

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Карагандинский государственный технический университет

**«Утверждаю»**  
**Проректор по ИиУМР, ПРК**  
**Исагулов А.З.**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
ДИСЦИПЛИНЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ**

Дисциплина ОТИ 2209 «Общая теория измерений»

Модуль ОТИ 20 «Общая теория измерений»

Специальность 5В073200 «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)»

Институт Машиностроения

Кафедра «Технология машиностроения»

## Предисловие

Учебно-методический комплекс дисциплины преподавателя разработан: д.т.н., профессором Жетесовой Г.С., старшим преподавателем Гейдан И.А., старшим преподавателем Бийжановым С.К., преподавателем Карсаковой Н.Ж.

Обсужден на заседании кафедры «Технология машиностроения»  
Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Одобен учебно-методическим советом Института машиностроения  
Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1 Рабочая учебная программа	4
2 График выполнения и сдачи заданий по дисциплине	11
3 Конспект лекций	11
4 Методические указания для выполнения практических (семинарских) занятий	25
5 Тематический план самостоятельной работы студента с преподавателем	35
6 Материалы для контроля знаний студентов в период рубежного контроля и итоговой аттестации	36

## 1 Рабочая учебная программа

### 1.1 Сведения о преподавателе и контактная информация

Жетесова Гульнара Сантаевна - д.т.н., профессор кафедры ТМ,  
Гейдан Ирина Анатольевна - ст. преподаватель кафедры ТМ,  
Бийжанов Серик Кажимович - ст. преподаватель кафедры ТМ,  
Карсакова Нургуль Жолаевна - преподаватель кафедры ТМ.

Кафедра Технологии машиностроения находится в главном корпусе КарГТУ,  
Б.Мира, 56, аудитория 334 контактный телефон 56-75-92 (вн.1066).

### 1.2 Трудоемкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов/ ECTS	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
		количество контактных часов			количество часов СРСП	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
3	2/3	15	15	-	30	60	30	90	экзамен

### 1.3 Характеристика дисциплины

Дисциплина «Общая теория измерений» входит в цикл базовых дисциплин (обязательный компонент) и является одной из основных дисциплин при подготовке бакалавров, которые будут заниматься вопросами улучшения и контроля качества выпускаемых изделий и оказываемых услуг.

### 1.4 Цель дисциплины

Дисциплина «Общая теория измерений» ставит целью приобретение студентами теоретических знаний об обеспечении единства требуемой точности измерений, о методах измерения различных физических величин и обработки их результатов.

### 1.5 Задачи дисциплины

Главная задача изучения дисциплины заключается в рассмотрении основ теории измерений, понятия погрешности измерений, методов измерений.

В результате изучения данной дисциплины студент:

должен знать: математический анализ, теорию вероятностей, математическую статистику, теорию множеств, математическое моделирование; статистические распределения, единицы физических величин.

-знает: физические величины, постулаты измерений, шкалы измерений; международную систему единиц СИ, общие законы и правила измерений, методы измерений, погрешности измерений и законы их распределения, методы обработки результатов измерений;

-умеет: строить математические модели измеряемых величин, анализировать схемы измерений различных физических величин, определять факторы, влияю-

щие на результат измерений; применять инновационные методы обработки результатов измерительного эксперимента с определением оценки неопределенности результата измерения для применения в планировании и анализе результатов эксперимента, выборе новейших методов и СИ и построения метрологических кривых в метрологии.

### Пререквизиты

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин (с указанием разделов (тем)):

Дисциплина	Наименование разделов (тем)
Экология и устойчивое развитие	Социально-экологические проблемы современности, актуальные экологические проблемы устойчивого развития Республики Казахстан.
Безопасность жизнедеятельности	Законодательные и правовые акты в области безопасности жизнедеятельности, организационно-практические меры безопасности.

### Постреквизиты

Знания, полученные при изучении дисциплины «Общая теория измерений» используются при освоении следующих дисциплин: «Метрология», «Методы и средства измерений и контроля 1, 2».

## 1.8 Содержание дисциплины

### 1.8.1 Содержание дисциплины по видам занятий и их трудоемкость

Наименование раздела, (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
Введение. Цели и задачи дисциплины. Структурно-логическая схема дисциплины. Общие сведения. История и современное состояние.	1			-	-
1 Основные представления общей теории измерения. Тема 1.1 Свойства окружающего мира и их меры Тема 1.2 Измерение и наука об измерениях Тема 1.3 Качественная характеристика измеряемых величин Тема 1.4 Количественная характеристика измеряемых величин	2	2		4	4
2 Первая аксиома метрологии Тема 2.1 Априорная информация Тема 2.2 Источники априорной информации. Опыт предшествующих измерений.	2	2		4	4

Классы точности средств измерений. Условия измерений					
3 Вторая аксиома метрологии Тема 3.1 Способ получения измерительной информации Тема 3.2 Измерительные шкалы. Шкала порядка. Шкала интервалов. Шкала отношений.	2	2		4	4
4 Третья аксиома метрологии Тема 4.1 Факторы, влияющие на результат измерения Тема 4.2 Результат измерения Тема 4.3 Формы представления результата измерений. Результат измерения по шкале порядка. Результат измерения по градуированным шкалам Тема 4.4 Обратная задача теории измерений Тема 4.5 Математические действия с результатами измерений. Математические действия с одним результатом измерений. Математические действия с несколькими результатами измерений. Приближенные вычисления. Решение систем уравнений, содержащих результаты измерений	2	2		5	5
5 Однократное измерение Тема 5.1 Однократное измерение по шкале порядка. Теория индикатора Тема 5.2 Однократное измерение по градуированным шкалам	2	2		4	4
6 Многократное измерение Тема 6.1 Многократное измерение по шкале порядка. Основы теории выборочного статистического контроля Тема 6.2 Многократное измерение по градуированным шкалам. Многократное измерение с равноточными значениями отсчета. Многократное измерение с неравноточными значениями отсчета. Обработка нескольких серий измерений	2	5		5	5
7 Качество измерений Тема 7.1 Качество измерений по шкале порядка Тема 7.2 Качество измерений по градуированным шкалам Тема 7.3 Измерительная информация	2	-		4	4
ИТОГО:	15	15		30	30

## 1.9 Список основной литературы

1. Рабинович С.Г. Погрешности измерений. Л.: Энергия, 2000.-261 с.

2. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. Часть 1. Общая теория измерений - СПб.: Изд-во Питер, 2010.- 190 с.
3. Бурдун Г.Д. Справочник по международной системе единиц. М.: Изд-во стандартов, 2007.- 187 с.
4. Бурдун Г.Д., Марков Б.Г. Основы метрологии. М.: Изд-во стандартов, 2005.- 256 с.
5. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. 2-е изд. перераб. доп. Л.: Энергоатомиздат, 2001.-301 с.
6. Маркин Н.С. Основы теории обработки результатов измерений. М.: Изд-во стандартов, 2001.-174 с.
7. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология. М.: Логос, 2001.-408 с.
8. Справочник по теории вероятностей и математической статистики. М.: Наука, 2005.- 258 с.
9. Тюрин Н.И. Введение в метрологию. М.: Изд-во стандартов, 2000.-248 с.
10. Закон РК «Об обеспечении единства измерений», 2000г., Астана.
11. ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы физических величин.
12. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические измерения.- М.: Высш.шк., 2007.- 205 с.

### **1.10 Список дополнительной литературы**

13. Якушев А.И., Воронцов Я.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. М.: Изд-во стандартов, 2000.-350 с.
14. Брянский Л.Н., Дойников А.С. Краткий справочник метролога. М.: Наука, 2001.-79 с.
15. Шабалин С.А. Измерения для всех. М.: Изд-во стандартов, 2002.-556 с.
16. Селиванов М.Н., Фридман А.Э., Кудряшова Н.Ф. Качество измерений. М.: Изд-во стандартов, 2007.-253 с.
17. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И. Метрология, стандартизация и сертификация. Учеб. для вузов.- 2-е тзд. доп.- М.: Высш.шк., 2006.- 800с.
18. Гетманов В.Г., Жужжалов В.Е. Метрология, стандартизация и сертификация. Учебное пособие.-М: Дели принт, 2003- 104 с.
19. Кузембаева Г.М, Ерахтина И.И. Учебное пособие по дисциплине «Общая теория измерений»,– Караганда: Изд-во КарГТУ, 2005.-82 с.
20. Ерахтина И.И. Методы и средства измерений.–Караганда: Изд-во КарГТУ, 2009.-181 с.
21. Раннев Г.Г., Тарасенко А.П. Методы и средства измерений.-М.: Академия, 2004.-331 с.
22. Выходец В.И. Метрология. Практикум. Часть 1. - Караганда: Изд-во КарГТУ, 2001.-61 с.
23. Сергеев А.Г. Метрология.- М.: Логос, 2004.-287 с.

### **1.11 Критерии оценки знаний студентов**

Экзамнационная оценка по дисциплине определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по рубежным контролям (до 60%) и итоговой атте-

станции (экзамену) (до 40%) и составляет значение до 100% в соответствии с таблицей.

Оценка по буквенной системе	Цифровые эквиваленты буквенной оценки	Процентное содержание усвоенных знаний	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	Удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D-	1,0	50-54	
F	0	0-49	Неудовлетворительно

Рубежный контроль проводится на 7-й и 14-й неделях обучения и складывается исходя из следующих видов контроля:

Вид контроля	% -ое содержание	Академический период обучения, неделя															Итого, %	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Посещаемость	0,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7,0
Тестовый (письменный) опрос	11,0							*								*		22,0
Рефераты	5,0							*								*		10,0
Практические задачи	2,0		*		*			*			*		*			*		12,0
Конспекты лекций	1,5		*		*			*			*		*			*		9,0
Всего по аттестациям								30								30		60
Экзамен																		40
Итого																		100

## 1.12 Политика и процедуры

Все виды аудиторных занятий (лекции, лабораторные работы, СРСП) подлежат обязательному посещению всеми студентами. В случае пропусков лекции или СРСП по уважительной причине (что должно быть подтверждено документально) разрешается переписать содержание лекции или СРСП у студентов группы, а за-

дания и консультации по пропущенным занятиям получить у преподавателя индивидуально в офисное время.

Сдача видов контроля осуществляется в той последовательности, как она логически выстроена и запланирована при изучении курса.

При изучении дисциплины «Общая теория измерений» прошу соблюдать следующие правила:

1. Не опаздывать на занятия.
2. Не пропускать занятия без уважительной причины, в случае болезни прошу предоставлять справку, в других случаях – объяснительную записку.
3. В случае пропусков лекций или СРСП по уважительной причине разрешается переписать у студентов группы.
4. Любые пропуски лабораторных работ подлежат обязательной отработке в лаборатории.
5. Задания и консультации по пропущенным занятиям получить у преподавателя индивидуально в офисное время.
6. Активно участвовать в учебном процессе.
7. Студент должен своевременно выполнять и сдавать работы строго по календарному графику.
8. Быть терпимыми, открытыми, откровенными и доброжелательными к сокурсникам и преподавателям.

### 1.13 Учебно-методическая обеспеченность дисциплины

Ф.И.О автора	Наименование учебно-методической литературы	Издательство, год издания	Количество экземпляров	
			в библиотеке	на кафедре
Основная литература				
Рабинович С.Г.	Погрешности измерений.	Л.: Энергия, 2000	7	1
2. Шишкин И.Ф.	Теоретическая метрология. Часть 1. Общая теория измерений	СПб.: Изд-во Питер, 2010.	2	1
3.Бурдун Г.Д.	Справочник по международной системе единиц	М.: Изд-во стандартов, 2007	7	1
4. Бурдун Г.Д., Марков Б.Г.	Основы метрологии.	М.: Изд-во стандартов, 2005.	7	1
5. Новицкий П.В., Зограф И.А.	Оценка погрешностей результатов измерений.	М.: Энергоатомиздат, 2001	2	1
6.Маркин Н.С.	Основы теории обработки результатов измерений.	М.: Изд-во стандартов, 2001.	3	1

7. Сергеев А.Г., Крохин В.В.	Метрология.	М.: Логос, 2001.	12	1
8.	Справочник по теории вероятностей и математической статистики.	М.: Наука, 2005.	3	1
9. Тюрин Н.И.	Введение в метрологию.	М.: Изд-во стандартов, 2000.	3	1
10. Закон РК	«Об обеспечении единства измерений»	2000г. Астана	10	1
11.ГОСТ 8.417-2002	ГСИ. Единицы физических величин.	МТК, 2002	10	1
12. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С.	Метрология, стандартизация и технические измерения	М.:Высш.шк., 2007	16	1
Дополнительная литература				
13.Якушев А.И., Воронцов Я.Н., Федотов Н.М.	Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.	М.: Изд-во стандартов, 2000.	135	1
14.Брянский Л.Н., Дойников А.С.	Краткий справочник метролога	М.: Наука, 2001	6	1
15.Шабалин С.А.	Измерения для всех	М.: Изд-во стандартов, 2002	3	1
16. Селиванов М.Н., Фридман А.Э., Кудряшова Н.Ф.	Качество измерений.	М.: Изд-во стандартов, 2007.	5	1
17.Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И.	Метрология, стандартизация и сертификация.	Учеб. для вузов.- 2-е доп.- М.: Высш. шк., 2006	23	1
18.Гетманов В.Г., Жужжалов В.Е.	Метрология, стандартизация и сертификация. Учебное пособие.	М: Дели принт, 2003	10	1
19.Кузембаева Г.М, Ерахтина И.И.	Общая теория измерений. Учебное пособие	Караганда: Изд-во КарГТУ, 2005.-82 с.	20	5
20. Ерахтина И.И..	Методы и средства измерений механических величин	Караганда: Изд-во КарГТУ, 2009.	37	5

21. Раннев Г.Г., Тарасенко А.П.	Методы и средства измерений	М.: Академия, 2004.-331 с.	3	1
22. Выходец В.И.	Метрология. Практикум. часть 1	Караганда: Изд-во КарГТУ, 2001.	17	5
23. Сергеев А.Г.	Метрология	М.: Логос, 2004	15	1

## 2 График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи
Тестовый (письменный) опрос	Проверка усвоения теоретических знаний	[1], [4], [8], [12], [18], конспекты лекций	1 контактный час	Рубежный	7, 14 недели
Проверка конспекта лекций и практических задач	Закрепление теоретических знаний и практических навыков	[1], [4], [8], [12], [18], конспекты лекций	1 контактный час	Текущий	2, 4, 7, 10, 12, 14 недели
Реферат	Проверка усвоения материала дисциплины самостоятельно подготовленного студентами	Весь перечень основной и дополнительной литературы	2 контактных часа	Текущий	7, 14 недели
Экзамен	Проверка усвоения материала дисциплины	Весь перечень основной и дополнительной литературы, конспекты лекций	2 контактных часа	Итоговый	В период сессии

## 3 Конспект лекций

**Введение. Цели и задачи дисциплины. Структурно-логическая схема дисциплины. Общие сведения. История и современное состояние. (1 час)**

План лекции

1. Цели и задачи дисциплины.
2. Структурно-логическая схема дисциплины.
3. Общие сведения.
4. История и современное состояние.

Измерения являются неременной составной частью любого процесса в деятельности человека. Объектами измерений являются свойства объективных реальностей (тел, веществ, процессов). О роли измерений в современном обществе

указывает факт того, что измерения являются основой научных знаний, которые служат для учета материальных ресурсов, обеспечения требуемого качества продукции.

Измерение – сложный процесс, включающий в себя взаимодействие целого ряда его структурных элементов. К ним относятся: измерительная задача, объект измерения, принцип, метод и средства измерения и его модель, условия измерения, субъект измерения, результат и погрешность измерения.

Все объекты окружающего мира характеризуются своими свойствами. Свойство – это философская категория, выражающая такую сторону объекта (явления, процесса), которая обуславливает его различие или общность с другими объектами (явлениями, процессами) и обнаруживается в его отношениях к ним. Свойство – категория качественная. Для количественного описания различных свойств процессов и физических тел вводится понятие величины. Величина — это свойство чего-либо, которое может быть выделено среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе и количественно. Величина не существует сама по себе, она имеет место лишь постольку, поскольку существует объект со свойствами, выраженными данной величиной. Идеальные величины главным образом относятся к математике, и являются обобщением (моделью) конкретных реальных понятий. Они вычисляются тем или иным способом.

Интенсивные величины отображаются путем количественного, главным образом экспертного, оценивания, при котором свойства с большим размером отображаются большим числом, чем свойства с меньшим размером. Интенсивные величины оцениваются при помощи шкал порядка и интервалов, рассмотренных далее.

Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [2]
3. [12]
4. [18]

Контрольные задания для СРС [1, 2, 7]

1. Обоснуйте важность теоретической метрологии.
2. Основные разделы теоретической метрологии.
3. Основные этапы развития метрологии.
4. Место измерений, постоянно встречающихся в повседневной жизни.

## **Тема 1 Основные представления общей теории измерения (2 часа)**

План лекции

- 1 Свойства окружающего мира и их меры.
- 2 Измерение и наука об измерениях.
- 3 Качественная характеристика измеряемых величин.
- 4 Количественная характеристика измеряемых величин.

1 Окружающая нас реальность представлена объектами, свойствами и явлениями материального и духовного мира. Объектом материального мира, например,

является пространство, а его свойством - протяженность. Последняя может характеризоваться различными способами. Общепринятой характеристикой (мерой) пространственной протяженности служит длина. Однако протяженность реального физического пространства является сложным свойством, которое не может характеризоваться только длиной. Для полного описания пространства рассматривается его протяженность по нескольким направлениям (координатам) или дополнительно используются такие меры, как угол, площадь, объем. Таким образом, пространство является многомерным. Любые события и явления в реальном мире происходят не мгновенно, а имеют некоторую длительность.

Общепринятые или установленные законодательным путем характеристики (меры) различных свойств, общие в качественном отношении для многих физических объектов (физических систем, их состояний и происходящих в них процессов), но в количественном отношении индивидуальные для них, называются физическими величинами. Кроме выше перечисленных длины, времени, массы и температуры к ним относятся плоский и телесный угол, скорость, ускорение, сила и давление, мощность и энергия, яркость, освещенность, сила электрического тока, напряженность электрического поля и многие другие.

2 Одномерные и многомерные свойства объектов и явлений окружающего мира являются предметами познания (рис. 3). Теория познания — гносеология (от древнегреч. *γνωσις* - знание, познание и *λογος* - речь, слово, учение или наука - относится к философии - матери всех наук. В ней различаются категории качества и количества. Точными количественными исследованиями занимаются естественные науки. Методами исследований служат теория и эксперимента. В свою очередь эксперименты могут выполняться с применением и без применения технических средств.

Полученная тем или иным способом количественная информация о свойствах объектов и явлений окружающего мира преобразуется, передается и представляется в наглядной форме в информационно-измерительных системах или других устройствах отображения и регистрации информации. Использование этой информации является конечной целью познавательной деятельности.

Получение информации о количественных характеристиках свойств объектов и явлений окружающего мира опытным путем (то есть экспериментально) называется измерением. В отличие от количественной информации, получаемой теоретическим путем, то есть посредством вычислений и расчетов, такая информация называется измерительной.

3 Формализованным отражением качественного различия между измеряемыми физическими величинами служит их размерность. Размерность обозначается символом  $\dim$ , происходящим от слова *dimension*, которое в зависимости от контекста может переводиться и как размер, и как размерность.

Размерность основных физических величин обозначается соответствующими заглавными буквами. Для длины, массы и времени, например:

$$\dim l = L; \dim m = M; \dim t = T.$$

Размерность является качественной характеристикой измеряемой величины. Она отражает ее связь с основными физическими величинами и зависит от выбора последних.

4 Любое свойство может проявляться в большей или меньшей степени, то есть имеет количественную характеристику. Следовательно, любое свойство может быть измерено. «Измеряй все доступное измерению и делай доступным то, что еще недоступно» (Галилео Галилей).

Особенно следует подчеркнуть возможность измерений в нематериальной сфере. «Всякое качество имеет бесконечно много количественных градаций» (Фридрих Энгельс, «Диалектика природы») и, следовательно, может быть измерено. Раздел метрологии, посвященный измерению качества, называется квалиметрией.

Количественной характеристикой любого свойства служит размер, хотя не принято говорить «размер длины», «размер массы» или «размер показателя качества». Говорят просто «длина», «масса» или «показатель транспортабельности».

Размер является объективной количественной характеристикой, не зависящей от выбора единиц измерения.

Из-за зависимости числовых значений от размеров единиц роль последних очень велика. Если допустить произвол в выборе единиц, то результаты измерений окажутся несопоставимы между собой, то есть нарушится *единство измерений*. Чтобы этого не произошло, единицы измерений устанавливаются по определенным правилам и закрепляются законодательным путем.

Рекомендуемая литература

1. [2]
2. [7]
3. [12]
4. [18]

Контрольные задания для СРС [2, 5]

- 1 Опишите свойства окружающего мира и их меры.
- 2 Назовите причины возникновения неопределенности измерения.
- 3 Назовите существующие способы количественной оценки неопределенности.
- 4 Понятие размерности и ее определение.
- 5 Размер и его роль в измерениях.

## Тема 2 Первая аксиома метрологии (2 часа)

План лекции

- 1 Априорная информация.
- 2 Источники априорной информации. Опыт предшествующих измерений.
- 3 Классы точности средств измерений.
- 4 Условия измерений.

Правильно поставленная *измерительная задача* включает указание на то, что нужно измерить, и с *какой неопределенностью* (раньше устанавливалась *точность и погрешность*).

Указание на то, что нужно измерить, содержит *априорную* (предшествующую опыту, измерению) информации. В частности из постановки задачи должна быть

ясна размерность измеряемой величины. Вытекает из постановки задачи и некоторое априорное представление о размере той величины, которую предстоит измерить.

Если бы априорной информации о размере измеряемой величины не было, и интервал ее возможных значений  $Q_2-Q_1$ , был бы бесконечно большим, любое измерение должно было бы давать бесконечно большое количество измерительной информации, что, в свою очередь, потребовало бы затраты бесконечно большого количества энергии, а это невозможно. Поэтому наличие априорной информации является обязательным условием измерения. Без априорной информации измерения невозможно.

Если о какой-либо величине известно все (в частности, ее количественная характеристика), то измерение не нужно. Таким образом, измерение обусловлено дефицитом априорной информации о количественной характеристике какой-то величины и направлено на его уменьшение. Измерение – это уточнение значения измеряемой величины.

Источниками априорной информации может являться опыт предшествовавших измерений. Если во время аналогичных измерений, выполнявшихся *ранее* одним и тем же лицом в таких же условиях и тем же самым средством измерений, были установлены неопределенность измерения и тот факт, что она не зависит от значения измеряемой величины, то с достаточной степенью уверенности можно полагать, что неопределенность будет оставаться такой же и при последующих измерениях, если квалификация измерителя не меняется, а средство измерений остается исправным.

Информация о неопределенности измерений, выполняемых в повседневной практике с помощью приборов конкретного типа, получается во время испытаний этих приборов с целью утверждения типа и содержится в обозначениях *их классов точности*<sup>1</sup>. Обозначения наносятся на циферблаты, щитки и корпуса средств измерений, приводятся в нормативно – технических документах. В эксплуатационной документации на средство измерения, содержащей обозначение класса точности, должна быть ссылка на стандарт или технические условия, в которых установлен класс точности для этого типа средств измерений.

Термин «класс точности» все еще распространен, хотя понятие точности не используется. По всей видимости, со временем он будет заменен на термин, связанный с неопределенностью. И уж конечно, он является показателем качества не средства измерений, а измерительной информации.

Влияние климатических (температура окружающей среды, относительная влажность воздуха, атмосферное давление), электрических и магнитных (колебания силы электрического тока или напряжения в электрической сети, частоты переменного электрического тока, постоянные и переменные магнитные поля и др.), механических и акустических (вибрации, ударные нагрузки, сотрясения) факторов, а также ионизирующих излучений, газового состава атмосферы и т. п. принято относить к *условиям измерений*. Если их влиянием на результат измерения можно пренебречь, то такие условия измерений называются *нормальными*.

## Рекомендуемая литература

1. [1]
2. [2]
3. [12]
4. [18]

## Контрольные задания для СРС [1, 2, 7]

- 1 Дайте определение априорной информации и что ею является при измерении.
- 2 Какие источники могут дать априорную информации для планируемого измерения?
- 3 Понятие класса точности СИ. Его определение и обозначение.
- 4 Назовите влияющие величины на условия измерений.

## Тема 3 Вторая аксиома метрологии (2 часа)

### План лекции

- 1 Способ получения измерительной информации.
- 2 Измерительные шкалы. Шкала порядка.
- 3 Шкала интервалов.
- 4 Шкала отношений.

Не существует иного способа получения информации о размере физической величины, кроме как путем *сравнения*, *его* с другим размером такой же физической величины, то есть имеющей такую же размерность. Этот факт можно сформулировать в виде второй аксиомы метрологии: Измерение суть сравнение размеров опытным путем.

Вторая аксиома относится к *процедуре* измерения и говорит о том, что сравнение размеров опытным путем является единственным способом получения измерительной информации. При этом не уточняется, каким образом сравниваются размеры, с помощью каких приспособлений, приборов или даже может быть без них. Просто утверждается, что другого способа нет.

Вариантов сравнения между собой двух размеров  $Q_i$  и  $Q_j$  всего три:

$$Q_i \geq Q_j (1); \quad Q_i - Q_j = \Delta Q_{ij} (2); \quad \frac{Q_i}{Q_j} = x_{ij} (3).$$

Результат экспериментального решения неравенства (1) может быть представлен на шкале *порядка*, представляющей собой упорядоченную последовательность так называемых опорных *неверных*) точек, обозначаемых буквами, цифрами или символами и соответствующих размерам  $Q_0 < Q_1 < Q_2 < < Q_3 \dots Q_n$ , о каждом из которых известно, что он больше предыдущего, но меньше последующего, хотя сами размеры неизвестны (рисунок 13). Если для обозначения реперных точек используются цифры, то они называются *баллами*. Само собой разумеется, что обозначения нельзя ни складывать, ни вычитать, ни делить, ни перемножать. На шкале порядка не определены никакие математические операции.

Результат экспериментального сравнения 1-го размера 1-м по второму пра-

вилу может быть представлен на *шкале интервалов*.

На шкалах интервалов уже может быть установлен *масштаб*. С этой целью, кроме начала отсчета, выбирает еще одну опорную (реперную) точку и разбивают полученный интервал между точками на определенное число делений (градаций — от лат. *gradus* – ступень). В частности, на трех температурных шкалах второй опорной точкой является температура кипения воды при номинальной значении атмосферного давления.

Градации являются единицами измерения *интервалов* между азмерами, но не самих размеров физических величин. На шкале интервалов определены только аддитивные математические операции.

Шкала отношений служит для представления результатов измерений, полученных посредством экспериментального сравнения *i*-го размера с *j*-м по правилу (3).

Шкалы отношений являются самыми совершенными, самыми информативными и самыми распространенными. На них представлена информация о самих размерах физических величин, в частности об их значениях. Это позволяет решать и *на сколько*, и *во сколько раз* один размер больше или меньше другого. На шкалах отношений определены любые математические операции.

#### Рекомендуемая литература

1. [2]
2. [4]
3. [12]
4. [16]
5. [18]

#### Контрольные задания для СРС [2, 9]

- 1 Существующие способы получения информации об измеряемых объектах.
- 2 Понятие шкалы измерений и виды шкал.

3 Дайте ответ на следующие вопросы: Можно ли измерить время? Можно ли измерить температуру? Можно ли измерить пространство? Можно ли измерить вес? Можно ли измерить плоский угол?

#### **Тема 4 Третья аксиома метрологии (2 часа)**

##### План лекции

- 1 Факторы, влияющие на результат измерения.
- 2 Результат измерения.
- 3 Формы представления результата измерений. Результат измерения по шкале порядка. Результат измерения по градуированным шкалам.
- 4 Обратная задача теории измерений
- 5 Математические действия с результатами измерений. Математические действия с одним результатом измерений.
- 6 Математические действия с несколькими результатами измерений. Приближенные вычисления. Решение систем уравнений, содержащих результаты измерений

На результат измерения оказывает влияние множество факторов, точный учет которых невозможен, а результат непредсказуем.

До измерения (*a priori*)

- большое значение имеет качество и количество информации об измеряемой величине. Чем ее больше, чем выше ее качество — тем меньше неопределенность результата измерения. Накопление априорной информации — один из путей повышения качества результатов измерений;

- измерительная задача всегда формулируется по отношению к *модели объекта* или явления. Так, например, при измерении длины металлического стержня обычно считается, что он имеет форму правильного цилиндра. На самом деле расстояние между противоположными точками концевых сечений отличается от длины образующей, так что в результат измерения заранее закладывается некоторая неопределенность.

Перед измерением необходимо представить себе модель исследуемого объекта, которая в дальнейшем, по мере поступления измерительной информации, может изменяться и уточняться. Чем полнее модель соответствует измеряемому объекту, тем выше качество измерительной информации.

В основу метода измерения закладываются теоретические допущения и упрощения.

При выборе средства измерения приходится мириться с тем, что оно может иметь скрытые дефекты, обусловленные некачественным изготовлением или длительной эксплуатацией.

После измерения (*a posteriori*)

- от правильной обработки экспериментальных данных во многом зависит результат измерения;

- технические средства, используемые для обработки экспериментальных данных, хотя и не дают никакой новой измерительной информации, но большим или меньшим успехом помогают извлекать ее из того, что получено опытным путем, и тем самым оказывают влияние на результат измерения;

неграмотные, непрофессиональные или безответственные действия персонала (оператора) при обработке экспериментальных данных могут свести на нет любые усилия, затраченные на их получение. Общее отношение к влияющим факторам таково: до измерения их нужно по возможности исключить, в процессе измерения — по возможности компенсировать, а после измерения — по возможности скорректировать посредством внесения поправок.

После выполнения измерений с целью компенсации влияющих факторов, которые не удалось скомпенсировать до конца во время выполнения измерений, в экспериментальные данные вносятся *поправки*, которые могут быть аддитивными и мультипликативными (поправочными множителями), могут иметь точные или ориентировочные значения, могут быть функциями времени или влияющих величин.

Совместное влияние множества различных факторов, точный учет которых невозможен, а итог непредсказуем, приводит к тому, что результат измерения оказывается случайным. Это положение может быть сформулировано в виде третьей аксиомы метрологии: Результат измерения без округления является случайным.

Стохастический характер реальных событий и явлений — закон природы. Этим реальность отличается от теоретических абстракций, где в качестве математических моделей часто используются аналитические зависимости. В случаях, когда элемент случайности в событиях и явлениях проявляется особенно явно, для математического моделирования используется теория вероятностей. Адекватным математическим аппаратом для описания реальных случайных событий и явлений служит математическая статистика.

При измерении по шкале порядка массивом экспериментальных данных является множество решений неравенства (1) опытным путем. В зависимости от измерительной задачи сравнение неизвестного размера  $Q = Q_i$ , может производиться с одним или двумя известными размерами  $Q_j$ .

При измерении по шкале порядка массивом экспериментальных данных является множество решений неравенства (1) опытным путем. В зависимости от измерительной задачи сравнение неизвестного размера

$Q = Q_i$ , может производиться с одним или двумя известными размерами  $Q_j$ .

У цифровых измерительных приборов отсчет  $x$ , подчиняется дискретному закону распределения вероятности. У аналоговых измерительных приборов отсчет  $x$  подчиняется непрерывному закону распределения вероятности.

Непосредственными откликами измерительного прибора на входное воздействие служат отклонение указателя отсчетного устройства на некоторый угол (рис. 31), изменение длины столба термометрической жидкости и тому подобные реакции средств измерений различных типов. Из-за влияния множества факторов, точный учет которых невозможен, а результат непредсказуем, отклик является случайным. Между тем, в конечном счете, представляет интерес не *случайный отклик* на входное воздействие, а *неслучайное значение* измеряемой величины. Определение значения измеряемой величины по отклику средства измерений на входное воздействие называется обратной задачей теории измерений.

При математических действиях над результатами измерений нужно учитывать, что последние являются случайными значениями измеренных величин. Обращение с результатами измерений как с неслучайными значениями приводит к ошибкам.

Рекомендуемая литература

1. [1], 2. [2], 3. [6], 4. [12], 5. [18]

Контрольные задания для СРС [2, 4, 6, 7, 8]

1 Назовите существующие методы измерений и дайте их характеристику.

2 Методы исключения факторов, влияющих на результат измерения.

3 Математические действия с несколькими результатами измерений.

4 Приближенные вычисления. Решение систем уравнений, содержащих результаты измерений

5 Моменты законов распределения случайных величин.

**Тема 5 Однократное измерение (2 часа)**

План лекции

1 Однократное измерение по шкале порядка.

## 2 Теория индикатора

### 3 Однократное измерение по градуированным шкалам

Однократное измерение по шкале порядка выполняется в следующей последовательности: анализ априорной информации; определение вероятности правильного решения; выполнение измерительной процедуры; принятие решения; представления результата измерения в форме решения с указанием его вероятности.

Разновидностью однократного измерения по шкале порядка служит *контрольно-измерительная операция*, при которой *случайный размер*  $Q$  (например, размер какого-то серийно-выпускаемого изделия при выборочном контроле) сравнивается с нормой. На основании решения опытным путем неравенства  $Q > Q_{п}$  или  $Q < Q_{п}$ , где  $Q_{п}$  – некоторое пороговое значение случайного размера  $Q$ , связанное с нормой, изделие признается годным или бракуется. При этом возможны ошибочные решения с вероятностями ошибок как I ( $P_I$ ), так и II ( $P_{II}$ ) рода. Ошибкой I рода является признание годного изделия бракованным, а ошибкой II рода – пропуск брака, то есть признание бракованного изделия годным.

Другой разновидностью однократного измерения по шкале порядка является обнаружение полезного сигнала на фоне случайных помех. Средства измерений, решающие задачу обнаружения, называются *индикаторами*. В этом случае  $Q_{п}$  называется *порогом обнаружения*. На основании решения опытным путем неравенства  $Q > Q_{п}$  или  $Q < Q_{п}$  принимается одно из следующих решений:

- { Если  $Q \leq Q_{п}$ , то  $Q$  представляет собой случайную помеху;
- { Если  $Q > Q_{п}$ , то в  $Q$  содержится полезный сигнал.

подавляющее большинство измерений являются однократными.

У серийно выпускаемых измерительных приборов шкалы отсчетных устройств в большинстве случаев уже проградуированы в значениях измеряемой величины. Первый этап решения обратной задачи теории измерений, следовательно, выполнен, и в результате измерительной процедуры снимается *показание* (10), в которое, при необходимости, нужно внести *поправку*. После внесения поправки получается *результат измерения* (11), (12), который в отличие от *значения измеряемой величины* является случайным. На втором этапе решения обратной задачи неслучайное значение измеряемой величины отождествляется со средним значением результата измерения, область определения которого устанавливается исходя из априорной информации.

#### Рекомендуемая литература

1. [1], 2. [2], 3. [6], 4. [12], 5. [18]

#### Контрольные задания для СРС [2, 11, 12]

- 1 Примеры возникновения ошибки I и II рода.
- 2 Технические характеристики СИ.
- 3 Анализ априорной информации.

## Тема 6 Многократное измерение (2 часа)

### План лекции

1 Многократное измерение по шкале порядка. Основы теории выборочного статистического контроля.

2 Многократное измерение по градуированным шкалам. Многократное измерение с равноточными значениями отсчета.

3 Многократное измерение с неравноточными значениями отсчета.

4 Обработка нескольких серий измерений.

Многократное измерение выполняется с целью накопления и эффективного использования апостериорной информации для повышения качества результата измерения.

Особым случаем, когда по результатам многократного повторения измерительной процедуры (она называется в этом случае контрольно-измерительной операцией) принимается специфическое решение, является выборочный статистический контроль. Он применяется тогда, когда сплошной контроль качества изделий при их поставке или серийном производстве невозможен либо экономически нецелесообразен.

При выборочном статистическом контроле из партии (часто называемой генеральной совокупностью) изделий выбирается незначительное их число (делается выборка) и по результатам контроля качества изделий, попавших в выборку, принимается решение о качестве генеральной совокупности в целом.

Многократное измерение одной и той же величины постоянного размера выполняется при повышенных требованиях к точности измерений. Такие измерения характерны для профессиональной метрологической деятельности и выполняются в основном сотрудниками метрологических служб, а также при тонких научных экспериментах.

Результатом многократного измерения с равноточными значениями отсчета является среднее арифметическое  $n$  отдельных независимых значений результата измерения, составляющих массив экспериментальных данных:

$$\hat{Q}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i \quad (1)$$

Оно является оценкой среднего значения результата измерения, получение которого на практике невозможно из-за ограниченного объема экспериментальных данных.

Дисперсия среднего арифметического

$$\sigma_{\hat{Q}_n}^2 = D\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i\right) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n D(Q) = \frac{n\sigma_Q^2}{n^2} = \frac{\sigma_Q^2}{n} \quad (2)$$

в  $n$  раз меньше дисперсии результата измерения  $\sigma_Q^2$ . Это фундаментальное положение лежит в основе широко применяющихся во многих областях науки и техники методов накопления, усреднения, уменьшения разброса, сглаживания экспериментальных данных.

Соответственно стандартное отклонение, или стандартная неопределенность типа А результата многократного измерения, согласно формуле (31),

$$S_{\hat{Q}_n} = \frac{S_Q}{\sqrt{n}},$$

То есть в  $\sqrt{n}$  раз меньше стандартной неопределенности типа А результата однократного измерения.

Для того чтобы найти оценку среднего значения результата измерения (отождествляемого со значением измеряемой величины) при многократном измерении с неравноточными значениями отсчета, воспользуемся универсальным методом отыскания эффективных оценок числовых характеристик любых законов распределения вероятности случайных величин, разработанным Р. А. Фишером. Он называется методом максимального правдоподобия. Сущность метода максимального правдоподобия заключается в следующем.

Многомерная плотность распределения вероятности системы случайных значений  $p(Q_1, Q_2, \dots, Q_n)$  рассматривается как функция числовых характеристик закона распределения вероятности. Эта функция

$$L = p(Q_1, Q_2, \dots, Q_n, \bar{Q}, \sigma_Q^2, \dots)$$

называемая функцией правдоподобия, показывает, насколько то или иное значение каждой числовой характеристики «более правдоподобно», чем другие. Функция правдоподобия достигает максимума при значениях переменных, являющихся их наиболее эффективными оценками.

многократное измерение одной и той же величины постоянного размера производится в несколько этапов, разными людьми, в различных условиях, в разных местах и в разное время. Результат такого измерения определяется несколькими сериями полученных значений, которые в силу различных обстоятельств могут отличаться по своим статистическим характеристикам. Серии называются однородными, если состоят из значений, подчиняющихся одному и тому же закону распределения вероятности. В противном случае серии считаются неоднородными.

Проверка однородности является обязательной при выборе способа совместной обработки результатов нескольких серий измерений. Обычно ограничиваются проверкой нормальности закона распределения вероятности результатов измерений в каждой серии и значимости различий в оценках числовых характеристик.

Если экспериментальные данные в каждой серии не подчиняются нормальному закону распределения вероятности, то, хотя это не является доказательством того, что измерения в сериях не подчиняются одному и тому же закону распределения вероятности, проверка на этом обычно заканчивается и серии рассматриваются как неоднородные. Экспериментальные данные в таких сериях не подлежат совместной обработке.

#### Рекомендуемая литература

1. [1], 2. [2], 3. [6], 4. [12], 5. [18]

Контрольные задания для СРС [2, 11, 12]

- 1 Выборочный статистический контроль.
- 2 Порядок выполнения многократного измерения с равноточными значениями отсчета.
- 3 Обнаружение и исключение ошибок.
- 4 Определение пределов, в которых находится значение измеряемой величины.
- 5 Проверка значимости различия между средними арифметическими и равно-рассеянности двух серий измерений.

## Тема 7 Качество измерений (2 часа)

### План лекции

- 1 Качество измерений по шкале порядка
- 2 Качество измерений по градуированным шкалам
- 3 Измерительная информация

Результатом измерения по шкале порядка является решение. В соответствии с третьей аксиомой метрологии оно случайное, то есть может быть правильным или неправильным. Таким образом, само собой разумеющимся показателем качества результата измерения по шкале порядка служит вероятность того, что он является правильным.

Не менее часто встречающимся на практике показателем качества решения является вероятность того, что оно является ошибочным. Чем больше вероятность ошибки, тем ниже качество результата измерения.

Ошибочные решения при измерении по шкале порядка подразделяются на ошибки I и II рода. Уменьшение вероятности ошибки I рода  $P_I$  влечет за собой увеличение вероятности ошибки II рода  $P_{II}$ , и наоборот. Так что вполне естественное стремление к минимизации ошибок является противоречивым.

Решения, наилучшим образом удовлетворяющие противоречивым требованиям, называются *оптимальными*. Объективно наилучшими (*оптимальными*) решениями были бы такие, при которых наблюдатель (оператор, контролер) вообще не совершал бы ошибок или, по крайней мере, вероятность их была бы минимальной. Поэтому критерий оптимизации  $P_{Oш} = P_I + P_{II} = \min$  называется критерием идеального наблюдателя.

Номенклатура показателей качества при измерении по градуированным шкалам все время претерпевает изменения и окончательно еще не сложилась. Наиболее информативными являются: сходимость; воспроизводимость; неопределенность; точность; правильность; достоверность.

Сходимость - Показатель качества, характеризующий близость результатов измерений одной и той же измеряемой величины, выполненных в *одинаковых* условиях.

Воспроизводимость - Показатель качества, характеризующий близость результатов измерений одной и той же измеряемой величины, выполненных в *разных* условиях.

Неопределенность - Параметр, характеризующий диапазон возможных значений величины.

Точность - Точность характеризует рассеяние результата измерения

$$Q=X+\theta$$

около среднего значения, отождествляемого со значением измеряемой величины.

Аддитивная поправка  $\theta$  является неслучайной величиной, даже если ее значение точно не известно. Поэтому рассеяние результата измерения обусловлено рассеянием показания  $X$ , и мерой точности результата измерения служит среднее квадратическое отклонение показания. Точность многократного измерения с равноточными значениями отсчета в  $\sqrt{n}$  раз выше точности однократного.

Правильность - Внесение в показание поправки направлено на достижение *правильности* результата измерения. Правильность обеспечивается при совпадении среднего значения результата измерения со значением измеряемой величины.

Формы представления измерительной информации зависят от ее предназначения. Если измерительная информация предназначена для дальнейшей переработки, то она представляется в виде закона распределения вероятности результата измерения (эмпирического либо теоретического) или его числовых характеристик (либо их оценок). Если измерительная информация не предназначена для дальнейшей переработки, то она представляется в форме, удобной для восприятия человеком. Такой формой является указание интервала возможных значений измеренной величины.

Количество измерительной информации по К. Э. Шеннону определяется как разность между априорной  $H_0$  и апостериорной  $H$  энтропиями источника сообщения. Источником сообщения (информации) в измерительных задачах служит размер.

Достоверность - Показатель качества, характеризующий степень уверенности в том, что значение измеренной величины находится в указанном интервале. Достоверность измерительной информации — главное условие единства измерений

Рекомендуемая литература

1. [1], 2. [2], 3. [6], 4. [12], 5. [18]

Контрольные задания для СРС [2, 11, 12]

1 Понятие критерия минимума среднего риска.

2 Показатели качества измерения по градуированным шкалам.

3 Представление измерительной информации.

#### **4 Методические указания для выполнения практических (семинарских) занятий**

### **Тема 1. Основные представления общей теории измерения. Количественная и качественная характеристика измеряемых величин (2 час)**

Для занятий необходимо конспект лекций, ГОСТ 8.417-2002 и методические указания для проведения практических занятий,

План практического (семинарского) занятия

1. Изучить конспект лекций по соответствующей теме.

2. Изучить по ГОСТ 8.417-2002 правила написания обозначений единиц и их размерности.

3 Решить задачи.

1. Найти ошибки в записях обозначений единиц физических величин.

2. Зная единицы измерения, выразить размерность производных единиц механических величин через основные величины.

3 Скорость определяется по формуле  $v = \ell / t$ , то  $\dim v = \dim \ell / \dim t = L / T = LT^{-1}$ . Если сила по второму закону Ньютона  $F = ma$ , где  $a = v / t$  - ускорение тела, то  $\dim F = \dim m \cdot \dim a = ML / T^2 = MLT^{-2}$ .

4 В результате наблюдений установлено, что при движении тела по окружности сила  $F$ , прижимающая его к опоре (рисунок 4.1), в какой-то степени зависит от скорости тела  $v$  его массы  $m$  и радиуса окружности  $r$ :

$F = m^{\alpha} v^{\beta} r^{\gamma}$  Какой вид этой зависимости?

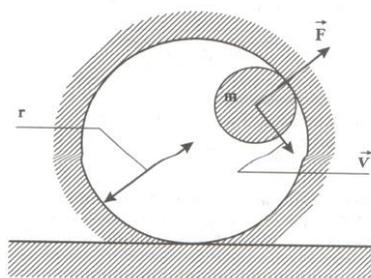


Рисунок 4.1 – Движение тела по окружности

5 Дюймовые доски длиной 3 м и шириной 20 см отпускаются со склада по цене 500 тенге за кубометр. Сколько стоят 10 досок?

6 На мировом рынке нефть продается по цене 80 амер.долларов за баррель. Оценить ежеквартальный объем выручки от экспорта 150 тыс.т нефти.

7 Расстояние от Приозерска до острова Валаам 51 км. За какое время преодолевает это расстояние прогулочный катер, развивающий скорость 15 узлов?

8 Во многих странах Европы температура измеряется по шкале Фаренгейта. Если в Париже  $68^{\circ}F$ , а в Москве  $20^{\circ}C$ , то где теплее?

Рекомендуемая литература [2], [7], [11], [12]

Контрольные задания для СРС [2, 7, 11]:

1 Различие размерных и безразмерных единиц измерений, независимых и произвольно выбранных единиц.

2 Зная единицы измерения, выразить размерность производных единиц механических величин через основные величины.

**Тема 2. Первая аксиома метрологии. Классы точности средств измерений и влияние условий измерений (2 часа)**

Для занятий необходимо иметь методические указания для проведения практических занятий, конспект лекций.

## План практического (семинарского) занятия

1. Изучить конспект лекций по соответствующей теме.
2. Решить задачи.

1 Напряжение в электросети, измеренное одним вольтметром, оказалось равным 203 В, другим – 206 В. Какова неопределенность этих измерений, если опыт предшествовавших измерений теми же вольтметрами приведен в примере 1?

2 Указатель отсчетного устройства вольтметра класса точности 0,5, шкала которого приведена на рисунке 4.2, показывает 124 В. Чему равно измеряемое напряжение?



Рисунок 4.2 – Лицевая панель вольтметра класса точности 0,5 с равномерной шкалой

3 Указатель отсчетного устройства амперметра класса точности 1,5, шкала которого показана на рисунке 4.3, остановился на отметке 4А. Чему равна измеряемая сила тока?

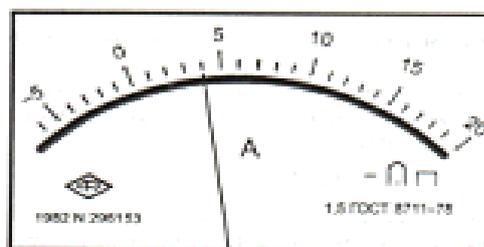


Рисунок 4.3 -Лицевая панель амперметра класса точности 1,5 с равномерной шкалой

4 Указатель отсчетного устройства частотомера класса точности 0,2 с номинальной частотой 50 Гц, шкала которого приведена на рисунке 4.4, показывает 51,4 Гц. Чему равна измеряемая частота?

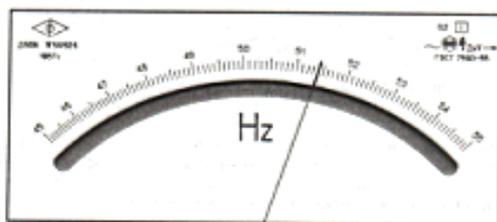


Рисунок 4.4 – Лицевая панель частотомера класса точности 0,2 с номинальной частотой 50 Гц

6 Указатель отсчетного устройства фазометра класса точности 0,5 по верхней шкале на рисунке 4.5 показывает  $39,5^\circ$ . Чему равен угол сдвига фазы между током и напряжением в электрической цепи?

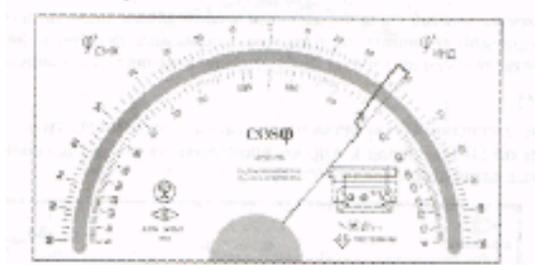


Рисунок 4.5 – Лицевая панель фазометра класса точности 0,5 с существенно неравномерной шкалой

Рекомендуемая литература: [2], [7], [11], [12]

Контрольные задания для СРС [5, 7, 11, 12]:

- 1 Определить источники информации для измерений.
- 2 Зная метрологические характеристики СИ решить задачи по определению класса точности этих СИ (манометров, термометра).

**Тема 3 Вторая аксиома метрологии. Результат измерения по шкале порядка и по градуированным шкалам (2 час)**

Для занятий необходимо методические указания для проведения практических занятий, конспект лекций.

План практического (семинарского) занятия

- 1 Изучить конспект лекций по соответствующей теме.
- 2 Решить задачи.

1 Массив из  $n = 100$  экспериментальных данных, полученных с помощью цифрового измерительного прибора, представлен в таблице 4.1. Каждое  $i$ -е число  $x_i$  повторяется  $m_i$  раз. Что представляет собой отсчет при таком измерении?

Таблица 4.1

$i, j$	$x_i$	$m_i$	$P(x_i)$	$F(x_i)$
--------	-------	-------	----------	----------

1	90,10	1	1/100=0,01	0,01
2	90,11	2	2/100=0,02	0,01+0,02=0,03
3	90,12	5	5/100=0,05	0,03+0,05=0,08
4	90,13	10	10/100=0,10	0,08+0,10=0,18
5	90,14	20	20/100=0,20	0,18+0,20=0,38
6	90,15	24	24/100=0,24	0,38+0,24=0,62
7	90,16	19	19/100=0,19	0,62+0,19=0,81
8	90,17	11	11/100=0,11	0,81+0,11=0,92
9	90,18	5	5/100=0,05	0,92+0,05=0,97
10	90,19	2	2/100=0,02	0,97+0,02=0,99
11	90,20	1	1/100=0,01	0,99+0,01=100

2 Массив экспериментальных данных, полученных с помощью аналогового измерительного прибора, представлен в таблице. При  $n$ -кратном независимом друг от друга повторении измерительной процедуры указатель отсчетного устройства  $m_i$  раз останавливался в каждом из делений шкалы, приведенных во второй графе таблицы 4.2. Что представляет собой отсчет при таком измерении?

Таблица 4.2

$i, k$	Деление шкалы	$m_i$	$p_i(x)$	$F(x)$
1	0,10-0,11	1	1/100=0,01	0,01
2	0,11-0,12	2	2/100=0,02	0,01+0,02=0,03
3	0,12-0,13	6	6/100=0,06	0,03+0,06=0,09
4	0,13-0,14	11	11/100=0,11	0,09+0,11=0,20
5	0,14-0,15	19	19/100=0,19	0,20+0,19=0,39
6	0,15-0,16	23	23/100=0,23	0,39+0,23=0,62
7	0,16-0,17	20	20/100=0,20	0,62+0,20=0,82
8	0,17-0,18	10	10/100=0,10	0,82+0,10=0,92
9	0,18-0,19	5	5/100=0,05	0,92+0,05=0,97
10	0,19-0,20	3	3/100=0,03	0,97+0,03=0,100

Измерить массу каждого из двух изделий, показанных на рисунке 4.6. Неопределенностью результатов измерений можно пренебречь.

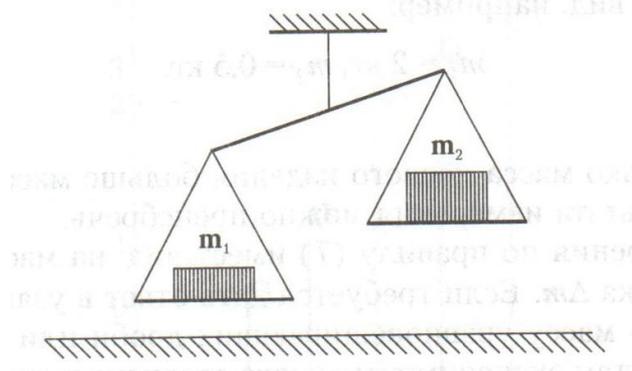


Рисунок 4.6 - Сравнение массы двух изделий

3 Измерить, на сколько масса первого изделия больше массы второго. Неопределенностью результата измерения можно пренебречь.

4 Рассчитать, на сколько масса первого изделия больше массы второго, используя для этого результаты измерений.

5 Рассчитать, во сколько раз масса первого изделия больше массы второго, используя для этого результаты измерений.

Рекомендуемая литература: [2], [5], [11], [12].

Контрольные задания для СРС [2, 5, 11, 12].:

1 Рассмотреть формы представления результата измерения.

2 Решить задачи 3, 4, 5.

#### **Тема 4. Третья аксиома метрологии. Математические действия с одним и несколькими результатом измерений (2 часа)**

План практического (семинарского) занятия

1 Изучить конспект лекций по соответствующей теме.

2 Решить задачи.

1 Имея набор гирь 1,2,3,5,10 кг, необходимо определить массы рабочих гирь.

2 Удвоить результат измерения  $g$ , эмпирическое распределение вероятностей числовых значений которого представлено таблице 4.3.

Таблица 4.3

$r$	$m$	$P$
3	20	0,2
4	50	0,5
5	30	0,3

3 Возвести в квадрат результат измерения, рассмотренный в предыдущем примере.

4 Определить трансформацию плотности вероятности  $p_A(A)$  результата измерения  $A$  после линейного преобразования  $Q=aA+b$ .

5 Определить трансформацию нормированного нормального закона распределения вероятности, которому подчиняется результат измерения  $A$ , после нелинейного преобразования  $Q = A^2$ .

6 Распределение вероятностей числовых значений результата измерения одной из сторон прямоугольника представлено табл. 10. Независимое измерение прилежащей стороны дало в точности такой же результат, то есть прямоугольник является квадратом. Определить его полупериметр.

7 В таблице 4.4 приведено 100 независимых значений результата измерения массы консервированного продукта вместе со стеклянной банкой и крышкой  $m_б$  (брутто), в таблице 4.5 — только банки и крышки (тары)  $m_т$ .

Определить массу консервированного продукта  $m_H$  (нетто).

Таблица 4.4

$m_б, кг$	$m$	$P_б$
3,98	30	0,3

4,00	50	0,5
4,03	10	0,1
4,04	10	0,1

Таблица 4.5

$m_T, кг$	$m$	$P_T$
0,88	20	0,2
0,90	70	0,7
0,93	10	0,1

8 При однократном взвешивании продукта в таре, рассмотренной в задаче 7, на противоположную чашу настольных циферблатных весов поставлены две гири по  $(2 \pm 0,01)$  кг. Стрелочный указатель весов остановился на отметке шкалы 300 г. Определить массу продукта  $m_H$ , если известно, что показание весов подчиняется нормальному закону распределения вероятности со средним квадратическим отклонением 5 г.

9 Найти плотность вероятности суммы двух независимых результатов измерения  $A$  и  $B$ , первый из которых подчиняется нормированному нормальному закону, а второй — равномерному закону распределения вероятности на интервале  $[-1, 1]$ .

10 Найти стандартное отклонение площади квадрата в примере 46 [2] по

$$\text{формуле } S_z = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial X} S_x\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial Y} S_y\right)^2 + \dots}$$

11 Решить пример 40 [2] методом приближенных вычислений на уровне оценок числовых характеристик.

Рекомендуемая литература [1, 2, 5, 7]

Контрольные задания для СРС [1, 2, 5, 7]

- 1 Математические действия с одним результатом измерений
- 2 Математические действия несколькими результатом измерений
- 3 Решить задачи 9, 10, 11

### **Тема 5. Однократное измерение. Однократное измерение по шкале порядка и по градуированным шкалам (2 часа)**

План практического (семинарского) занятия

- 1 Изучить конспект лекций по соответствующей теме.
- 2 Решить задачи.

1 При испытании объекта на электромагнитную совместимость контролируется его излучение на фиксированной частоте. Если объект удовлетворяет предъявляемым требованиям, то мгновенное значение напряжения на выходе индикатора (напряжение «шума») подчиняется нормальному закону с плотностью вероятности (23) [2]  $\sigma_u^2 = 2,25 \text{ В}^2$ . Если объект не удовлетворяет предъявляемым требованиям, то мгновенное значение напряжения на выходе индикатора подчиняется нормальному закону с плотностью вероятности (24) [2]. Рассчитать пороговое значение напря-

жения на выходе индикатора, обеспечивающее условную вероятность ошибки I рода  $\alpha = 0,1$ .

2 Определить цену деления  $\Delta$  шкалы отсчетного устройства измерительного прибора, если его показание  $X$  подчиняется нормальному закону распределения вероятности со средним квадратическим отклонением  $\sigma_x$ .

3 Вольтамперметром М-11-08 класса точности 0,2 с входным сопротивлением  $R_{ВХ} = 4$  кОм в диапазоне измерений (0...15) В измеряется падение напряжения на нагрузке  $R$ , величина которой установлена с помощью магазина сопротивлений МСР-63 такой, как это показано на рисунке 4.7. Схема электрических соединений приведена на рисунке 4.8.

Каков интервал возможных значений измеряемого напряжения, если показание вольтамперметра  $U_v = 8$  В?

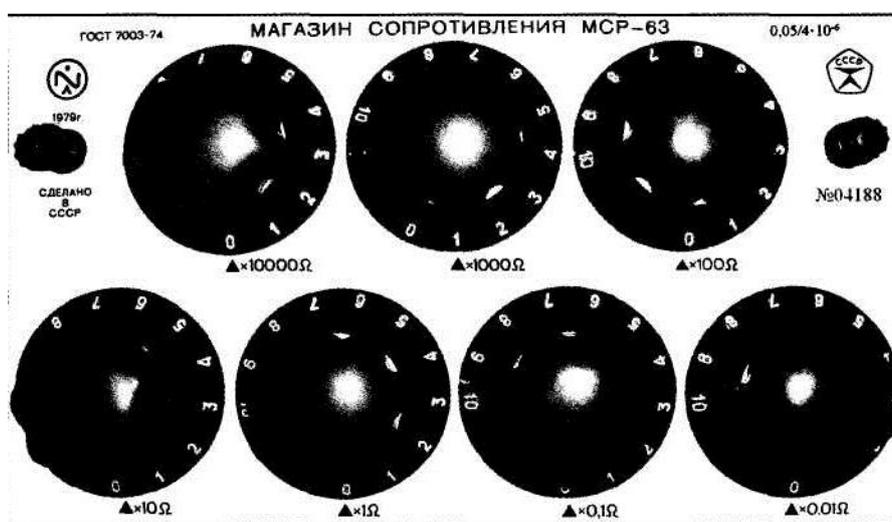


Рисунок 4.7 – Установки величины сопротивления нагрузки в примере 53

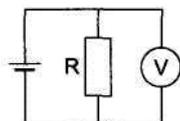


Рисунок 4.8 – Схема электрических соединений в примере 53

4 Амперметром Э 3257 класса точности 0,5 с внутренним сопротивлением  $R_{ВН} = 473$  Ом в диапазоне измерений (0 ... 5) А измеряется сила постоянного электрического тока, протекающего через сопротивление  $R$ , величина которого установлена с помощью магазина сопротивлений МСР-63 такой, как это показано на рис. 57. Схема электрических соединений приведена на рисунке 4.9.

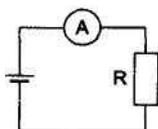


Рисунок 4.9- Схема электрических соединений в примере 54[2]

Чему равна сила тока, протекающего через сопротивление, если показание амперметра

$$I_A = 3,8 \text{ A?}$$

Рекомендуемая литература: [2], [7], [12], [19].

Контрольные задания для СРС [2, 7, 12, 19]:

1 Прямые однократные и многократные измерения.

2 Порядок проведения однократного измерения по шкале порядка

3 Порядок проведения однократного измерения по градуированным шкалам.

## Тема 6. Многократное измерение. Выборочный статистический контроль (2 часа)

План практического (семинарского) занятия

1 Изучить конспект лекций по соответствующей теме.

2 Решить задачи.

1 При выборочном статистическом контроле качества продукции, поставляемой крупными партиями, между поставщиком и заказчиком достигнуто соглашение о следующих требованиях к качеству товара:

$$AQL=10 \text{ \%};$$

$$LQ= 50 \text{ \%}/$$

Согласованные требования к качеству решений, принимаемых при выборочном статистическом контроле, сформулированы следующим образом:

$$\alpha = 0,05;$$

$$\beta = 0,01.$$

Составить план контроля на согласованных условиях.

Используя условия примера 51 [2], синтезировать решение, оптимальное по критерию минимума среднего риска, если объект бракуется уже при отношении мощности сигнала к мощности шумовых помех  $\frac{\bar{u}^2}{\sigma_u^2} = 5$ . Репутация фирмы-

поставщика такова, что вероятность брака на порядок меньше вероятности того, что объект окажется годным, но ошибка II рода обходится в 100 раз дороже ошибки I рода.

По условиям предыдущего примера синтезировать решение, оптимальное по критерию идеального наблюдателя

$$P_{\text{ош}} = P_I + P_{II} = \alpha P_{\Gamma} + \beta P_{\delta} = \min$$

Рекомендуемая литература: [2], [7], [12], [19].

Контрольные задания для СРС [2, 7, 12, 19]:

1 Обработка результатов измерений при статистическом контроле качества продукции.

2 Правила округления результатов измерений.

**Тема 7. Многократное измерение. Многократное измерение с равноточными и неравноточными значениями отсчета (3 часа)**

План практического (семинарского) занятия

1 Изучить конспект лекций по соответствующей теме.

2 Решить задачи.

1 Пятнадцать независимых числовых значений результата измерения температуры в помещении по шкале Цельсия приведены во второй графе таблицы 4.6. Согласно априорной информации, результат измерения подчиняется нормальному закону распределения вероятности. Нет ли ошибок в экспериментальных данных?

Таблица 4.6

$i$	$t_i$	$t_i - \hat{t}_{15}$	$(t_i - \hat{t}_{15})^2$	$t_i - \hat{t}_{14}$	$(t_i - \hat{t}_{14})^2$
1	20,42	+0,016	0,000256	+0,009	0,000081
2	43	+0,026	676	+0,019	361
3	40	-0,004	016	-0,011	121
4	43	+0,026	676	+0,019	361
5	42	+0,016	256	+0,009	081
6	43	+0,026	676	+0,019	361
7	39	-0,014	196	-0,021	441
8	30	-0,104	10816	—	—
9	40	-0,004	016	-0,011	121
10	43	+0,026	676	+0,019	361
11	42	+0,016	256	+0,009	081
12	41	+0,006	036	-0,001	001
13	39	-0,014	196	-0,021	441
14	39	-0,014	196	-0,021	441
15	40	-0,004	016	-0,011	121

2 Сто независимых числовых значений результата измерения, каждое из которых повторилось  $m$  раз, приведены в первой графе таблицу 4.7.

Таблица 4.7

$Q$	$m$	$mQ$	$Q - \hat{Q}_{100}$	$(Q - \hat{Q}_{100})^2$	$m(Q - \hat{Q}_{100})^2$
8,30	1	8,30	-0,33	0,1089	0,1089
8,35	2	16,70	-0,28	0,0784	0,1568
8,40	4	33,60	-0,23	0,0529	0,2116
8,45	5	42,25	-0,18	0,0324	0,1620
8,50	8	68,00	-0,13	0,0169	0,1352
8,55	10	85,50	-0,08	0,0064	0,0640
8,60	18	154,80	-0,03	0,0009	0,0162
8,65	17	147,05	0,02	0,0004	0,0068
8,70	12	104,40	0,07	0,0049	0,0588
8,75	9	78,75	0,12	0,0144	0,1296
8,80	7	61,60	0,17	0,0289	0,2023
8,85	6	53,10	0,22	0,0484	0,2904
8,90	0	—	—	—	—
8,95	1	8,95	0,32	0,1024	0,1024

Проверить гипотезу о том, что результат измерения подчиняется нормальному закону распределения вероятности.

Измерения меры длины, являющейся рабочим эталоном, выполненные приборами разной точности, дали результаты, приведенные в таблице 4.8

Известно, что результат измерения вертикальным оптиметром подчиняется нормальному закону распределения вероятности со стандартным отклонением 0,4 мкм; при измерении машиной типа Цейсс — соответственно 0,8 мкм; машиной типа Сип — 0,7 мкм; миниметром с ценой деления 1 мкм — 0,5 мкм. Каково отклонение размера от номинального значения?

Таблица 4.8

Порядковый номер измерения	Отклонение от номинального значения меры, мкм			
	Вертикальный оптиметр	Машина типа Цейсс	Машина типа Сип	Миниметр с ценой деления 1 мкм
Е	11,3	10,8	9,8	10,4
2	-	11,1	10,7	11,2
3	-	10,9	-	10,1
4	-	-	-	9,9

Рекомендуемая литература: [2], [7], [12], [19].

Контрольные задания для СРС [2, 7, 12, 19]:

1. Выполнить проверку нормальности закона распределения вероятности результата измерения при многократном измерении с равноточными значениями отсчета.

2 Определить пределы, в которых находится значение измеряемой величины при многократных измерениях с равноточными значениями отсчета.

3 Обработка нескольких серий измерений при многократных измерениях с неравноточными значениями отсчета.

### 5 Тематический план самостоятельной работы студента с преподавателем

Наименование темы СРСП	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
1 Физические величины и единицы их измерения	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения и опрос	Конспект по теме	[2], [11], [14]
2 Закон РК "Об обеспечении единства измерений"	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения и опрос	Конспект по теме	[1] [10] [18]
3 Эталоны и поверочные схемы	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения и опрос	Конспект по теме	[3] [5] [13] [19]

4 Точечные и интервальные оценки	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения, решение задач	Конспект по теме	[7] [13] [19]
5 Обработка результатов прямых измерений	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения, решение задач	Конспект по теме	[7] [13] [19]
6 Проверка нормальности	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения, решение задач	Конспект по теме	[7] [13] [19]
7 Обработка результатов косвенных измерений	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения, решение задач	Конспект по теме	[1] [4] [5] [12] [18]
8 Проблемы технических измерений	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения и опрос	Конспект по теме	[1] [4] [5] [12] [18]
9 Новая Международная практическая шкала и проблемы повышения точности измерения температуры	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения и опрос	Конспект по теме	[1] [4] [5] [12] [18]
10 Метрологическое исследование в области измерений термодинамических величин	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения и опрос	Конспект по теме	[1] [4] [5] [12] [18]
11 Решение некоторых статистических задач для класса экспоненциальных распределений случайных величин	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения и опрос	Конспект по теме	[1] [4] [5] [17] [20]
12 Цифровая обработка сигналов	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения и опрос	Конспект по теме	[1] [4] [5] [12] [14]
13 Оценка метрологической надежности измерительных приборов и многозначных мер	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения и опрос	Конспект по теме	[1] [4] [5] [12] [23]
14 Методы построения градуировочных характеристик средств измерений	Углубление	Разъяснения и	Конспект по	[1] [4] [5]

	знаний по данной теме	опрос	теме	[12] [18]
15 Структурные методы повышения точности измерительных устройств	Углубление знаний по данной теме	Разъяснения и опрос	Конспект по теме	[1] [4] [5] [13] [21]

## **6 Материалы для контроля знаний студентов в период рубежного контроля и итоговой аттестации**

### **6.1 Тематика письменных работ по дисциплине**

#### **6.1.1 Тематика рефератов**

1. Точные измерения: кто в них нуждается и почему?
2. Оценка погрешностей результатов измерений.
3. Теоретические основы информационно-измерительной техники.
4. Проблемы технических измерений.
5. Погрешности измерений.
6. Динамика погрешностей средств измерений.
7. Метрологическое обеспечение автомобильного транспорта.
8. О месте метрологии в системе науки и еще раз о ее постулатах.
9. Новая Международная практическая шкала и проблемы повышения точности измерения температуры.
10. Метрологическое исследование в области измерений термодинамических величин.
11. Метрологическое обеспечение световых измерений.
12. Решение некоторых статистических задач для класса экспоненциальных распределений случайных величин.
13. Электрические измерения физических величин.
14. Цифровая обработка сигналов.
15. Оценка метрологической надежности измерительных приборов и многозначных мер
16. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов.
17. Методы построения градуировочных характеристик средств измерений.
18. Проверка средств измерений электрических и магнитных величин.
19. Структурные методы повышения точности измерительных устройств.
20. Автоматическая коррекция погрешностей измерительных устройств.

#### **6.1.2 Тематика контрольных работ**

1. Закон РК «Об обеспечении единства измерений»
2. Физические величины. Классификация величин
3. Понятия отношений эквивалентности, порядка и аддитивности
4. Постулаты теории измерений
5. Измерение, остальные операции и этапы

6. Понятия контроля, счета, испытания, величины
7. Системы физических величин и их единиц
8. Размерность физических величин. Основные единицы системы СИ
9. Эталоны единиц физических величин
10. Поверочные схемы
11. Классификация измерений. Интенсивные величины
12. Принципы построения систем единиц физических величин. Внесистемные единицы
13. Международная система СИ
14. Правила округления результатов измерений. Погрешность и неопределенность
15. Систематические погрешности
16. Математические модели и характеристики погрешностей
17. Равноточные измерения. Грубые погрешности
18. Доверительная вероятность. Доверительный интервал
19. Случайные погрешности
20. Средства измерений. Классификация
21. Основы теории суммирования погрешностей
22. Критерии исключения систематических погрешностей
23. Шкалы измерений
24. Совместные и совокупные измерения
25. Физические величины. Классификация

## 6.2 Вопросы для самоконтроля

1. Что характеризует близость результатов измерений к истинному значению величины?
2. Следствием, каких причин может быть неопределенность измерения?
3. Какие существуют способы количественной оценки неопределенности?
4. Дайте объяснение способу А оценки неопределенности.
5. Дайте объяснение способу В оценки неопределенности.
6. В каком порядке получают и используют количественную информацию?
7. Как обозначают размерность и в чем ее смысл?
8. Какая информация является априорной ее источники? Ее источники.
9. Какие виды измерений различают по характеру зависимости измеряемой величины от времени?
10. Какие виды измерений различают по способу получения результатов измерений?
11. Какие виды измерений различают по назначению?
12. Какие виды измерений различают по способу выражения результатов?
13. Что является основными характеристиками измерений?
14. Какие существуют условия, влияющие на измерения?
15. В каких случаях применяют метод симметричных измерений?
16. В каких случаях применяют метод замещения?
17. Как осуществляется компенсация влияющего фактора по знаку?

18. В каких случаях применяют метод противопоставления?
19. Какие существуют формы представления результата измерения?
20. Что является мерой рассеяния случайных чисел?
21. Что в метрология характеризует меру неопределенности?
22. Что такое точечные оценки и каким требованиям они должны удовлетворять?
23. Назовите порядок выполнения однократного измерения.
24. Какова последовательность действий при выборочном статистическом контроле?
25. В каком порядке выполняется многократное измерение?
26. Какие существуют законы распределения случайных величин?
27. Как определяется качество измерений?
28. Назовите наиболее информативные показатели качества измерений?
29. Как определяется количество измерительной информации?
30. Какие существуют формы представления измерительной информации и отчего они зависят?

### **6.3 Экзаменационные билеты**

#### **Экзаменационный билет № 1**

1. Свойства окружающего мира и их меры..
  2. Первая аксиома метрологии.
  3. Проверка гипотезы о законе распределен Формы представления результата измерений. Результат измерения по шкале порядка.
- 

#### **Экзаменационный билет № 2**

1. Неопределенность измерения. Способ А.
  2. Измерительные шкалы. Шкала порядка.
  3. Измерительная информация. Достоверность.
- 

#### **Экзаменационный билет № 3**

1. Измерение и наука об измерениях.
  2. Измерительная информация. Формы представления измерительной информации.
  - 3 Математические действия с одним результатом измерений.
- 

#### **Экзаменационный билет № 4**

1. Качественная характеристика измеряемых величин..
  2. Вторая аксиома метрологии. Способ получения измерительной информации.
  3. Результат измерения.
- 

#### **Экзаменационный билет № 5**

1. Неопределенность измерения. Способ В.
  2. Обратная задача теории измерений. Градуировка.
  3. Проверка равномерности двух серий измерений.
- 

#### **Экзаменационный билет № 6**

---

1. Измерительные шкалы. Шкала отношений.
  2. Факторы, влияющие на результат измерения в процессе измерения.
  3. Количественная характеристика измеряемых величин.
- 

#### **Экзаменационный билет № 7**

1. Источники априорной информации. Опыт предшествующих измерений. Классы точности средств измерений.
  2. Факторы, влияющие на результат измерения после измерения при выполнении измерения. Метод симметричных измерений.
  3. Порядок выполнения многократного измерения с равноточными значениями отсчета.
- 

#### **Экзаменационный билет № 8**

1. Многократное измерение по шкале порядка. Основы теории выборочного статистического контроля.
  2. Источники априорной информации. Условия измерений.
  3. Однократное измерение по градуированным шкалам.
- 

#### **Экзаменационный билет № 9**

1. Однократное измерение по шкале порядка. Теория индикатора
2. Свойства окружающего мира и их меры.
3. Измерительные шкалы. Шкала интервалов.

#### **Экзаменационный билет № 10**

1. Многократное измерение с равноточными значениями отсчета. Проверка нормальности закона распределения вероятности результата измерения..
  2. Третья аксиома метрологии. Факторы, влияющие на результат измерения.
  3. Измерение и наука об измерениях.
- 

#### **Экзаменационный билет № 11**

- 1 Факторы, влияющие на результат измерения после измерения и при подготовке к измерениям, при окончательном оформлении результатов.
2. Качество измерений по градуированным шкалам. Точность.
3. Первая аксиома метрологии.

#### **Экзаменационный билет № 12**

1. Источники априорной информации. Условия измерений.
  2. Качество измерений по шкале порядка
  3. Факторы, влияющие на результат измерения после измерения. Компенсация влияющего фактора по знаку.
- 

#### **Экзаменационный билет № 13**

1. Факторы, влияющие на результат измерения после измерения. Метод противопоставления.
2. Качество измерений по градуированным шкалам. Правильность.
3. Качественная характеристика измеряемых величин.

#### **Экзаменационный билет № 14**

1. Формы представления результата измерений. Результат измерения по градуированным шкалам.
2. Источники априорной информации. Опыт предшествующих измерений. Классы точности средств измерений.

3. Многократное измерение с неравноточными значениями отсчета. Обработка нескольких серий измерений.

---

#### Экзаменационный билет № 17

1. Проверка значимости различия между средними арифметическими в двух сериях измерений.
  2. Измерительные шкалы. Шкала отношений.
  3. Первая аксиома метрологии.
- 

#### Экзаменационный билет № 18

1. Многократное измерение с равноточными значениями отсчета. Обнаружение и исключение ошибок.
  2. Измерительные шкалы. Шкала отношений.
  3. Свойства окружающего мира и их меры.
- 

#### Экзаменационный билет № 19

1. Формы представления результата измерений. Результат измерения по шкале порядка.
  2. Источники априорной информации. Опыт предшествовавших измерений. Классы точности средств измерений.
  3. Третья аксиома метрологии. Факторы, влияющие на результат измерения.
- 

#### Экзаменационный билет № 20

1. Результат измерения.
  2. Многократное измерение с равноточными значениями отсчета. Определение пределов, в которых находится значение измеряемой величины.
  3. Источники априорной информации. Условия измерений.
- 

## 6.4 Тесты

### Вопрос № 1

Закон «Об обеспечении единства измерений» устанавливает следующие объекты метрологического надзора:

- А) стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов.
- В) методики выполнения измерений.
- С) наличие сертификатов о поверке средств измерений.
- Д) погрешности результатов измерений.
- Е) качество и точность измерений.

### Вопрос № 2

Основные понятия, используемые в Законе «Об обеспечении единства измерений»:

- А) идентификация продукции.
- В) инспекционный контроль.
- С) калибровка средств измерений.
- Д) совместимость.
- Е) технические условия.

### Вопрос № 3

Согласно Закону «Об обеспечении единства измерений» метрологический контроль это:

- А) часть метрологии, относящаяся к деятельности, совершаемой метрологической службой.
- В) деятельность, осуществляемая метрологическими службами государственных органов управления, физических и юридических лиц в целях проверки соблюдения метрологических правил и норм.
- С) деятельность в области метрологии по надзору за СИ.

D) процедура официального признания компетентности метрологической службы.

E) проверка точности измерений.

Вопрос № 4

Согласно Закону «Об обеспечении единства измерений» метрологическая служба это:

A) часть метрологии, относящаяся к деятельности, совершаемой метрологической службой.

B) юридическое лицо, осуществляющее деятельность в области метрологии.

C) совокупность субъектов, деятельность которых направлена на обеспечение единства измерений.

D) физическое лицо, осуществляющее деятельность в области метрологии.

E) нет правильного ответа.

Вопрос № 5

Согласно Закону «Об обеспечении единства измерений» единство измерений это:

A) часть метрологии, относящаяся к деятельности, совершаемой метрологической службой.

B) деятельность, осуществляемая метрологическими службами государственных органов управления, физических и юридических лиц в целях проверки соблюдения метрологических правил и норм.

C) деятельность в области метрологии по надзору за СИ.

D) состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений находятся в установленных границах с заданной вероятностью.

E) достоверность и точность измерений.

Вопрос № 6

Согласно Закону «Об обеспечении единства измерений» государственная система обеспечения единства измерений это:

A) часть метрологии, относящаяся к деятельности, совершаемой метрологической службой.

B) деятельность, осуществляемая метрологическими службами государственных органов управления, физических и юридических лиц в целях проверки соблюдения метрологических правил и норм.

C) совокупность объектов, органов государственного управления, физических и юридических лиц, осуществляющих в пределах своей компетенции работы в области обеспечения единства измерений.

D) система, в которой результаты измерений выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений находятся в установленных границах с заданной вероятностью.

E) система, обеспечивающая достоверность и точность измерений.

Вопрос № 7

Согласно Закону «Об обеспечении единства измерений» испытание средств измерений это:

A) совокупность операций, проводимых для определения степени соответствия средств измерений установленным нормам с применением к объектам испытаний различных испытательных средств.

B) деятельность, осуществляемая метрологическими службами государственных органов управления, физических и юридических лиц в целях проверки соблюдения метрологических правил и норм.

C) совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного СИ, и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона.

D) результаты измерений, выраженные в узаконенных единицах величин.

E) испытания, обеспечивающие достоверность и точность измерений.

Вопрос № 8

Согласно Закону «Об обеспечении единства измерений» калибровка средства измерений это:

A) часть метрологии, относящаяся к деятельности, совершаемой метрологической службой.

В) деятельность, осуществляемая метрологическими службами государственных органов управления, физических и юридических лиц в целях проверки соблюдения метрологических правил и норм.

С) совокупность объектов, органов государственного управления, физических и юридических лиц, осуществляющих в пределах своей компетенции работы в области обеспечения единства измерений.

Д) совокупность операций, проводимых для определения степени соответствия средств измерений установленным нормам с применением к объектам испытаний различных испытательных средств.

Е) совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного СИ, и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона.

#### Вопрос № 9

Согласно Закону «Об обеспечении единства измерений» поверка средств измерений это:

А) совокупность операций, проводимых для определения степени соответствия средств измерений установленным нормам с применением к объектам испытаний различных испытательных средств.

В) деятельность, осуществляемая метрологическими службами государственных органов управления, физических и юридических лиц в целях проверки соблюдения метрологических правил и норм.

С) совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного СИ, и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона.

Д) совокупность операций, выполняемых государственной метрологической службой или другими аккредитованными юридическими лицами в целях определения и подтверждения соответствия средства измерения установленным нормам и метрологическим требованиям.

Е) испытания, обеспечивающие достоверность и точность измерений.

#### Вопрос № 10

Согласно Закону «Об обеспечении единства измерений» методика выполнения измерений это:

А) совокупность операций, проводимых для определения степени соответствия средств измерений установленным нормам с применением к объектам испытаний различных испытательных средств.

В) совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с точностью, установленной данной методикой выполнения измерений.

С) совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного СИ, и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона.

Д) совокупность операций, выполняемых государственной метрологической службой или другими аккредитованными юридическими лицами в целях определения и подтверждения соответствия средства измерения установленным нормам и метрологическим требованиям.

Е) методы измерений, обеспечивающие достоверность и точность измерений.

#### Вопрос № 11

Согласно Закону «Об обеспечении единства измерений» метрологическая аттестация методики выполнения измерений это:

А) деятельность, совершаемая метрологической службой.

В) деятельность, осуществляемая метрологическими службами государственных органов управления, физических и юридических лиц в целях проверки соблюдения метрологических правил и норм.

С) установление соответствия методики выполнения измерений предъявляемым к ней метрологическим требованиям.

Д) совокупность операций, выполняемых государственной метрологической службой в области обеспечения единства измерений.

Е) система, обеспечивающая достоверность и точность измерений.

Вопрос № 12

Согласно Закону «Об обеспечении единства измерений» сличение это:

А) сравнение результатов исследований метрологических характеристик эталонов и средств измерений.

В) деятельность, осуществляемая метрологическими службами государственных органов управления, физических и юридических лиц в целях проверки соблюдения метрологических правил и норм.

С) установление соответствия средств измерений предъявляемым к ним метрологическим требованиям.

Д) совокупность операций, выполняемых государственной метрологической службой в области обеспечения единства измерений.

Е) воспроизводимость результатов измерений.

Вопрос № 13

Согласно Закону «Об обеспечении единства измерений» государственный эталон единицы величины это:

А) эталон единицы величины, признанный решением уполномоченного органа в качестве исходного на территории Республики Казахстан.

В) средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины в целях передачи ее размера другим средствам измерений.

С) СИ, устанавливающее соответствие между средствами измерений более низкой точности.

Д) все выше указанное.

Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 14

Согласно Закону «Об обеспечении единства измерений» эталон единицы величины это:

А) эталон единицы величины, признанный решением уполномоченного органа в качестве исходного на территории Республики Казахстан.

В) средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы величины в целях передачи ее размера другим средствам измерений данной величины, утвержденное в порядке, установленном уполномоченным органом.

С) СИ, устанавливающее соответствие между средствами измерений более низкой точности.

Д) техническое средство, предназначенное для измерений и имеющее нормированные метрологические характеристики.

Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 15

Закон «Об обеспечении единства измерений» устанавливает следующие понятие:

А) стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов.

В) единство измерений.

С) наличие сертификатов о поверке средств измерений.

Д) погрешности результатов измерений.

Е) качество и точность измерений.

Вопрос № 16

Закон «Об обеспечении единства измерений» устанавливает следующие понятие:

А) стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов.

В) метрологический контроль.

С) наличие сертификатов о поверке средств измерений.

Д) погрешности результатов измерений.

Е) качество и точность измерений.

Вопрос № 17

Аспектами, определяющими значимость измерения являются:

А) философский аспект.

В) научный аспект.

С) технический аспект.

Д) все выше перечисленное.

Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 18

Технический аспект значимости измерений составляет следующее:

А) измерение обеспечивает получение количественной информации об объекте, без которой нельзя точно воспроизвести все заданные условия технического процесса.

В) с помощью измерений осуществляется связь теории и практики.

С) без измерений невозможна проверка научных гипотез.

Д) измерения являются универсальным методом познания явлений и процессов.

Е) измерение представляет собой сложную процедуру проведения измерительного эксперимента .

Вопрос № 19

Философский аспект значимости измерений состоит в том, что:

А) измерение обеспечивает получение количественной информации об объекте, без которой нельзя точно воспроизвести все заданные условия технического процесса.

В) с помощью измерений осуществляется связь теории и практики.

С) без измерений невозможна проверка научных гипотез.

Д) измерения являются универсальным методом познания физических явлений и процессов.

Е) измерение представляет собой сложную процедуру проведения измерительного эксперимента.

Вопрос № 20

Философский аспект значимости измерений состоит в том, что:

А) измерение обеспечивает получение количественной информации об объекте, без которой нельзя точно воспроизвести все заданные условия технического процесса.

В) с помощью измерений осуществляется связь теории и практики.

С) без измерений невозможна проверка научных гипотез.

Д) измерения являются универсальным методом познания физических явлений и процессов.

Е) измерение представляет собой сложную процедуру проведения измерительного эксперимента.

Вопрос № 21

Объект измерения - это:

А) реальный физический объект, свойства которого характеризуются одной или несколькими измеряемыми физическими величинами.

В) техническое средство измерений.

С) рабочий средства измерений.

Д) нет правильного ответа.

Е) ответы В) и С).

Вопрос № 22

Целями обеспечения единства измерений являются:

А) защита интересов граждан и экономики Республики Казахстан от последствий недостоверных результатов измерений.

В) обеспечение безопасности и качества отечественной и импортируемой продукции, процессов и услуг.

С) обеспечение достоверного учета всех видов материальных и энергетических ресурсов.

D) обеспечение достоверности измерений при фундаментальных исследованиях и научных разработках.

E) все выше перечисленное.

Вопрос № 23

Целью обеспечения единства измерений является:

A) защита интересов граждан и экономики Республики Казахстан от последствий недостоверных результатов измерений.

B) продвижение отечественной продукции на мировой рынок.

C) устранение технических барьеров в торговле.

D) обеспечение достоверности оценки соответствия.

E) ответы B) и C).

Вопрос № 24

Целью обеспечения единства измерений является:

A) обеспечение достоверного учета всех видов материальных и энергетических ресурсов.

B) продвижение отечественной продукции на мировой рынок.

C) устранение технических барьеров в торговле.

D) обеспечение достоверности оценки соответствия.

E) ответы A) и C).

Вопрос № 25

Целью обеспечения единства измерений является:

A) устранение технических барьеров в торговле.

B) обеспечение безопасности и качества отечественной и импортируемой продукции, процессов и услуг.

C) обеспечение достоверности оценки соответствия.

D) установление единых требований к метрологическим службам.

E) все выше перечисленное.

Вопрос № 26

Целью обеспечения единства измерений является:

A) устранение технических барьеров в торговле.

B) обеспечение достоверности оценки соответствия.

C) установление единых требований к метрологическим службам.

D) обеспечение достоверности измерений при фундаментальных исследованиях и научных разработках.

E) нет правильного ответа.

Вопрос № 27

Составляющими теоретической метрологии являются:

A) теория измерительных процедур.

B) теория методов измерений.

C) теория планирования измерений.

D) теория единства измерений.

E) все выше перечисленное.

Вопрос № 28

Составляющими теоретической метрологии являются:

A) теория измерительных процедур.

B) теория методов измерений.

C) теория планирования измерений.

D) теория единства измерений.

E) все выше перечисленное.

Вопрос № 29

К структурным элементам измерения относятся:

A) измерительная задача.

B) объект измерения.

- С) метод и средства измерения.
- Д) все выше перечисленное.
- Е) ответы В) и А).

Вопрос № 30

Априорная информация об объекте измерения - это:

- А) информация об объекте измерения, известная до проведения измерения.
- В) информация об объекте измерения, полученная после проведения измерения.
- С) требования, установленные в нормативном документе.
- Д) все выше перечисленное.
- Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 31

Физические величины можно подразделить на:

- А) вещественные, дифференциальные, основные.
- В) электрические, совокупные, интенсивные.
- С) энергетические, косвенные, тепловые.
- Д) математические, нулевые, совместные.
- Е) вещественные, энергетические, характеризующие процессы.

Вопрос № 32

Отношение эквивалентности – отношение в котором свойство  $X$  у различных объектов  $A$  и  $B$  оказывается:

- А)  $X(A) > X(B)$ , то  $X(B) < X(A)$ .
- В)  $X(A) = X(C)$  и  $X(B) > 0$ , то  $X(A) + X(B) > X(C)$ .
- С)  $X(A) + X(C) = X(A+B)$ .
- Д)  $X(A) + X(B) = X(B) + X(A)$ .
- Е)  $X(A) = X(B)$  и  $X(B) = X(C)$ , то  $X(A) = X(C)$ .

Вопрос № 33

Информация об объекте измерения, известная до проведения измерения называется:

- А) реальной.
- В) апостериорной.
- С) адекватной.
- Д) пороговой.
- Е) априорной.

Вопрос № 34

Прием или совокупность приемов сравнения измеренной физической величины и ее единицей называется:

- А) метод измерений.
- В) принцип измерения.
- С) модель измерения.
- Д) задача измерения.
- Е) анализ измерения.

Вопрос № 35

Совокупность приемов использования физических явлений и процессов с целью определения соотношения однородных величин называется:

- А) методом сравнения.
- В) методом воспроизводства.
- С) измерительным преобразованием.
- Д) масштабным преобразованием.
- Е) генератором установок.

Вопрос № 36

В каком виде измерений результат определяют по известной функциональной зависимости?

- А) прямые.
- В) косвенные.

- С) совокупные.
- Д) совместные.
- Е) относительные.

Вопрос № 37

Определите какая запись обозначений единиц неправильна:

- А) 1, 87 с.
- В) Nm.
- С) 2,05 м.
- Д) 50 г ± 1г.
- Е) от 3 до 5 мм.

Вопрос № 38

В каком виде измерений определяют неизвестную функциональную зависимость между двумя или несколькими неоднородными величинами?

- А) прямые.
- В) косвенные.
- С) совокупные.
- Д) совместные.
- Е) относительные.

Вопрос № 39

В каком методе измерений измеряют разность между искомой и известной (мерой) величинами?

- А) замещений
- В) дифференциальный
- С) нулевой.
- Д) совпадений.
- Е) противопоставлений.

Вопрос № 40

Какой метод измерений используют в штангенциркуле?

- А) замещений.
- В) дифференциальный.
- С) нулевой.
- Д) совпадений.
- Е) противопоставлений.

Вопрос № 41

Основной характеристикой качества процедуры измерений является:

- А) точность.
- В) достоверность.
- С) правильность.
- Д) воспроизводимость.
- Е) результативность.

Вопрос № 42

Какие качества измерений фигурируют в определении метрологии как науки?

- А) точность и достоверность.
- В) единство и точность.
- С) воспроизводимость и единство.
- Д) достоверность и воспроизводимость.
- Е) достоверность и единство.

Вопрос № 43

Свойства общие в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальные для каждого из них называется:

- А) качеством продукции.
- В) физическим величинами.

- С) единицами физических величин.
- Д) качественными характеристиками измеряемых величин.
- Е) показателями качества.

Вопрос № 44

Основной характеристикой качества процедуры контроля является:

- А) точность.
- В) достоверность.
- С) правильность.
- Д) воспроизводимость.
- Е) результативность.

Вопрос № 45

Для реализации измерений в простейшем случае необходимо осуществить две операции.

Какие из приведенных?

- 1) измерительное преобразование.
- 2) воспроизведение величины заданного размера.
- 3) операция передачи.
- 4) масштабное преобразование.

- А) 1 и 2.
- В) 2 и 3.
- С) 3 и 4.
- Д) 1 и 3.
- Е) 1 и 4.

Вопрос № 46

Математическая модель процесса измерения - это:

- А) физическая величина, подлежащая измерению.
- В) математический параметр измеряемой величины.
- С) это информация об объекте измерения, известная до проведения измерения.
- Д) совокупность математических символов и отношений между ними, которая адекватно описывает свойства объекта измерения.
- Е) совокупность приемов сравнения измеряемой величины.

Вопрос № 47

По размерности и обозначению единиц физических величин определите какая это физическая величина – ( $L^2 MT^{-2}$ ):

- А) сила.
- В) работа.
- С) мощность.
- Д) ускорение.
- Е) момент.

Вопрос № 48

Какие две физические величины, из представленных ниже, имеют одинаковую размерность времени?

- 1 время.
- 2 скорость.
- 3 угловая скорость.
- 4 частота.

- А) 1 и 3.
- В) 1 и 4.
- С) 2 и 3.
- Д) 3 и 4.
- Е) 2 и 4.

Вопрос № 49

Третьим этапом измерения является:

- A) измерительный эксперимент.
- B) обработка экспериментальных данных.
- C) планирование измерения.
- D) постановка измерительной задачи.
- E) априорная оценка погрешности измерений.

Вопрос № 50

По размерности и обозначениям единиц физических величин определяем, какая это физическая величина -  $L^2MT^{-2}I^2$  :

- A) индуктивность.
- B) электрическое сопротивление.
- C) мощность.
- D) количество теплоты.
- E) давление.

Вопрос № 51

Размерность физической величины имеет следующий вид:

- A)  $Q = K \cdot X^a \cdot Y^b \cdot Z^g$ .
- B)  $\dim Q = L^\alpha \cdot M^\beta \cdot T^\gamma \cdot I^\eta$ .
- C)  $Q = K_e \cdot K \cdot X^a \cdot Y^b \cdot Z^g$ .
- D)  $\delta = (X - Q)/Q$ .
- E)  $\Delta P = P - P_n = I_n U_A$ .

Вопрос № 52

Истинное значение физической величины:

- A) значение найденное экспериментально и настолько приближается к действительному значению, что может быть использовано вместо него.
- B) значение найденное экспериментально и настолько приближается к истинному значению, что может быть использовано вместо него.
- C) значение идеальным образом отражающее свойство данного объекта, как в количественном, так и в качественном отношении.
- D) значение найденное расчетным путем, что настолько приближается к истинному значению, что может быть использовано вместо него.
- E) значение идеальным образом отражающее свойство данного объекта.

Вопрос № 53

Косвенные измерения это:

- A) измерения, при которых искомое значение находят на основании известной зависимости.
- B) измерения, при которых искомое значение физической величины находят непосредственно по показаниям СИ.
- C) проводимые одновременно измерения нескольких одноименных величин.
- D) проводимые одновременно измерения нескольких неоднородных величин.
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 54

Какие качества измерений фигурируют в определении метрологии как науки?

- A) единство и точность.
- B) точность и достоверность.
- C) воспроизводимость и единство.
- D) достоверность и воспроизводимость.
- E) воспроизводимость и точность.

Вопрос № 55

В каком виде измерений измеряют одновременно несколько одноименных величин, а результат находят путем решения системы уравнений?

- А) совокупные.
- В) прямые.
- С) косвенные.
- Д) совместные.
- Е) относительные.

Вопрос № 56

При взвешивании неизвестной массы –  $M$  на механических весах производятся следующие действия: 1 - массу  $M$  уравнивают гири, 2 - массу  $M$  уравнивают тарой с какой-то массой, 3 - массу  $M$  убирают с одной чашки весов, помещают на вторую, 4 - массу  $M$  убирают с весов и на ее место помещают гири. Назовите порядок действий при взвешивании методом замещения (способ Бордо):

- А) 2, 4.
- В) 1, 3.
- С) 2, 3, 1.
- Д) 1, 3, 1.
- Е) 3, 4, 1.

Вопрос № 57

При взвешивании неизвестной массы –  $M$  на механических весах производятся следующие действия: 1. массу  $M$  уравнивают гири; 2. массу  $M$  уравнивают тарой с какой-то массой; 3. массу  $M$  убирают с одной чашки весов, помещают на вторую; 4. массу  $M$  убирают с весов и на ее место помещают гири. Назовите порядок действий при взвешивании методом противопоставлений (способ Гаусса):

- А) 1, 3, 1.
- В) 1, 3.
- С) 2, 4.
- Д) 2, 3, 1.
- Е) 3, 4, 1.

Вопрос № 58

Величина – это:

А) свойство чего-либо, которое может быть выделено среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе и количественно.

В) философская категория, обуславливающая различие или общность объекта с другими объектами.

- С) упорядоченная совокупность свойств объекта.
- Д) качественная характеристика объекта измерения.
- Е) физическое состояние объекта измерения.

Вопрос № 59

Величины подразделяют на следующие виды:

- А) физические и нефизические.
- В) реальные и идеальные.
- С) реальные и качественные.
- Д) идеальные количественные.
- Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 60

Физическая величина - это:

А) свойство физических тел и процессов.

В) одно из свойств физического объекта в качественном отношении общее для многих физических объектов, а в количественном – индивидуальное для каждого из них.

- С) количественное содержание свойства в данном объекте.
- Д) все выше перечисленное.
- Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 61

Определите какая запись обозначений единиц неправильна:

- A) 1, 87 с.
- B) 200квт.
- C) 2,05 м.
- D) 50 г ± 1г.
- E) от 3 до 5 мм.

Вопрос № 62

Определите какая запись обозначений единиц неправильна:

- A) 1, 87 с.
- B) 200 кВт.
- C) 2,05 м.
- D) 50 ± 1г.
- E) от 3 до 5 мм.

Вопрос № 63

Физические величины по видам делят на:

- A) энергетические, вещественные и характеризующие процессы.
- B) механические и физико-химические.
- C) количественное и качественные.
- D) основные и энергетические.
- E) все выше перечисленное.

Вопрос № 63

Физические величины по степени условной независимости от других величин различают:

- A) основные, производные, дополнительные.
- B) механические и физико-химические.
- C) количественное и качественные.
- D) основные и энергетические.
- E) вещественные и энергетические.

Вопрос № 64

Определите какая запись обозначений единиц неправильна:

- A) 100 км/час.
- B) 200 кВт.
- C) 2,05 м.
- D) 50 ± 1г.
- E) от 3 до 5 мм.

Вопрос № 65

Аддитивная физическая величина - это:

- A) величина, описывающая физические свойства веществ и изделий.
- B) однородная физическая величина, различные значения которой могут быть суммированы, умножены на числовой коэффициент, разделены друг на друга.
- C) величина, описывающая энергетические характеристики объекта.
- D) величина, описывающая физико-химические свойства объекта.
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 66

Как называется шкала, соответствующая физическим величинам, для которых имеет смысл только отношение эквивалентности?

- A) наименований.
- B) порядка.
- C) отношений.
- D) эквивалентности.
- E) абсолютная.

Вопрос № 67

Какая шкала соответствует относительным величинам?

- A) наименований.
- B) отношений.
- C) разности.
- D) абсолютная.
- E) порядка.

Вопрос № 68

Какая шкала является наиболее совершенной и наиболее часто применяемой?

- A) порядка.
- B) разностей.
- C) отношений.
- D) абсолютная.
- E) наименований.

Вопрос № 69

Какая шкала применяется для измерений температуры в градусах Цельсия?

- A) порядка.
- B) разностей.
- C) отношений.
- D) абсолютная.
- E) наименований.

Вопрос № 70

Какая шкала применяется для измерений температуры в градусах Кельвина?

- A) порядка.
- B) разностей.
- C) отношений.
- D) абсолютная.
- E) наименований.

Вопрос № 71

Шкала соответствующая физическим величинам, для которых имеют смысл отношения эквивалентности (равенства) и порядка (больше, меньше), называется шкалой:

- A) наименований.
- B) эквивалентности.
- C) отношений.
- D) порядка.
- E) абсолютная.

Вопрос № 72

Шкала измерений - это:

- A) совокупность правил измерения.
- B) проявление свойств в теории измерений.
- C) совокупность объектов, их свойств и отношений.
- D) упорядоченная совокупность значений физической величины, которая служит основой ее измерения.
- E) совокупность оценок и правил их образования.

Вопрос № 73

Шкала физической величины - это:

- A) упорядоченная совокупность значений этой величины, принятая по оглашению на основании результатов точных измерений.
- B) совокупность правил и процедур оценивания.
- C) совокупность объектов, их свойств и отношений.
- D) упорядоченная совокупность значений физической величины, которая служит основой ее измерения.
- E) совокупность оценок и правил их образования.

Вопрос № 74

Шкала наименований используется для:

А) упорядочивания свойств объектов.

В) измерения физических величин.

С) классификации эмпирических объектов, свойства которых проявляются только в отношении эквивалентности.

Д) упорядочивания физических величин.

Е) все выше перечисленное.

Вопрос № 75

В теории измерений различают следующие типы шкал:

А) метрические и неметрические.

В) измерительные.

С) оценочные.

Д) ответы В) и С).

Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 76

Результат экспериментального решения неравенства  $Q_i < Q_j$  или  $Q_i > Q_j$  может быть представлен шкалой:

А) наименований.

В) отношений.

С) порядка.

Д) разностей.

Е) абсолютной.

Вопрос № 77

Результат экспериментального сравнения  $i$ -го размера с  $j$ -м, проведенный по правилу  $Q_i - Q_j = \Delta Q_{ij}$  представляет собой шкалу:

А) наименований.

В) отношений.

С) порядка.

Д) интервалов.

Е) абсолютной.

Вопрос № 78

Результат экспериментального сравнения  $i$ -го размера с  $j$ -м, проведенный по правилу  $Q_i / Q_j = X_{ij}$  представляет собой шкалу:

А) наименований.

В) отношений.

С) порядка.

Д) интервалов.

Е) абсолютной.

Вопрос № 79

Шкала, описываемая уравнением  $Q = q [Q]$ , представляет собой шкалу:

А) наименований.

В) отношений.

С) порядка.

Д) интервалов.

Е) абсолютной.

Вопрос № 80

Шкала, описываемая уравнением  $Q = Q_0 + q [Q]$ , представляет собой шкалу:

А) интервалов.

В) отношений.

С) порядка.

Д) наименований.

Е) абсолютной.

Вопрос № 81

Начало отсчета на шкале интервалов зависит от:

- A) выбора размера, с которым производится сравнение.
- B) решения, принятого измерителем.
- C) порядка измерений.
- D) единицы измерения.
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 82

Перерасчет значения температуры по формуле  $t^{\circ}\text{C} = 5/9(h^{\circ}\text{F} - 32)$  осуществляется при переходе:

- A) из шкалы Фаренгейта в шкалу Цельсия.
- B) из шкалы Цельсия в шкалу Фаренгейта.
- C) из шкалы Реомюра в шкалу Фаренгейта.
- D) из шкалы Цельсия в шкалу Реомюра.
- E) из шкалы Цельсия в шкалу Кельвина.

Вопрос № 83

Перерасчет значения температуры по формуле  $h^{\circ}\text{F} = 9/5(^{\circ}\text{C} + 32)$  осуществляется при переходе:

- A) из шкалы Фаренгейта в шкалу Цельсия.
- B) из шкалы Цельсия в шкалу Фаренгейта.
- C) из шкалы Реомюра в шкалу Фаренгейта.
- D) из шкалы Цельсия в шкалу Реомюра.
- E) из шкалы Цельсия в шкалу Кельвина.

Вопрос № 84

Один градус по шкале Реомюра равен:

- A)  $80^{\circ}\text{C}$ .
- B)  $2,5^{\circ}\text{C}$ .
- C)  $1,25^{\circ}\text{C}$ .
- D)  $1/8^{\circ}\text{C}$ .
- E)  $-80^{\circ}\text{C}$ .

Вопрос № 85

К шкалам интервалов относится:

- A) классификация эмпирических объектов.
- B) определение транзитивности.
- C) шкала силы землетрясений Рихтера.
- D) летоисчисление по различным календарям.
- E) шкала вязкости.

Вопрос № 86

Температурные шкалы являются шкалами:

- A) интервалов.
- B) отношений.
- C) порядка.
- D) наименований.
- E) абсолютной.

Вопрос № 87

Размер должен быть общепринятым или установленным законодательно на шкале:

- A) наименований.
- B) отношений.
- C) порядка.
- D) интервалов.
- E) абсолютной.

Вопрос № 88

Для измерения относительных величин используется шкала:

- A) интервалов.
- B) отношений.
- C) порядка.
- D) наименований.
- E) абсолютная.

Вопрос № 89

К метрическим шкалам относятся шкалы:

- A) интервалов и отношений.
- B) отношений и порядка.
- C) порядка и наименований.
- D) наименований и интервалов.
- E) абсолютная и порядка.

Вопрос № 90

К неметрическим шкалам относятся шкалы:

- A) интервалов и отношений.
- B) отношений и порядка.
- C) порядка и наименований.
- D) наименований и интервалов.
- E) абсолютная и порядка.

Вопрос № 91

Постулат метрологии  $\alpha$  гласит:

- A) истинное значение измеряемой величины постоянно.
- B) в рамках принятой модели объекта исследования существует определенная измеряемая физическая величина и ее истинное значение.
- C) существует несоответствие измеряемой величины исследуемому свойству объекта .
- D) все выше перечисленное
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 92

Постулат метрологии  $\beta$  гласит:

- A) истинное значение измеряемой величины постоянно.
- B) в рамках принятой модели объекта исследования существует определенная измеряемая физическая величина и ее истинное значение.
- C) существует несоответствие измеряемой величины исследуемому свойству объекта .
- D) все выше перечисленное
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 93

Постулат метрологии  $\gamma$  гласит:

- A) истинное значение измеряемой величины постоянно.
- B) в рамках принятой модели объекта исследования существует определенная измеряемая физическая величина и ее истинное значение.
- C) существует несоответствие измеряемой величины исследуемому свойству объекта.
- D) все выше перечисленное
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 94

Физическая величина - это:

- A) истинное значение измеряемой величины.
- B) измеряемая модель объекта исследования.
- C) одно из свойств физического объекта в качественном отношении общее для многих физических объектов, а в количественном отношении - индивидуальные для каждого из них.
- D) все выше перечисленное
- E) ответы A) и B).

Вопрос № 95

Размер физической величины - это:

- A) истинное значение измеряемой величины.
- B) количественное содержание в данном объекте свойства, соответствующего понятию «физическая величина».
- C) одно из свойств физического объекта в количественном отношении.
- D) все выше перечисленное
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 96

Единица физической величины - это:

- A) истинное значение измеряемой величины.
- B) количественное содержание в данном объекте свойства, соответствующего понятию «физическая величина».
- C) одно из свойств физического объекта в количественном отношении.
- D) физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное единице, и которая применяется для количественного выражения однородных физических величин.
- E) целые или дробные вещественные числа.

Вопрос № 97

Значение физической величины - это:

- A) оценка ее размера в виде некоторого числа принятых для нее единиц.
- B) количественное содержание в данном объекте свойства, соответствующего понятию «физическая величина».
- C) одно из свойств физического объекта в количественном отношении.
- D) физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное единице, и которая применяется для количественного выражения однородных физических величин.
- E) целые или дробные вещественные числа.

Вопрос № 98

Предметом теории подобия является:

- A) установление критериев подобия различных физических явлений и изучение с помощью этих критериев свойств самих явлений.
- B) требования к модели измерения.
- C) одно из свойств физического объекта в количественном отношении.
- D) физическая величина фиксированного размера.
- E) целые или дробные вещественные числа.

Вопрос № 99

Абсолютное подобие - это:

- A) соответствие показателей и параметров выделенных свойств во времени и пространстве.
- B) подобие, предполагающее пропорциональное соответствие значений всех параметров данных объектов.
- C) одно из свойств физического объекта в количественном отношении.
- D) физическая величина фиксированного размера.
- E) подобие, предполагающее адекватность физической природы объектов.

Вопрос № 100

Физические величины делят на:

- A) основные и дробные.
- B) внесистемные и реальные.
- C) целые и дробные.
- D) измеряемые и оцениваемые.
- E) идеальные и измеряемые.

Вопрос № 101

Какая приставка соответствует множителю  $10^{-12}$ ?

- A) тера.
- B) гига.
- C) пико.
- D) нано.
- E) дека.

Вопрос № 102

Какая приставка соответствует множителю  $10^{12}$ ?

- A) тера.
- B) гига.
- C) пико.
- D) нано.
- E) дека.

Вопрос № 103

Какая приставка соответствует множителю  $10^{-9}$ ?

- A) тера.
- B) гига.
- C) пико.
- D) нано.
- E) дека.

Вопрос № 104

Какая приставка соответствует множителю  $10^9$ ?

- A) тера.
- B) гига.
- C) пико.
- D) нано.
- E) дека.

Вопрос № 105

Какой эталон для хранения единицы физической величины и передачи ее размера образцовым средствам измерения высшей точности?

- A) первичный.
- B) специальный.
- C) государственный.
- D) рабочий.
- E) эталон-копия.

Вопрос № 106

Какой ученый впервые предложил методiku построения системы единиц как совокупность основных и производных?

- A) Бодо.
- B) Менделеев.
- C) Лагранж.
- D) Джорджи.
- E) Гаусс.

Вопрос № 107

Внесистемные единицы, изъятые из употребления:

- A) электрон-вольт.
- B) беккерель.
- C) тонна.
- D) миллиметр ртутного столба.
- E) морская миля.

Вопрос № 108

Какой эталон воспроизводит единицу физической величины в особых условиях и заменяет в этих условиях первичный?

- А) вторичный.
- В) эталон-копия.
- С) государственный.
- Д) рабочий.
- Е) специальный.

Вопрос № 109

Воспроизведение единицы ФВ – это:

А) определение значения ФВ в указанных единицах на основании косвенных измерений других величин, функционально связанных с измеряемой.

В) приведение размера единицы ФВ, хранимой поверяемым СИ, к размеру единицы, воспроизводимой и хранимой эталоном.

С) совокупность операций, обеспечивающая неизменность во времени размера единицы, присущего данному СИ.

Д) совокупность операций по материализации единицы ФВ с наивысшей точностью посредством государственного эталона или исходного образцового средства измерения.

Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 110

В какой системе единиц основными единицами являются метр, килограмм, секунда?

- А) СГС.
- В) МКГСС.
- С) МКС.
- Д) МКСА.
- Е) СИ.

Вопрос № 111

Какой государственный первичный эталон из основных единиц СИ воспроизводится не по его определению, так как это практически невозможно?

- А) метр.
- В) секунда.
- С) килограмм.
- Д) ампер.
- Е) моль.

Вопрос № 112

В какой системе единиц основными единицами являются сантиметр, грамм, секунда?

- А) СГС.
- В) МКГСС.
- С) МТС.
- Д) МКСА.
- Е) СИ.

Вопрос № 113

В какой системе единиц основными единицами являются метр, килограмм, секунда, ампер?

- А) СГС.
- В) МКГСС.
- С) МТС.
- Д) МКСА.
- Е) СИ.

Вопрос № 114

В какой системе единиц основными единицами являются метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль, кандела?

- А) СГС.
- В) МКГСС.

- С) МКС.
- Д) МКСА.
- Е) СИ.

Вопрос № 115

Какая из перечисленных единиц была дополнительной в системе СИ до 1994 года?

- А) метр.
- В) радиан.
- С) килограмм.
- Д) Ом.
- Е) вольт.

Вопрос № 116

Стандартные образцы предназначены для обеспечения единства и требуемой точности измерений посредством:

- А) сличения с более точной мерой.
- В) измерения величины воспроизводимой мерой.
- С) калибровки.
- Д) контроля показателей точности измерений.
- Е) определения номинальных значений физической величины.

Вопрос № 117

Поверочные схемы делятся на:

- А) государственные, производные, локальные.
- В) государственные, локальные.
- С) ведомственные, региональные, основные.
- Д) локальные, основные, государственные.
- Е) ведомственные, производные, локальные.

Вопрос № 118

Стандартные образцы состава воспроизводят:

- А) значения величин, характеризующих содержание определенных компонентов.
- В) технические свойства веществ.
- С) допускаемые значения погрешностей.
- Д) номинальные значения физической величины.
- Е) предельные значения измеряемой величины.

Вопрос № 119

Для реализации измерений в простейшем случае необходимо осуществить две операции, какие из приведенных?

- 1) определение модели объекта измерения.
- 2) воспроизведение величины заданного размера.
- 3) операция сравнения.
- 4) масштабное преобразование.

- А) 1 и 2.
- В) 3 и 4.
- С) 1 и 4.
- Д) 2 и 3.
- Е) 1 и 3.

Вопрос № 120

Средства измерений, предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера называется:

- А) измерительными преобразователями.
- В) вещественными мерами.
- С) устройствами сравнения.
- Д) масштабными преобразователями.
- Е) индикаторами.

Вопрос № 121

На чертеже поверочной схемы должны быть указаны:

- А) предельные значения измерений величины.
- В) допускаемые значения физической величины.
- С) допускаемые значения погрешностей средств измерений.
- Д) технические свойства веществ.
- Е) значения величин, характеризующих содержание определенных компонентов.

Вопрос № 122

Внесистемная единица, допускаемая к применению наравне с единицами системы СИ:

- А) кандела.
- В) сименс.
- С) диоптрия.
- Д) люкс.
- Е) беккерель.

Вопрос № 123

Рабочий эталон это:

- А) вторичный эталон, применяемый для передачи размера единицы рабочим средствам измерений.
- В) вторичный эталон, предназначенный для поверки сохранности государственного эталона и для замены в случае порчи или утраты.
- С) вторичный эталон, предназначенный для передачи размеров единиц рабочим эталоном.
- Д) вторичный эталон, применяемый для сличения, которые по тем или иным причинам не могут непосредственно сличаться друг с другом.
- Е) все ответы верны.

Вопрос № 124

Эталон сравнения - это:

- А) все ответы верны.
- В) вторичный эталон, предназначенный для передачи размеров единиц рабочим эталонам.
- С) вторичный эталон, применяемый для передачи размера единицы образцовым средствам измерений высшей точности и при необходимости рабочим средствам измерений.
- Д) вторичный эталон, предназначенный для поверки сохранности государственного эталона и для замены в случае порчи или утраты.
- Е) вторичный эталон, применяемый для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут непосредственно сличаться друг с другом.

Вопрос № 125

Примером одиночного эталона является:

- А) эталон массы в виде платино-иридиевой гири.
- В) эталон-копия вольта.
- С) набор эталонных гирь.
- Д) эталонный набор ареометров.
- Е) эталон площади.

Вопрос № 126

Эталон копия - это:

- А) эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей точностью.
- В) эталон, предназначенный для передачи размеров единиц рабочим эталонам.
- С) вторичный эталон, применяемый для передачи размера единицы образцовым средствам измерений высшей точности и при необходимости рабочим средствам измерений.
- Д) эталон, предназначенный для поверки сохранности государственного эталона и для замены в случае порчи или утраты.
- Е) эталон, применяемый для сличения величин, которые по тем или иным причинам не могут непосредственно сличаться друг с другом.

Вопрос № 127

Эталон свидетель - это:

- А) эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей точностью.
- В) эталон, предназначенный для передачи размеров единиц рабочим эталонам.
- С) эталон, применяемый для передачи размера единицы образцовым средствам измерений высшей точности и при необходимости рабочим средствам измерений.
- Д) эталон, предназначенный для поверки сохранности и неизменности государственного эталона и для замены его в случае порчи или утраты.
- Е) эталон, применяемый для сличения, которые по тем или иным причинам не могут непосредственно сличаться друг с другом.

Вопрос № 128

Вторичный эталон - это:

- А) эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей точностью.
- В) эталон, предназначенный для передачи размеров единиц рабочим эталонам.
- С) эталон, применяемый для передачи размера единицы образцовым средствам измерений высшей точности и при необходимости рабочим средствам измерений.
- Д) эталон, предназначенный для поверки сохранности и неизменности государственного эталона и для замены в случае порчи или утраты.
- Е) эталон, получающий размер единицы непосредственно от первичного эталона данной единицы.

Вопрос № 129

Первичный эталон - это:

- А) эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей точностью.
- В) эталон, предназначенный для передачи размеров единиц рабочим эталонам.
- С) эталон, применяемый для передачи размера единицы образцовым средствам измерений высшей точности и при необходимости рабочим средствам измерений.
- Д) эталон, предназначенный для поверки сохранности и неизменности государственного эталона и для замены в случае порчи или утраты.
- Е) эталон, получающий размер единицы непосредственно от рабочего эталона.

Вопрос № 130

Специальный эталон - это:

- А) первичный эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы в особых условиях.
- В) эталон, предназначенный для передачи размеров единиц рабочим эталонам.
- С) эталон, применяемый для передачи размера единицы образцовым средствам измерений высшей точности и при необходимости рабочим средствам измерений.
- Д) эталон, предназначенный для поверки сохранности и неизменности государственного эталона и для замены в случае порчи или утраты.
- Е) эталон, получающий размер единицы непосредственно от рабочего эталона.

Вопрос № 131

Передача размера единицы – это:

- А) определение значения ФВ в указанных единицах на основании косвенных измерений других величин, функционально связанных с измеряемой.
- В) совокупность операций, обеспечивающая неизменность во времени размера единицы, присущего данному СИ.
- С) воспроизведение единицы созданием фиксированной по размеру ФВ в соответствии с определением единицы.
- Д) приведение размера единицы ФВ, хранимой поверяемым СИ, к размеру единицы, воспроизводимой и хранимой эталоном.
- Е) воспроизведения единицы физической величины с наименьшей погрешностью.

Вопрос № 132

Хранение единицы- это:

- А) определение значения ФВ в указанных единицах на основании косвенных измерений

других величин, функционально связанных с измеряемой.

В) совокупность операций, обеспечивающая неизменность во времени размера единицы, присущего данному СИ.

С) воспроизведение единицы созданием фиксированной по размеру ФВ в соответствии с определением единицы.

Д) приведение размера единицы ФВ, хранимой поверяемым СИ, к размеру единицы, воспроизводимой и хранимой эталоном.

Е) воспроизведение единицы физической величины с наименьшей погрешностью.

Вопрос № 133

Воспроизводимость эталона – это:

А) возможность воспроизведения единицы физической величины с наименьшей погрешностью для существующего уровня развития измерительной техники.

В) свойство эталона удерживать неизменным размер воспроизводимой им единицы в течение длительного интервала времени.

С) возможность обеспечения сличения с эталоном других средств измерения.

Д) определение значения ФВ в указанных единицах на основании косвенных измерений других величин.

Е) характеристика качества измерений данным эталоном.

Вопрос № 134

Сличаемость эталона – это:

А) возможность воспроизведения единицы физической величины с наименьшей погрешностью для существующего уровня развития измерительной техники.

В) свойство эталона удерживать неизменным размер воспроизводимой им единицы в течение длительного интервала времени.

С) возможность обеспечения сличения с эталоном других средств измерения, нижестоящих по поверочной схеме.

Д) определение значения ФВ в указанных единицах на основании косвенных измерений других величин.

Е) характеристика качества измерений данным эталоном.

Вопрос № 135

Неизменность эталона – это:

А) возможность воспроизведения единицы физической величины с наименьшей погрешностью для существующего уровня развития измерительной техники.

В) свойство эталона удерживать неизменным размер воспроизводимой им единицы в течение длительного интервала времени.

С) возможность обеспечения сличения с эталоном других средств измерения, нижестоящих по поверочной схеме.

Д) определение значения ФВ в указанных единицах на основании косвенных измерений других величин.

Е) характеристика качества измерений данным эталоном.

Вопрос № 136

Систематические погрешности по характеру измерения во времени делятся на:

А) методические и субъективные.

В) постоянные и переменные.

С) инструментальные и субъективные.

Д) инструментальные и переменные.

Е) постоянные и субъективные.

Вопрос № 137

Погрешность результата измерения – это

А) разница между результатом измерения  $X$  и истинным значением  $Q$  измеряемой величины.

В) приближенная оценка истинного значения величины.

- С) значение, которое определяется экспериментально.
- Д) значение, идеальным образом отражающее свойство данного объекта.
- Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 138

Результат измерения – это

А) разница между результатом измерения  $X$  и истинным значением  $Q$  измеряемой величины.

- В) приближенная оценка истинного значения величины, найденная путем измерения.
- С) значение, которое определяется экспериментально.
- Д) значение, идеальным образом отражающее свойство данного объекта.
- Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 139

Действительное значение физической величины – это

А) разница между результатом измерения  $X$  и истинным значением  $Q$  измеряемой величины.

- В) приближенная оценка истинного значения величины, найденная путем измерения.
- С) значение, которое определяется экспериментально и близкое к истинному.
- Д) значение, идеальным образом отражающее свойство данного объекта.
- Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 140

Истинное значение физической величины – это

А) разница между результатом измерения  $X$  и истинным значением  $Q$  измеряемой величины.

- В) приближенная оценка истинного значения величины, найденная путем измерения.
- С) значение, которое определяется экспериментально и близкое к истинному.
- Д) значение, идеальным образом отражающее свойство данного объекта как в количественном так и в качественном отношении.
- Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 141

Приведенная погрешность равна отношению:

- А)  $\Delta/Q_N$ .
- В)  $\Delta/Q$ .
- С)  $\Delta/Q_{\text{нор}}$ .
- Д)  $Q_N/Q$ .
- Е)  $Q_N/Q_{\text{нор}}$ .

где  $\Delta$  - абсолютная погрешность.

$Q_N$  – показание измерительного прибора.

$Q$  – истинное значение измеряемой величины.

$Q_{\text{нор}}$  – нормирующее значение.

Вопрос № 142

Найдите относительную погрешность:

- А)  $\Delta/X_N$ .
- В)  $\Delta/X$ .
- С)  $\Delta/X_{\text{нор}}$ .
- Д)  $X_N/X$ .
- Е)  $X_N/X_{\text{нор}}$ .

где  $\Delta$  - абсолютная погрешность.

$X_N$  – показание измерительного прибора.

$X$  – истинное значение измеряемой величины.

$X_{\text{нор}}$  – нормирующее значение.

Вопрос № 143

Если абсолютная погрешность не зависит от значения измеряемой величины  $X$ , то она называется:

- А) относительной.
- В) приведенной.
- С) систематической.
- Д) аддитивной.
- Е) мультипликативной.

Вопрос № 144

Если абсолютная погрешность пропорциональна истинному значению измеряемой величины, то она называется:

- А) относительной.
- В) приведенной.
- С) систематической.
- Д) аддитивной.
- Е) мультипликативной.

Вопрос № 145

Абсолютная погрешность равна:

- А)  $\Delta/Q_N$ .
- В)  $\Delta/Q$ .
- С)  $\Delta/Q_{\text{нор}}$ .
- Д)  $\Delta = X - Q$ .
- Е)  $Q_N/Q_{\text{нор}}$ .

где  $X$  – результат измерения.

$Q_N$  – показание измерительного прибора.

$Q$  – истинное значение измеряемой величины.

$Q_{\text{нор}}$  – нормирующее значение.

Вопрос № 146

Погрешность, которая возникает в средствах измерения, используемых в нормальных условиях является:

- А) основной.
- В) дополнительной.
- С) динамической.
- Д) статической.
- Е) абсолютной.

Вопрос № 147

Последним этапом измерения является:

- А) измерительный эксперимент.
- В) составление таблицы.
- С) составление перечня всех результатов измерений.
- Д) обработка экспериментальных данных.
- Е) построение графика.

Вопрос № 148

Первым этапом любого измерения является:

- А) оценка применяемых СИ.
- В) постановка измерительной задачи.
- С) наличие апостериорной информации.
- Д) преобразование сигнала измерительной информации.
- Е) планирование измерения.

Вопрос № 149

Вероятность того, что результат отдельного измерения  $x$  окажется в интервале  $[x_1; x_2]$  равна:

- А)  $F(x_2) + F(x_1)$ .

- В)  $F(x_1) F(x_2)$ .
- С)  $F(x_2) - F(x_1)$ .
- Д)  $F(x_2)/F(x_1)$ .
- Е)  $|F(x_2)+F(x_1)|$ .

где  $F(x_1)$  и  $F(x_2)$  – значения функции распределения на границах интервала.

Вопрос № 150

Какой вид измерений является наиболее объективным?

- А) ручной.
- В) автоматический.
- С) автоматизированный.
- Д) органолептический.
- Е) эвристический.

Вопрос № 151

Технические устройства, предназначенные для обнаружения физических свойств называются:

- А) измерительными преобразователями.
- В) вещественными мерами.
- С) устройствами сравнения.
- Д) масштабными преобразователями.
- Е) индикаторами.

Вопрос № 152

Какую погрешность принято обозначать прописными буквами латинского алфавита (А, В, С, Д, Е ...)?

- А) абсолютную.
- В) приведенную.
- С) относительную.
- Д) аддитивную.
- Е) мультипликативную.

Вопрос № 153

Какую погрешность принято обозначать числом, помещенным в кружок?

- А) абсолютную.
- В) приведенную.
- С) относительную.
- Д) аддитивную.
- Е) мультипликативную.

Вопрос № 154

Какую погрешность принято обозначать числом, помещенным между двумя линиями, расположенными под углом?

- А) абсолютную.
- В) приведенную.
- С) относительную.
- Д) аддитивную.
- Е) мультипликативную.

Вопрос № 155

Уравнение  $\frac{(Q_2 - Q_1) + v}{[Q]} + \tau = x$ , где  $v$  и  $\tau$  погрешности, является моделью измерений по шкале:

- А) интервалов.
- В) наименований.
- С) отношений.
- Д) порядка.

Е) абсолютной.

Вопрос № 156

Уравнение  $\frac{Q+v}{[Q]} + \tau = x$ , где  $v$  и  $\tau$  погрешности, является моделью измерений по шкале:

- А) отношений.
- В) наименований.
- С) порядка.
- Д) интервалов.
- Е) абсолютной.

Вопрос № 157

Уравнение  $Q_1 + \tau_1 \leq Q_2 + \tau_2$ , где  $\tau$  погрешности, является моделью измерений по шкале:

- А) порядка.
- В) наименований.
- С) отношений.
- Д) интервалов.
- Е) абсолютной.

Вопрос № 158

Функция распределения  $F(x)$  результатов измерения определяет вероятность того, что отдельный результат измерений будет:

- А) меньше ее аргумента.
- В) больше ее аргумента.
- С) равен ее аргументу.
- Д) равен бесконечности.
- Е) равен нулю.

Вопрос № 159

Плотность закона распределения вероятности  $P(x)$  связана с функцией распределения  $F(x)$  формулой:

- А)  $P(x) = F'(x)$ .
- В)  $D(\delta) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F(x_i)$ .
- С)  $F(x) = \int_{-\infty}^x \delta D(\delta) dx$ .
- Д)  $F(x) = P'(x)$ .
- Е)  $F(x) = \int_{-\infty}^x D(\delta) dx$ .

Вопрос № 160

Площадь, ограниченная графиком плотности закона распределения вероятности, равна:

- А) единице.
- В) бесконечности.
- С) числу измерений  $-n$ .
- Д)  $1/n$ .
- Е)  $n^2$ .

Вопрос № 161

Математическое ожидание это:

- А) первый начальный момент.
- В) первый центральный момент.
- С) второй начальный момент.
- Д) второй центральный момент.
- Е) третий начальный момент.

Вопрос № 162

Первый центральный момент равен:

- A) нулю.
- B) математическому ожиданию.
- C) единице.
- D) дисперсии.
- E) среднему квадратическому отклонению.

Вопрос № 163

Дисперсия это:

- A) первый начальный момент.
- B) первый центральный момент.
- C) второй начальный момент.
- D) второй центральный момент.
- E) третий начальный момент.

Вопрос № 164

Выражение  $\sum_{-\infty}^{\infty} xp(x,t)dx$  является:

- A) математическим ожиданием.
- B) асимметрией.
- C) дисперсией.
- D) эксцессом.
- E) средним квадратическим отклонением.

Вопрос № 165

По зависимости абсолютной погрешности от значений измеряемой величины различают погрешности:

- A) аддитивные.
- B) мультипликационные.
- C) нелинейные.
- D) все выше перечисленное.
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 166

По влиянию внешних условий различают следующие погрешности средств измерений:

- A) основную и дополнительную.
- B) мультипликационную и относительную.
- C) нелинейную и основную.
- D) аддитивную и приведенную.
- E) статическую и динамическую.

Вопрос № 167

Априорное оценивание – это:

- A) нормирования метрологических характеристик средств измерений.
- B) разработки методик выполнения измерений.
- C) выбора средств измерений для решения данной задачи.
- D) проверка возможности обеспечить требуемую точность измерений с помощью конкретных средств измерений проводится в случаях.
- E) ответы A) и C).

Вопрос № 168

Одним из методов, применяемых для устранения постоянных систематических погрешностей, является:

- A) метод замещения.
- B) графический метод.
- C) метод симметричных наблюдений.

- D) метод исключения.
- E) метод сопоставления.

Вопрос № 169

К законам распределения случайных величин относятся:

- A) трапециидальные распределения.
- B) уплощенные распределения.
- C) экспоненциальные распределения.
- D) семейство распределений Стьюдента.
- E) все выше перечисленное.

Вопрос № 170

Систематические погрешности по характеру изменения во времени делятся на:

- A) методические и инструментальные.
- B) постоянные и переменные.
- C) экспоненциальные и математические.
- D) объективные и субъективные.
- E) статистические и аддитивные.

Вопрос № 171

Какой критерий является критерием исключения грубых погрешностей?

- A) трех сигм.
- B) Романовского.
- C) Шарлье.
- D) Диксона.
- E) все перечисленные.

Вопрос № 172

При равноточных измерениях:

- A) СКО результатов всех рядов измерений равны между собой.
- B) средние арифметические результатов всех рядов измерений равны между собой.
- C) систематические погрешности равны.
- D) грубые погрешности отсутствуют.
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 173

Значение энтропийного коэффициента  $k = \Delta\varepsilon/\sigma$  по нормальному (Гаусса) закону распределения (Гаусса) равна:

- A) 2,07
- B) 1,0.
- C) 3,0.
- D) 1,9.
- E) 3,0.

Вопрос № 174

Формула плотности вероятности какого закона распределения приведена?

$$P(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-0,5t^2} :$$

- A) нормированного нормального.
- B) нормального.
- C) равномерного.
- D) Лагранжа.
- E) Стьюдента.

Вопрос № 175

Формула плотности вероятности какого закона распределения приведена?

$$P(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} :$$

- А) нормального.
  - В) равномерного.
  - С) нормированного нормального.
  - Д) Лагранжа.
  - Е) Стьюдента.
- Вопрос № 176

На сколько сигм (средних квадратических отклонений -  $\sigma$ ) отдельное значение результата измерения, подчиняющегося нормальному закону, отличается от своего среднего значения при заданной вероятности 0,997?

- А) на  $3\sigma$ .
  - В) на  $\sigma$ .
  - С) на  $2\sigma$ .
  - Д) на  $(2/3)\sigma$ .
  - Е) на  $(1/2)\sigma$ .
- Вопрос № 177

На сколько сигм (средних квадратических отклонений -  $\sigma$ ) отдельное значение результата измерения, подчиняющегося нормальному закону, отличается от своего среднего значения при заданной вероятности 0,95?

- А) на  $2\sigma$ .
  - В) на  $\sigma$ .
  - С) на  $3\sigma$ .
  - Д) на  $(2/3)\sigma$ .
  - Е) на  $(1/2)\sigma$ .
- Вопрос № 178

На сколько сигм (средних квадратических отклонений -  $\sigma$ ) отдельное значение результата измерения, подчиняющегося нормальному закону, отличается от своего среднего значения при заданной вероятности 0,68?

- А) на  $\sigma$ .
  - В) на  $3\sigma$ .
  - С) на  $2\sigma$ .
  - Д) на  $(2/3)\sigma$ .
  - Е) на  $(1/2)\sigma$ .
- Вопрос № 179

В каком отношении друг к другу находятся доверительный интервал и доверительная граница случайного отклонения, соответствующие одной доверительной вероятности?

- А) доверительный интервал в 2 раза больше доверительной границы.
  - В) равны друг другу.
  - С) доверительный интервал в 2 раза меньше доверительной границы.
  - Д) доверительный интервал в 3 раза меньше доверительной границы.
  - Е) их нельзя относить к друг другу, так как они имеют разные единицы измерения.
- Вопрос № 180

Где применен метод компенсации погрешности по знаку?

А) проводят два наблюдения с подводом стрелки к точке показания с разных сторон и в качестве результата берут их среднее арифметическое значение.

В) проводят два наблюдения в разное время  $t_1$  и  $t_2$  и в качестве результата берется отношение разности произведений первого отсчета на  $t_2$  и произведения второго отсчета на  $t_1$  к интервалу  $(t_2 - t_1)$ .

С) проводят два наблюдения с подводом стрелки к точке показания с разных сторон и в качестве результата берут среднее квадратическое значение.

Д) проводят два наблюдения в разное время  $t_1$  и  $t_2$  и в качестве результата берется полусумма отсчетов.

Е) проводят два наблюдения в разное время  $t_1$  и  $t_2$  и в качестве результата берется полуразность отсчетов.

Вопрос № 181

Где применен метод устранения прогрессирующих погрешностей?

А) проводят два наблюдения в разное время  $t_1$  и  $t_2$  и в качестве результата берется отношение разности произведений первого отсчета на  $t_2$  и произведения второго отсчета на  $t_1$  к интервалу ( $t_2 - t_1$ ).

В) проводят два наблюдения с подводом стрелки к точке показания с разных сторон и в качестве результата берут их среднее арифметическое значение.

С) проводят два наблюдения с подводом стрелки к точке показания с разных сторон и в качестве результата берут среднее квадратическое значение.

Д) проводят два наблюдения в разное время  $t_1$  и  $t_2$  и в качестве результата берется полусумма отсчетов.

Е) проводят два наблюдения в разное время  $t_1$  и  $t_2$  и в качестве результата берется полуразность отсчетов.

Вопрос № 182

При каком числе измерений имеет смысл использования критерия Пирсона для идентификации формы распределения результатов измерений?

А) при  $n > 50$ .

В) при  $n < 20$ .

С) при  $20 < n < 50$ .

Д) при  $n > 30$ .

Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 183

Вариационный ряд это:

А) упорядоченная выборка.

В) неупорядоченная выборка.

С) ряд значений  $X_i$ , принимаемых случайной величиной  $X$  в  $n$  независимых опытах.

Д) выборка, не содержащая грубых погрешностей.

Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 184

Оценка параметра называется точечной, если:

А) она выражается одним числом.

В) при увеличении объема выборки она стремится по вероятности к истинному значению числовой характеристики.

С) ее математическое ожидание равно оцениваемой числовой характеристике.

Д) она имеет наименьшую дисперсию.

Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 185

Точечной оценкой математического ожидания результата измерений является:

А) среднее арифметическое значение измеряемой величины.

В) неупорядоченная выборка величин.

С) ряд значений  $X_i$ , принимаемых случайной величиной  $X$  в  $n$  независимых опытах.

Д) выборка, не содержащая грубых погрешностей.

Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 186

Точечные оценки могут быть:

- A) состоятельными.
- B) несмещенными.
- C) эффективными.
- D) все выше перечисленное.
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 187

Состоятельной точечной оценкой называется:

- A) оценка, которая при увеличении объема выборки стремится по вероятности к истинному значению числовой характеристики.
- B) оценка, математическое ожидание которой равно оцениваемой числовой характеристике.
- C) оценка, если ее дисперсия меньше любой другой оценки данного параметра .
- D) все выше перечисленное.
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 188

Несмещенной точечной оценкой называется:

- A) оценка, которая при увеличении объема выборки стремится по вероятности к истинному значению числовой характеристики.
- B) оценка, математическое ожидание которой равно оцениваемой числовой характеристике.
- C) оценка, если ее дисперсия меньше любой другой оценки данного параметра .
- D) все выше перечисленное.
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 189

Эффективной точечной оценкой называется:

- A) оценка, которая при увеличении объема выборки стремится по вероятности к истинному значению числовой характеристики.
- B) оценка, математическое ожидание которой равно оцениваемой числовой характеристике.
- C) оценка, если ее дисперсия меньше любой другой оценки данного параметра .
- D) все выше перечисленное.
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 190

Оценка параметра называется точечной, если она выражается:

- A) двумя числами.
- B) пятью числами.
- C) неограниченным количеством чисел.
- D) одним числом.
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 191

Задача обработки результатов многократных измерений заключается:

- A) в нахождении оценки измеряемой величины и доверительного интервала, в котором находится ее истинное значение.
- B) в нахождении среднего арифметического значение  $\bar{x}$  измеряемой величины.
- C) в нахождении неограниченного количества чисел.
- D) в нахождении среднего арифметического  $S_x$ .
- E) нет правильного ответа.

Вопрос № 192

Равноточными называются измерения, которые проводятся:

- A) средствами измерения одинаковой точности по одной и той методике при неизменных внешних условиях.
- B) средствами измерения одинаковой точности по одной и той методике при переменных внешних условиях.
- C) средствами измерения одинаковой точности по разным методикам при неизменных внешних условиях.

Д) средствами измерения различной точности по одной и той методике при неизменных внешних условиях.

Е) средствами измерения различной точности по одной и той методике при переменных внешних условиях.

Вопрос № 193

Однократные прямые измерения проводятся, если:

А) имеет место экономическая целесообразность.

В) отсутствует возможность повторных измерений.

С) при измерении происходит разрушение объекта измерения.

Д) все выше перечисленное.

Е) отсутствует методика измерений.

Вопрос № 194

Составляющими погрешности прямых однократных измерений являются:

А) погрешности средств измерений, рассчитываемые по их метрологическим характеристикам.

В) погрешность используемого метода измерений, определяемая на основе анализа в каждом конкретном случае.

С) личная погрешность, вносимая оператором.

Д) все выше перечисленное.

Е) случайные погрешности измерений.

Вопрос № 195

Прямые однократные измерения с приближенным оцениванием погрешностей правомочны:

А) если доказана возможность пренебрежения случайной составляющей погрешности измерения.

В) объем априорной информации позволяет судить об объекте.

С) отсутствует личная погрешность, вносимая оператором.

Д) все выше перечисленное.

Е) при наличии случайных погрешностей измерений.

Вопрос № 196

За результат прямого однократного измерения принимается:

А) априорная информация об объекте измерения.

В) полученная величина.

С) среднее арифметическое результатов измерения.

Д) среднее квадратичное отклонение.

Е) метрологическая характеристика средства измерения.

Вопрос № 197

При определении доверительных границ погрешности результата прямого однократного измерения доверительная вероятность принимается равной:

А) 1.

В) 0,5.

С) 1,5.

Д) 0,95.

Е) 2.

Вопрос № 198

Для результатов измерений, распределенных по нормальному закону применяется критерий:

А) Шарлье.

В) Романовского.

С) «трех сигм».

Д) Диксона.

Е) Гаусса.

Вопрос № 199

Точечные оценки могут быть:

- А) состоятельными.
- В) несмещенными.
- С) эффективными.
- Д) все выше перечисленное.
- Е) нет правильного ответа.

Вопрос № 200

При каком числе измерений имеет смысл использования критерия Пирсона для идентификации формы распределения результатов измерений?

- А) при  $n > 50$ .
- В) при  $n < 20$ .
- С) при  $20 < n < 50$ .
- Д) при  $n > 30$ .
- Е) нет правильного ответа.

#### Ключи правильных ответов

№	Правильный ответ	№	Правильный ответ	№	Правильный ответ	№	Правильный ответ
1	В	51	В	101	С	151	Е
2	С	52	С	102	А	152	А
3	В	53	А	103	Д	153	С
4	С	54	В	104	В	154	В
5	Д	55	А	105	Д	155	А
6	С	56	А	106	Е	156	А
7	А	57	А	107	В	157	А
8	Е	58	А	108	Е	158	А
9	Д	59	В	109	Д	159	А
10	В	60	В	110	С	160	А
11	С	61	В	111	Д	161	А
12	А	62	Д	112	А	162	А
13	А	63	А	113	Д	163	Д
14	В	64	А	114	Е	164	А
15	В	65	В	115	В	165	Д
16	В	66	А	116	А	166	А
17	Д	67	Д	117	В	167	Д
18	А	68	С	118	В	168	А
19	Д	69	В	119	Д	169	Е
20	Д	70	С	120	В	170	В
21	А	71	Д	121	С	171	Е
22	Е	72	Д	122	С	172	А
23	А	73	А	123	А	173	А
24	А	74	С	124	Е	174	А
25	В	75	А	125	А	175	А
26	Д	76	С	126	В	176	А
27	Е	77	Д	127	Д	177	А
28	Е	78	В	128	Е	178	А
29	Д	79	В	129	А	179	А
30	А	80	А	130	А	180	А
31	Е	81	А	131	Д	181	А

32	E	82	A	132	B	182	A
33	E	83	B	133	A	183	A
34	A	84	C	134	C	184	A
35	A	85	D	135	B	185	A
36	B	86	A	136	B	186	D
37	B	87	D	137	A	187	A
38	D	88	E	138	B	188	B
39	B	89	A	139	C	189	C
40	D	90	C	140	D	190	D
41	B	91	B	141	A	191	A
42	D	92	A	142	B	192	A
43	B	93	C	143	D	193	D
44	B	94	C	144	B	194	D
45	A	95	B	145	D	195	A
46	D	96	D	146	A	196	B
47	B	97	A	147	D	197	D
48	E	98	A	148	B	198	C
49	A	99	B	149	C	199	D
50	A	100	D	150	B	200	A

Уровень сложности тестовых вопросов: с 1 по 60 вопросы - легкий (1), с 61 по 120- средний (2), 121-200 – сложный (3).