

Частное образовательное учреждение высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждаю:

Ректор университета

В.С. Артамонов

2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Общая теория измерений»

Направление подготовки (специальность)  
27.03.01 Стандартизация и метрология

---

*(шифр согласно ФГОС и наименование направления подготовки (специальности))*

Санкт-Петербург

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (высшего профессионального образования) направления подготовки (специальности) 27.03.01 Стандартизация и метрология.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании Ученого совета Санкт-Петербургского университета специальных материалов и технологий 17 ноября 2022 года, протокол № 2.

Рабочая программа дополнена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» на заседании Ученого совета Санкт-Петербургского университета специальных материалов и технологий 19 октября 2023 года, протокол № 10.

Рабочая программа дополнена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» на заседании Ученого совета Санкт-Петербургского университета специальных материалов и технологий 16 января 2024 года, протокол № 1.

1. Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

### 1.1 Цель дисциплины

Цель дисциплины – формирование знаний, умений и навыков в области научной организации измерительных процессов, теории единства измерений, их качества, а также обработки измерительной информации, позволяющих обеспечить требуемый уровень качества результатов деятельности организаций, их эффективное функционирование и постоянное совершенствование.

### 1.2 Задачи дисциплины

Основными задачами изучения данной дисциплины являются:

- изучение теоретических основ и методов метрологии;
- формирование у обучающихся знаний о методологии измерений;
- изучение принципов построения единой системы физических величин;
- изучение теории воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров;
- изучение теории погрешностей измерений;
- изучение теории измерительных процедур;
- формирование навыков обработки результатов измерений.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Обучающиеся должны знать:

- нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы выбора методов и средств измерений, условия проведения измерений;
- структурные элементы процесса измерений;
- алгоритм обработки результатов измерений и оценки показателей точности измерений;
- основные термины и определения в области метрологии;
- формы представления результатов измерений и их погрешностей (неопределенностей);
- единицы величин (в системе СИ), эталоны и образцовые меры физических величин: процедуры передачи размера единиц от эталонов рабочим средствам измерения;
- принципы нормирования точности измерений;
- функции распределения случайных погрешностей;

- комплексы нормируемых метрологических характеристик;
- методы математической обработки результатов измерений.

Уметь:

- определять допускаемую погрешность (неопределенность) измерений;
- выбирать оптимальные методы и средства измерений;
- пользоваться нормативной, учебной, справочной литературой, Интернет-ресурсами, содержащими информацию по оцениванию погрешностей измерений, обработке результатов измерений;
- оценить погрешности прямых и косвенных измерений, провести метрологический анализ измерительного эксперимента и математическую обработку измерений;
- осуществлять всесторонний анализ собранной информации в области теории измерений с целью обоснования актуальности изучаемых проблем, определения целей, задач исследования и способов их достижения, а также ожидаемого результата исследования.

Владеть:

- методами расчета погрешностей (неопределенностей) результатов измерений;
- навыками поиска и решения научно-технических задач в области теории измерений;
- понятийно-терминологическим аппаратом в области метрологии;
- навыками расчета погрешностей измерений, обработки результатов различных видов измерений;
- методами поиска научно-технической информации в области теории измерений и способностью к самообразованию.

В процессе изучения дисциплины «Общая теория измерений» формируются следующие компетенции:

- способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни (УК-6);
- способность анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики (ОПК-1);
- способность использовать фундаментальные знания в области стандартизации и метрологического обеспечения для совершенствования в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность разрабатывать техническую документацию (в том числе и в электронном виде), связанную с профессиональной деятельностью с учетом действующих стандартов качества (ОПК-8);
- способность осуществлять организацию работ по контролю качества продукции на всех стадиях производственного процесса (ПК-1);

- способность выполнять работы по метрологическому обеспечению разработки, производства и испытаний продукции, оказания услуг (ПК-3).

## 2. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

«Общая теория измерений» представляет обязательную дисциплину с индексом Б1.О.15 обязательной части учебного плана направления подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология, изучаемую на 2 курсе в 4 семестре.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единицы (з.е.), 108 часов.

### Объем дисциплины

#### Очная форма обучения

Таблица 3.1

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) - всего	54,15
В том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	0
практические занятия	36
экзамен	0,15 на 1 студента
зачет	Не предусмотрен
курсовая работа (проект)	Не предусмотрена
расчетно-графическая (контрольная) работа	Не предусмотрена
Аудиторная работа (всего):	54
лекции	18
лабораторные занятия	0
практические занятия	36
Самостоятельная работа обучающихся - всего	18 (без подготовки к экзамену)
Контроль/экз. (подготовка к экзамену)	36

#### Заочная форма обучения

Таблица 3.2

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) - всего	16,15
В том числе:	
лекции	8
лабораторные занятия	0
практические занятия	8
экзамен	0,15 на 1 студента
зачет	Не предусмотрен
курсовая работа (проект)	Не предусмотрена
расчетно-графическая (контрольная) работа	Не предусмотрена
Аудиторная работа (всего):	16
лекции	8
лабораторные занятия	0
практические занятия	8
Самостоятельная работа обучающихся - всего	55,85 (без подготовки к экзамену)
Контроль/экз. (подготовка к экзамену)	36
Всего	91,85

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

#### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Формально-логическое основание измерения как процесса познания	Формально-логический принцип измерения. Постулаты метрологии. Классификация физических величин
2.	Элементы процесса измерений. Методы измерений. Классификация измерений	Структурные элементы процесса измерений. Цель измерений. Принципы, методы и средства измерений.
3.	Классификация погрешностей	Погрешности измерений, погрешности средств измерений. Классификация погрешностей.
4	Шкалы измерений	Шкалы измерений. Особенности шкал измерений и их практическая реализация.

5	Системы единиц физических величин	Понятие о размере, значении, единице, размерности физической. Система СИ, основные и дополнительные единицы, производные и когерентные единицы, внесистемные единицы
6	Эталоны физических величин	Понятие о единстве измерений. Сущность воспроизведения, передачи и хранения ФВ. Назначение эталонов и их свойства
7	Оценивание погрешностей измерений	Оценка числовых характеристик случайных погрешностей. Функции распределения случайных погрешностей. Аппроксимация случайных погрешностей известными законами. Выявление и компенсация систематических погрешностей. Оценка параметров распределений. Выявление и устранение грубых погрешностей. Погрешности косвенных измерений.
8	Обработка результатов измерений	Прямые равноточные измерения. Косвенные равноточные измерения. Нервноточные измерения

Таблица 4.1.2

Содержание учебной дисциплины и коды формируемых компетенций

№№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости	Компетенции
		Лек., час.	№№ лаб.	№№ пр.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Формально-логическое основание измерения как процесса познания	1	-	-	С, Р	УК-6; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-8
2	Шкалы измерений	2	-	-	Р	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-8; ПК-1; ПК-3
3	Элементы процесса измерений. Методы измерений. Классификация измерений	1	-	1	С, Т	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-8; ПК-1; ПК-3
4	Системы единиц физических величин	1	-	-	С, С	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-8; ПК-1; ПК-3
5	Классификация погрешностей	3	-	1	С, Т	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-8; ПК-1; ПК-3

6	Эталоны физических величин	1	-	-	Р	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-8; ПК-1; ПК-3
7	Оценивание погрешностей измерений	4	-	2	С	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-8; ПК-1; ПК-3
8	Обработка результатов измерений	4	-	-	С	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-8; ПК-1; ПК-3

С – собеседование, Т – тестирование, Р - реферат

#### 4.2. Лабораторные работы и (или) практические занятия

Таблица 4.2.

##### Практические занятия

№№ п/п	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	Обнаружение систематической погрешности в ряду результатов наблюдений	10
2	Оценивание погрешностей измерений	8
3	Проверка однородности дисперсий опытов при их неравномерном дублировании	9
4	Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов	9
Итого:		36

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4.3.

##### Самостоятельная работа

№№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Срок выполнения (кол-во недель)	Время, затра- чиваемое на выполнение самостоят. работа, час.
1	2	3	4
1	Комплексы нормируемых метрологических характеристик	2	4
2	Расчёт погрешностей средств измерений по метрологическим характеристикам	1	2
3	Обработка результатов совместных измерений	2	4
4	Обработка результатов совокупных измерений	2	4

5	Обработка результатов динамических измерений	2	4
Итого:			18

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

обучающиеся могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

а) библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

б) имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

а) путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

б) путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств;

в) путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

– заданий для самостоятельной работы;

– тем рефератов и докладов;

– тем курсовых работ и методических рекомендаций по их выполнению;

– вопросов к экзамену и зачету;

– методических указаний к выполнению практических и лабораторных работ.

## 6. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в форме тестирования (бланкового и/или компьютерного).

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

Для проверки знаний используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки и компетенции проверяются с помощью задач (ситуационных, производственных или кейсового характера). Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций

7. Для текущего контроля успеваемости по дисциплине применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.1

Порядок начисления баллов в рамках БРС (балльно-рейтинговая система)

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	Примечание
Практическая работа № 1 (Обнаружение систематической погрешности в ряду результатов наблюдений)	4	Выполнил, доля правильных ответов менее 50 %	9	Выполнил, доля правильных ответов более 50 %
Практическая работа № 2 (Оценивание погрешностей измерений)	3	Выполнил, доля правильных ответов менее 50 %	8	Выполнил, доля правильных ответов более 50 %
Практическая работа № 3 (Проверка однородности дисперсий опытов при их неравномерном дублировании)	3	Выполнил, доля правильных ответов менее 50 %	8	Выполнил, доля правильных ответов более 50 %

Практическая работа № 4 (Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов)	3	Выполнил, доля правильных ответов менее 50 %	8	Выполнил, доля правильных ответов более 50 %
СРС	5	Материал усвоен менее чем на 50 %	8	Материал усвоен более чем на 50 %
КИТМ	0	Материал не усвоен, правильные ответы даны менее чем на 50 % вопросов	7	Материал усвоен, даны правильные ответы более чем на 90 % вопросов
Итого:	18		48	
Посещаемость	0		16	
Экзамен	0		36	
Итого:	18		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте - 16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование - 36 баллов.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1 Основная учебная литература

1. Волегов А.С., Незнахин Д.С., Степанова Е.А. Метрология и измерительная техника. Электронные средства измерений электрических величин. Учебное пособие для вузов. – Уральский федеральный университет. – Издательство Юрайт, 2022. – 103 с.

2. Рачков, М. Ю. Технические измерения и приборы: учебник и практикум для вузов / М. Ю. Рачков. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 151 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/517984>

### 8.2 Дополнительная учебная литература

1. Гудков П.А. Общая теория измерений. Учебно-методическое пособие. – Курган: КГУ, 2009. – 55 с.

2. Демина Л. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. Н. Демина. - Москва : МИФИ, 2010. - 292 с.

3. В. А. Мещеряков, Е. А. Бадеева, Е. В. Шалобаев. Метрология. Теория измерений : учебник для академического бакалавриата / под общ. ред. Т. И. Мурашкиной. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 167 с. - Книга доступна в электронной библиотечной системе [biblio-online.ru](http://biblio-online.ru)

4. Миронов Э.Г., Бессонов Н.П. – Метрология и технические измерения. Учебник для вузов. – Издательство КНОРУС, 2015. – 422 с.

5. Романов В.Н. Теория измерений. Основы теории точности средств измерений. – Учебник. – СПб. : Изд-во СЗТУ, 2005. – 154 с.

6. Эванс, Д. Управление качеством [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д. Эванс. – М.: Юнити-Дана, 2015. – 671 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436700>.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. [http:// window.edu.ru](http://window.edu.ru) – Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

2. Научная электронная библиотека - [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

3. [www.koob.ru](http://www.koob.ru)– электронная библиотека Куб

4. <http://biblioclub.ru/> – электронная библиотека

5. <http://svitk.ru> – электронная библиотека

6. <http://www.rsl.ru/> - Российская Государственная Библиотека

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Важнейшим фактором успешного усвоения материала по дисциплине является систематическая и целенаправленная самостоятельная работа обучающихся. Она включает в себя работу по освоению и закреплению теоретического материала курса, выполнению текущих заданий по лабораторным и практическим занятиям, написание отчетов в соответствии с индивидуальным заданием.

Результативность самостоятельной работы обучающихся во многом определяется ее ритмичностью (для чего эту работу необходимо планировать или придерживаться рекомендуемых графиков) и учебно-методическим обеспечением дисциплины.

Отчеты по практическим занятиям оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в методических указаниях.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Libreoffice операционная система Windows

Пакет программ Office. Для дома и бизнеса 2021: Word, Excel, PowerPoint, Outlook, OneNote for Windows 10, Office (Microsoft 365)

Антивирусное ПО Secret Net Studio 8

MicrosoftSecurityEssentials (MSE),

Access 2007,

Visio 2007

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория- лаборатория 1 для проведения занятий лекционного и семинарского типов, лабораторные и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная необходимой мебелью:

Столы и стулья для преподавателя и обучающихся на 37 посадочных мест, трибуна для доклада, интерактивная доска;

Мультимедийное оборудование:

— Конференц-система LAudio LS-804-C,

— Монитор ViewSonic VA2407H,

— Монитор Acer KA220HQ (безногие) - 2 шт.,

— Кронштейн для монитора ONKRON - 2 шт.,

— Разветвитель VCOM DD412A,

— Проектор nec,

— Колонки Sven — 2 шт.,

— Пк -Asus nettop i3-8100T 8гб.

Измерительное оборудование:

Штангенциркуль, микрометр гладкий, скоба рычажная, скоба индикаторная, набор концевых мер длины.

13. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

Перечень теоретических вопросов билета

- 1 Дать определение понятий: величина, физическая величина, размер физической величины, значение физической величины, числовое значение физической величины, истинное значение физической величины, действительное значение физической величины.
- 2 Система физических величин.
- 3 Система единиц измерения физических величин.
- 4 Размерность физической величины.
- 5 Внесистемные единицы физической величины.
- 6 Средство измерений.
- 7 Классификация средств измерений.
- 8 Виды средств измерений по конструктивному исполнению.
- 9 Виды средств измерений по метрологическому назначению.
- 10 Основные метрологические характеристики средств измерения.
- 11 Виды измерений.
- 12 Методы измерений.
- 13 Погрешности измерений.
- 14 Классификация погрешностей.
- 15 Способы повышения точности измерений.
- 16 Классы точности средств измерений.
- 17 Виды физических величин.
- 18 Шкалы измерений.
- 19 Постулаты теории измерений.

Типовые практические задания билета

- 1 Определить размерность физической величины.
- 2 Определить абсолютную погрешность измерений.
- 3 Определить относительную погрешность измерений.
- 4 Определить приведенную погрешность измерений.
- 5 Определить погрешность косвенного измерения.
- 6 Определить погрешность прямого многократного измерения.
- 7 Определить погрешность прямого однократного измерения.

## Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Тест по разделу (теме) 3 «Элементы процесса измерений. Методы измерений. Классификация измерений»

1 Косвенное измерение это:

А) измерение, при котором средства измерений используют в динамическом режиме.

Б) измерение величины, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении времени измерения.

В) измерение, при котором искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений других величин, функционально связанных с искомой величиной.

Г) измерение, при котором искомое значение величины получают непосредственно от средства измерений.

Вопросы к собеседованию по разделу (теме) 5 «Классификация погрешностей»

1. Дайте определение случайной погрешности измерения.

2. Напишите формулу относительной погрешности измерений.

3. Приведите примеры нормирующих значений приведенной погрешности измерений.

4. Близость к нулю какой погрешности измерений характеризует прецизионность измерений?

Задание по темам:

### СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

1.1 Докажите, что шкала нумерации паспортов не обладает свойством аддитивности, но обладает свойством эквивалентности. К какому классу шкал она относится?

1.2 Для характеристики твердости минералов используют шкалу Мооса, которая содержит 10 опорных минералов с различными условными числами твердости: тальк – 1, гипс – 2, кальций – 3, флюорит – 4, апатит – 5, ортоклаз – 6, кварц – 7, топаз – 8, корунд – 9, алмаз – 10. Отнесение других минералов к какой-либо градации осуществляют путем царапания его опорным. Является ли твердость шкалой интервалов?

1.3 Докажите утверждение: «шкала длины относится к классу шкал пропорциональности».

1.4 Для оценки воздействия силы ветра на море используют шкалу Бофорта, построенную по следующему принципу  $v = 0,96 \cdot (B)^{3/2}$ , где  $v$  – скорость ветра, м/с;  $B$  – сила ветра, балл.

Покажите, что свойство аддитивности не выполняется для этой шкалы. К какому классу шкал она относится?

Таблица – Шкала Бофора для оценки силы ветра

Балл	Скорость (м/с) и характеристика	Состояние водной поверхности	Высота волн, м
0	0-0.2 штиль	зеркально-гладкая	0
1	0.3-1.5 тихий	заметная рябь, но без образования гребней	0.25
2	1.6-3.3 легкий	небольшая рябь с ровными, не разорванными гребнями	0.25-0.75
3	3.4-5.4 слабый	крупная рябь, гребни начинают разрываться, появляются редкие барашки	0.75-1.25
4	5.5-7.9 умеренный	небольшие волны с довольно частыми барашками	1.25-2
5	8.0-10.7 свежий	протяженные волны среднего размера с многочисленными барашками и мелкими брызгами	1.25-2.1

1.5 Докажите, что алфавитный список студентов не обладает свойством аддитивности и порядка, но обладает свойством эквивалентности.

### ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При измерении мирового рекорда на спринтерской дистанции 100 м использовался электронный секундомер с относительной инструментальной погрешностью 0,2 %. Время действующего мирового рекорда равно  $(8,745 \pm 0,001)$  с. Можно ли уверенно утверждать, что время 8,70 с является новым мировым рекордом? Ответ обоснуйте математическим неравенством.

2.2 Используя линейку с максимальной длиной 30 см, измерили два объекта контроля:  $l_1 = 12$  мм и  $l_2 = 255$  мм. Измерение какого объекта более точное? Ответ обоснуйте математическим неравенством.

2.3 Определите допустимую приведенную погрешность акселерометра для измерения виброускорения  $a = (50 \pm 2)$  м/с<sup>2</sup>, диапазон измерения от 0 до 100 м/с<sup>2</sup>.

2.4 Измерение электрического напряжения на солнечной батарее проводят с использованием аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с относительной погрешностью преобразования 0,25 %. Результат измерения равен 1,25 В. Напряжение на ее выводах должно превышать 1,20 В. Можно ли обосновано утверждать, что солнечная батарея годна к эксплуатации? Ответ подтвердите математическим неравенством.

2.5 Номинальное напряжение в электрической сети 220 В, имеющее отклонение  $\pm 10\%$ . Необходимо ли скорректировать величину напряжения, если измеренное значение равно 199 В? Ответ обоснуйте математическим неравенством.

Темы рефератов:

1. Формально-логический принцип измерения.
2. Предмет и задачи метрологии.
3. Физические величины: понятие, классификация.
4. Основные и дополнительные единицы измерения ФВ. Эталоны единиц ФВ в России.
5. Нормирование погрешностей измерений.