целом правильные определения линейных и квазилинейных оценок. Приводит примеры типовых линейных и квазилинейных оценок. Демонстрирует достаточное понимание сходства, различия и взаимосвязи подобных оценок, относящихся к различным группам.	Хорошо (70-80 баллов)
Обучающийся приводит частично правильные определения линейных и квазилинейных оценок. Приводит отдельные примеры линейных и квазилинейных оценок. Демонстрирует понимание базовых аспектов сходства, различия таких оценок.	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Обучающийся не приводит определения линейных и квазилинейных оценок. Затрудняется в формулировании примеров линейных и квазилинейных оценок. Не знает или понимает базовых аспектов сходства, различия таких оценок.	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

89. Опишите последовательность и содержание процедур формирования критериев подобия путем обработки размерностей методом Букингема?

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит развернутое и безошибочное описание процедур формирования критериев подобия методом Букингема. Демонстрирует полное понимание содержания и взаимосвязи этих процедур на выбранном примере.	Отлично (90-100 баллов)
Обучающийся приводит достаточно развернутое и в целом точное описание процедур формирования критериев подобия путем обработки размерностей методом Букингема. Демонстрирует достаточное понимание содержания и взаимосвязи этих процедур на выбранном примере.	Хорошо (70-80 баллов)
Обучающийся приводит недостаточно развернутое и включающее некритические ошибки описание процедур формирования критериев подобия методом Букингема. Демонстрирует схематическое и поверхностное понимание содержания и взаимосвязи этих процедур на выбранном примере.	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Обучающийся приводит содержащее критические ошибки описание процедур формирования критериев подобия путем обработки размерностей. Не знает метода Букингема.	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

90. Сформулируйте цели и сопоставьте структуры трех основных типов технического эксперимента: измерения, контроля и испытания.

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит развернутое и безошибочное описание целей и структуры трех основных типов технического эксперимента: измерения, контроля и	Отлично (90-100 баллов)

испытания. Демонстрирует понимание взаимосвязи этих типов технического эксперимента.	
Обучающийся приводит достаточно развернутое и безошибочное описание целей и структуры трех основных типов технического эксперимента: измерения, контроля и испытания, в целом понимает взаимосвязь этих типов технического эксперимента.	Хорошо (70-80 баллов)
Обучающийся приводит недостаточно развернутое и включающее некритические ошибки описание целей и структуры трех основных типов технического эксперимента: измерения, контроля и испытания. Демонстрирует схематическое понимание взаимосвязи этих типов технического эксперимента.	Удовлетворительно (50-70 баллов)
Обучающийся приводит содержащее критические ошибки описание целей и структуры трех основных типов технического эксперимента. Демонстрирует отсутствие понимание взаимосвязи этих типов технического эксперимента.	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Промежуточная аттестация может включать в себя проверку теоретических вопросов, а также, при необходимости (в случае не выполнения в течение семестра), проверку выполнения установленного перечня лабораторных заданий, позволяющих оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и навыков.

Для оценки теоретических знаний используется перечень контрольно-измерительных материалов.

Каждый контрольно-измерительный материал для проведения промежуточной аттестации включает два задания - вопросов для контроля знаний, умений и владений в рамках оценки уровня сформированности компетенции. При оценивании используется количественная шкала. Критерии оценивания представлены в приведенной ниже таблице

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие содержательные показатели (формулируется с учетом конкретных требований дисциплины):

- 1) знание теоретических основ учебного материала, основных определений, понятий и используемой терминологии;
- 2) умение проводить обоснование и представление основных теоретических и практических результатов (теорем, алгоритмов, методик) с использованием математических выкладок, блок-схем, структурных схем и стандартных описаний к ним;
- 3) умение связывать теорию с практикой, иллюстрировать ответ примерами, в том числе, собственными, умение выявлять и анализировать основные закономерности, полученные, в том числе, в ходе выполнения лабораторно-практических заданий;
- 4) умение обосновывать свои суждения и профессиональную позицию по излагаемому вопросу;
- 5) владение навыками организации, планирования и обработки результатов экспериментов.

Различные комбинации перечисленных показателей определяют критерии оценивания результатов обучения (сформированности компетенций) на экзамене:

повышенный уровень сформированности компетенций;  
 базовый уровень сформированности компетенций;  
 пороговый уровень сформированности компетенций.

Для оценивания результатов обучения на государственном экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения на государственном экзамене представлено в следующей таблице.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности и компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков по приведенным критериям свободно оперирует понятийным аппаратом и приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не полностью соответствует одному из перечисленных выше показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. При этом обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач. При этом ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки. Не выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем.	-	Неудовлетворительно