

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет химии и высоких технологий

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 26 » мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.29 «ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ»**

Направление подготовки- 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность – Промышленная безопасность и охрана труда


Форма обучения – очная

Квалификация - бакалавр


Краснодар 2023

**Рабочая программа дисциплины «Общая теория измерений»** составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, утвержденным приказом Минобрнауки России от 21.03.2016 № 246 по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.


**Программу составил**

д.х.н., профессор кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии Буков Н.Н. 

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии 04.04.2023 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой к.х.н., доцент Волынкин В.А. 

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий 17.04.2023 г., протокол № 7.

Председатель УМК факультета доцент Беспалов А.В. 

Эксперты:

**Р.В. Горохов**, главный специалист ООО «Современные технологии», кандидат химических наук, доцент

**В.А. Исаев**, профессор кафедры физики и информационных систем Кубанского государственного университета, доктор физико-математических наук, доцент

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Изучение дисциплины «Общая теория измерений» преследует цель усвоение студентами научных основ теории измерений, обеспечивающих управление качеством измерительного эксперимента.

### 1.2 Задачи дисциплины «Общая теория измерений»

- получение знаний об измерительных шкалах и системах единиц физических величин; о принципе единства измерений;
- овладение методиками оценки погрешностей измерений;
- развитие творческого мышления, повышение уровня общей и технической культуры;
- подготовка к выполнению и защите экспериментальных квалификационных работ.

### 1.3 Место дисциплины «Общая теория измерений» в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к обязательной части части блока 1 «Дисциплины» учебного плана направления подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность, направленность – Экологическая безопасность. Знания, приобретенные при освоении курса, могут быть использованы при решении различных измерительных и экспериментальных задач, при выполнении курсовой и выпускной квалификационной работы. Для освоения данной дисциплины необходимы знания по дисциплинам «Физика», «Математика».

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Общая теория измерений», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологии в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.	
ИОПК-1.1. Демонстрирует знания о современных тенденциях развития техники и технологии, а также измерительной, вычислительной техники и информационных технологий в области техносферной безопасности.	знает: законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения; области применения методов измерений; методы расчета погрешностей (неопределенностей) результатов измерений умеет применять измерительный инструмент, простые универсальные и специальные средства измерений, необходимые для проведения измерений, документировать результаты измерений владеет навыками: выполнения базовых операций по подготовке к проведению измерений для определения действительных значений контролируемых параметров; проведение измерительных экспериментов под руководством более квалифицированного специалиста; обработке и документированию результатов измерений

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ИОПК-1.2. Выбирает и применяет современные процессы и технологии; современную измерительную, вычислительную технику и информационные технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности.	знает нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы выбора методов и средств измерений; области применения методов измерений; технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и принципы применения средств измерений
	умеет анализировать возможности методов и средств измерений; применять измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений; получать, интерпретировать и анализировать результаты измерений
	владеет навыками выполнения особо точных измерений при решении типовых задач в области профессиональной деятельности

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины «Общая теория измерений»

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения
		очная
		2 семестр (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
занятия лекционного типа	16	16
лабораторные занятия	-	-
практические занятия	-	-
семинарские занятия	34	34
<b>Иная контактная работа:</b>		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)	0.2	0.2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>53,8</b>	<b>53,8</b>
Оформление лабораторных работ	-	-
Самостоятельное изучение теоретического материала	23,8	23,8
Самостоятельное решение задач	10	10
Подготовка к текущему контролю	20	20
<b>Контроль:</b>		
Подготовка к экзамену	-	-
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>в том числе контактная работа</b>	<b>54,2</b>	<b>54,2</b>
<b>зач. ед</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 2.2 Содержание дисциплины «Общая теория измерений»

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые во 2 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Введение. Основные понятия и принципы измерений.	11	2	-	2	7
2	Измерительный эксперимент. Шкалы измерения.	11	2	-	2	7
3	Средства измерений	11	2	-	2	7
4	Эталоны единиц измерений.	13	2	-	4	7
5	Формирование результата измерения.	17	2	-	8	7
6	Погрешности измерений.	19,8	4	-	8	7,8
7	Статистическая обработка результатов измерений.	17	2	-	8	7
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		16		34	53,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.2	-	-	-	-
	Подготовка к текущему контролю	20	-	-	-	-
	Общая трудоемкость по дисциплине	108	-	-	-	-

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины «Общая теория измерений»

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Введение. Основные понятия и принципы измерений.	Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира. Формально-логические основания измерения как процесса познания. Термины и определения для физических величин. Основное уравнение измерения. Группы физических величин.	устный опрос
2.	Измерительный эксперимент. Шкалы измерения.	Шкала измерения как модель отображения проявления свойств материальных объектов и отношений между ними. Физические шкалы и неоднозначность образов действительности. Виды шкал измерений: наименования, порядка, интервалов и отношений. Абсолютные шкалы. Специальные шкалы.	устный опрос
3.	Средства измерений	Основные понятия, связанные со средствами измерений (СИ): статические и динамические модели аналоговых и цифровых средств измерения	устный опрос
4.	Эталоны единиц измерений.	Эталон единицы величины как основа для получения значения измеряемой величины. Система единиц SI: основные и дополнительные единицы, кратные и дольные единицы. Формирование единиц и размерностей производных единиц. Эталоны и стандартные образцы. Классификация измеряемых величин: детерминированные и случайные.	устный опрос
5.	Формирование результата измерения.	Закономерности формирования результата измерения. Понятие погрешности результата измерения. Основные источники погрешностей: несовершенство СИ, взаимодействие СИ с объектом измерения, отклонение условий измерения от нормальных, несовершенство метода измерения и плана измерения, помехи и	устный опрос решение задач,

		возмущения, действующие на входе и выходе СИ. Структурная схема измерения и формирования погрешности	
6.	Погрешности измерений.	Классификация погрешностей: методические, мультипликативные, аддитивные, систематические, случайные, личные, грубые, основные и дополнительные в статическом и динамическом режиме измерений. Алгоритмы определения составляющих и полной погрешности. Способы уменьшения и исключения погрешностей	устный опрос решение задач,
7.	Статистическая обработка результатов измерений.	Измерение в шкале наименований. Теория проверки статистических гипотез как основа анализа измерений в шкале наименований. Понятие статистической гипотезы и типы гипотез: простая, сложная, параметрическая, непараметрическая. Проверка гипотез, о параметрах нормального распределения. Критерий согласия - квадрат, критерии Колмогорова, Смирнова, Вилкоксона, Омега - квадрат. Понятие выборочного контроля. Планы контроля по качественному и количественному признаку. Понятие многократного измерения. Алгоритмы обработки многократных измерений для случая, когда измеряемая величина представляется математической моделью в форме обобщенного ряда Фурье. Обработка косвенных измерений. Точечная и интервальная оценка результата обработки многократных измерений.	устный опрос решение задач,

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Введение. Основные понятия и принципы измерений.	Измерение как сравнение с мерой. Основные и составные физические величины. Размерность физической величины. Основное уравнение измерений.	Устный опрос
2.	Измерительный эксперимент. Шкалы измерения.	Планирование эксперимента. Модельный и аналоговый метод. Теория подобия. Аналоговая и цифровая форма представления информации.	Коллоквиум
3.	Средства измерений	Основные понятия, связанные со средствами измерений. Статические и динамические модели аналоговых и цифровых средств измерения.	Коллоквиум
4.	Эталоны единиц измерения	Система единиц SI: основные и дополнительные единицы, кратные и дольные единицы. Эталоны и стандартные образцы	Коллоквиум
5.	Формирование результата измерений	Закономерности формирования результата измерения. Понятие погрешности результата измерения. Основные источники погрешностей: Структурная схема измерения и формирования погрешности	Коллоквиум решение задач, КР1
6.	Погрешности измерений	Погрешности измерений их виды. Причины возникновения и способы исключения погрешностей. Оценка случайных погрешностей Алгоритмы определения составляющих и полной погрешности. Способы уменьшения и исключения погрешностей.	Коллоквиум решение задач, КР2
7.	Статистическая обработка результатов измерений	Определение границ случайных погрешностей при заданной доверительной вероятности и доверительных вероятностей попадания случайных погрешностей в заданные границы. Обработка результатов многократных равноточных измерений. Обработка результатов многократных неравноточных измерений. Обработка результатов нескольких серий измерений.	Коллоквиум решение задач, КР3

Контрольная работа (КР).

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Общая теория измерений»

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Самостоятельное изучение теоретического материала	Раннев, Г. Г. Методы и средства измерений: учебник для студентов вузов / 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2004. - 331 с. Основы измерений. Датчики и электронные приборы: [учебное пособие] / Клаассен, Клаас Б.; Клаас Б. Клаассен; пер. с англ. Е. В. Воронова, А. Л. Ларина. - 4-е изд. - Долгопрудный Интеллект, 2012. - 350 с. Попов Г.В., Земсков Ю.П., Квашнин Б.Н. Физические основы измерений в технологиях пищевой и химической промышленности: уч. пособие – СПб: Лань, 2015.
2	Самостоятельное решение задач	Зайдель, А.Н. Ошибки измерений физических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Зайдель. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – 112 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/146">https://e.lanbook.com/book/146</a>
3	Подготовка к текущему контролю	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. - 89 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины Общая теория измерений

При изучении студентами дисциплины используются следующие технологии:

- технологии проблемного обучения (проблемные лекции, проводимые в форме диалога, решение учебно-профессиональных задач);
- информационно-коммуникативные образовательные технологии (моделирование изучаемых явлений, презентация учебных материалов).

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проблемная лекция, работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Текущий контроль осуществляется в виде устного опроса и решения контрольных работ. Промежуточная аттестация осуществляется приемом зачета во 2 семестре.

##### **Методические рекомендации к сдаче зачета**

Студенты сдают зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине, выполнения практических и контрольных работ.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу оценивается как итог деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам работы на практических занятиях, выполнения самостоятельной работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных семинаров. Студенты у которых количество пропусков, превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет выявления знания основных положений дисциплины.

**Требования к знаниям:** - бакалавр должен обладать базовыми и углубленными знаниями общей теории измерений; знать базовые приемы измерительного процесса при проведении научных исследований, принципы построения и функционирования измерительных устройств и систем, а также современные компьютерные технологии при обработке данных физических экспериментов.

**Требования к характеристикам умений и владений** – бакалавр должен уметь применять методы измерительного эксперимента при проведении научных исследований, владеть методологией обработки результатов физических экспериментов.

**Критерии оценки сформированных компетенций** определяются уровнем усвоения изучаемого материала

- обучаемый имеет определенное представление о теории и практике измерительного процесса, но не проявляет их должной осмысленности и не справляется с выполнением соответствующих письменных и экспериментальных работ (*незачтено*);

- обучаемый имеет четкие представления о теории и практике измерительного процесса, понимает их сущность, однако обнаруживает затруднение в их воспроизведении и применении на практике, что приводит к необходимости уточняющих и дополнительных вопросов в процессе проверки (*зачтено, удовл*);

- обучаемый достаточно полно осмыслил материал о теории и практике измерительного процесса, с пониманием формулирует соответствующие понятия (теоретические положения), хотя при их обосновании и воспроизведении нуждается в некоторых уточнениях, обнаруживает умение применять усвоенные знания на практике, допуская мелкие, несущественные недочеты в письменных работах (*зачтено, хор*);



- высший уровень владения материалом состоит в глубоком осмыслении теории и практики измерительного процесса на понятийном уровне, в умении свободно и логично воспроизводить, и обосновывать содержащиеся в них положения примерами и фактами, а также не допускать ошибок при выполнении письменных и практических работ, проявлять самостоятельность и элементы творчества (*зачтено, отл.*).

Студенты, успешно решившие задачи контрольных работ, аттестуются досрочно.

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

##### Контрольная работа №1

1. Приведите указанные физические величины в единицах системы СИ, в правильной экспоненциальной форме:

число Авогадро, 2 а.е.м.; молярная масса газа  $H_2$ , He, вещества графит; 5 дециметров; 0,254 мм<sup>3</sup>, 622 дм<sup>3</sup>.

2. Укажите единицы измерения следующих величин в единицах системы СИ:

силы переменного тока; объема; длины; разности потенциалов; ширины; плотности; высоты; электрического потенциала; потенциальной энергии; кинетической энергии; температуры реакции; напряженности магнитного поля; индуктивности; количества вещества. Если вы знаете внесистемные единицы измерения или единицы измерения, используемые для вышеуказанных величин в других системах, приведите и их.

3. Дайте определение понятию «физическая величина». Установите общепринятое обозначение физической величины и отсутствующее обозначение единицы измерения в ее составе:

Давление - Н/?;

Удельная теплоемкость – Дж/(?·К);

Скорость некоторой химической реакции Моль/(?·с);

Удельное сопротивление материала Ом·м/?

Коэффициент поверхностного натяжения жидкостей Дж/? , ?/м.

4. Расставьте математические знаки, устанавливающие отношения в следующих физ. величинах:

молярная теплоемкость: К, моль, Дж.

ускорение свободного падения м, Н, 2, с,

5. Укажите реакции какого порядка характеризуют следующие выражения единиц измерения их скорости: Моль<sup>2</sup>·л<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>; Моль·л<sup>-1</sup>·с<sup>-1</sup>.

6. Приведите скорость химической реакции в единицах СИ:

$V = 111 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ ;  $V = 0,5 \text{ моль}^2 \cdot \text{л}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ .

7. Исходя из представленных обозначений, составьте максимальное число комбинаций, соответствующих физическим величинам СИ:

м<sup>2</sup>, мм<sup>2</sup>, см<sup>2</sup>, дм<sup>2</sup>, м<sup>3</sup>, Дж, Н, Ом, К, м.

8. Установите связь между величинами системы СГС, в системе СИ:

ккал - ?, эВ - ?, эрг -?, г - ?, см -?, с -?.

##### Контрольная работа №2

1. Приведите к правильному виду следующие результаты измерений:

а) измеренная высота =  $5,03 \pm 0,04329$  м;

б) измеренное время =  $19,5432 \pm 1$  с;

в) измеренный заряд =  $-3,21 \cdot 10^{-19} \pm 2,67 \cdot 10^{-20}$  Кл;

г) измеренная длина волны =  $0,000000567 \pm 0,00000007$  м;

д) измеренный импульс =  $3,267 \cdot 10^3 \pm 42$  г·см/с.

Последний результат представьте в единицах системы СИ. Для всех результатов рассчитайте относительную погрешность.

2. Рассчитайте погрешности округления следующих чисел:  $\pi$ , e, 2-0,5.

3. Для величин  $a=10,5\pm 0,1$  и  $b=34,4\pm 0,3$  найти значения  $a+b$ ,  $a-b$ ,  $(a^2-b^2)/ab$ ,  $a^2/b^3$ .

4. В эксперименте с математическим маятником получены следующие результаты для периода колебаний (Т) и амплитуды (А), как угла отклонения маятника:

Амплитуда А, град	Период Т, с	Амплитуда А, град	Период Т, с
$5\pm 2$	$1,932\pm 0,005$	$40\pm 4$	$2,01\pm 0,01$
$17\pm 2$	$1,94\pm 0,01$	$53\pm 4$	$2,04\pm 0,01$
$25\pm 2$	$1,96\pm 0,01$	$67\pm 6$	$2,12\pm 0,02$

Проанализируйте результаты измерений. Постройте график зависимости Т от А. Сделайте вывод о зависимости Т от А.

5. Угол  $\alpha$  измерен как  $125\pm 2$  град, рассчитайте значения и погрешности тригонометрических функций угла.

6. Для величины  $a=3,0\pm 0,1$  рассчитайте  $ea$  и её погрешность.

## 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### Вопросы для зачета по дисциплине «Общая теория измерений»

#### 1. Измерения, классификация измерений.

Основные понятия и определения процесса измерений.

Планирование эксперимента.

Модельный и аналоговый метод.

Измерение как процесс познания окружающего мира.

Сущность и классификация измерений.

Методы измерений, область их применения, их достоинства и недостатки.

Методы измерений. Разновидности и характеристики измерений.

Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения.

Виды измерений по условиям, определяющим точность результата.

#### 2. Физические величины и единицы измерений.

Определение понятий: свойство, величина, количество, качество.

Определение физической величины.

Физическая величина, род, размерность, численное значение.

Размерность физических величин и их классификация.

Системы единиц измерения.

Системы базисных физических величин.

Системы единиц физических величин.

Система СИ.

#### 3. Элементы теории подобия и анализа размерностей.

Шкалы измерений.

Отношения эквивалентности и предпочтения.

Принцип формирования количественного значения величины.

Законы и критерии подобия.

Анализ размерностей физических величин.

Подобные системы.  
Критерии подобия.

#### **4. Обработка результатов измерений.**

Математические модели физических величин.  
Результат измерения как случайное значение измеряемой величины.  
Погрешности измерений и их классификация.  
Причины возникновения и способы исключения погрешностей.  
Точность и предел измерений.  
Оценка случайных погрешностей.  
Нормальный закон распределения вероятности.  
Математическое ожидание и дисперсия случайной величины.  
Доверительная вероятность и доверительный интервал.  
Выборочные распределения при статистических измерениях.  
Статистическая обработка результатов количественных измерений.

#### **5. Классические измерительные системы.**

Понятие и характеристики средств измерений.  
Принципы построения измерительных систем.  
Основные функции измерительной системы.  
Идеализированная блок-схема измерительной системы.  
Важнейшие функциональные блоки измерительной системы.  
Измерительные преобразователи.  
Принципы преобразования при прямых и косвенных измерениях.  
Преобразование неэлектрических сигналов в электрические.  
Классификация измерительных преобразователей.

#### **6. Фундаментальные пределы точности измерений.**

Естественные пределы измерений.  
Элементы квантовой теории.  
Корпускулярно-волновой дуализм.  
Соотношение неопределенности и принцип дополнительности как причины невозможности полного устранения неопределенности результатов измерений.  
Шумы: влияние броуновского движения, тепловой шум, дробовой эффект, флик-кер-эффект, генерационно-рекомбинационный шум, квантовый шум.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Раннев, Г. Г. Методы и средства измерений: учебник для студентов вузов / 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2004. - 331 с.

2. Основы измерений. Датчики и электронные приборы: [учебное пособие] / Клаассен, Клаас Б.; Клаас Б. Клаассен; пер. с англ. Е. В. Воронова, А. Л. Ларина. - 4-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 350 с.

3. Попов Г.В., Земсков Ю.П., Квашнин Б.Н. Физические основы измерений в технологиях пищевой и химической промышленности: уч. пособие –СПб: Лань, 2015.

4. Зайдель, А.Н. Ошибки измерений физических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Зайдель. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – 112 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/146>

### **Дополнительная литература:**

1. Могилев, Александр Владимирович. Практикум по информатике: [учебное пособие для студентов вузов] / Могилев, Александр Владимирович, Пак, Николай Инсебович, Хеннер, Евгений Карлович; А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер; под ред. Е. К. Хеннера. - 5-е изд., стер. - М.: Академия, 2009. - 607 с

2. Бушенева, Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работу: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. – 140 с. – ISBN 978-5-394-02185-5. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93331>

3. Прошин, В.И. Анализ результатов измерений в экспериментальной физике [Электронный ресурс] / В.И. Прошин, В.Г. Сидоров. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 172 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102585>

4. Полях А. А. Основные понятия метрологии. Методы измерений. Погрешности измерений: Метод. пособие / Госстандарт России, Академия стандартизации, метрологии и сертификации (учебная), Краснодар. фил., Каф. метрологии. - Краснодар, 2002. - 34с

### **5.2. Периодическая литература**

1. Периодические журналы: «Химия и жизнь»,
2. «Российский химический журнал» и др.

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. <http://www.gaussian.com> – «Expanding the limits of computational chemistry»
2. <http://www.qchem.ru/> - «Сайт о квантовой химии»

3. <http://www.msg.ameslab.gov/games/> - «The General Atomic and Molecular Electronic Structure System (GAMESS)»
4. <http://quant.distant.ru> - Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева – Кафедра квантовой химии
5. <http://www.biblioclub.ru/> - ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
6. А также: Интернет сайты ведущих государственных ВУЗов и научных организаций РФ: МГУ, СПбГУ, РХТУ, НГУ, КубГУ, РАН РФ и др.
7. Зарубежные ведущие научные и учебные центры: NBS USA, MTI UK, ChLab Japan, NSRDS и др. Интерактивная база данных книг и журналов SpringerLink.
8. КонсультантПлюс//[www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)
9. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. URL: <http://fcior.edu.ru/>.
10. Российский образовательный портал. URL: <http://www.school.edu.ru/>
11. Базы данных Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. <http://www.gosnadzor.ru/>
12. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
13. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
14. База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
16. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
17. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН <http://www2.viniti.ru/>

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины **Общая теория измерений**

№	Наименование раздела	Формы самостоятельной работы	Формы отчетно-сти
1	Введение. История измерений.	Актуализация содержания тем изучаемой дисциплины	устный опрос
2	Шкалы измерения.	Самостоятельное изучение разделов. Подготовка к семинарским занятиям. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet.	устный опрос
3	Средства измерений	Самостоятельное изучение разделов. Подготовка к семинарским занятиям. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet.	устный опрос
4	Эталоны единиц измерений.	Самостоятельное изучение разделов. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet.	устный опрос
5	Формирование результата измерения.	Самостоятельное изучение разделов. Подготовка к семинарским занятиям. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet.	устный опрос
6	Погрешности измерений.	Самостоятельное изучение разделов. Подготовка к семинарским занятиям. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet.	устный опрос
7	Статистическая обработка результатов измерений.	Самостоятельное изучение разделов. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet.	устный опрос

Успешное изучение дисциплины «Общая теория измерений» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, выполнения тестовых проверочных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

- 1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- 2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;
- 3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к практическому занятию рекомендуется:

- 1) ознакомиться с темой и планом занятия, чтобы выяснить круг вопросов, которые будут обсуждаться на занятии;
- 2) поработать с конспектом лекции по теме занятия, а также ознакомиться с рекомендуемой литературой и (при необходимости) дополнительными источниками информации в виде периодических изданий и Интернет-ресурсов.

При выполнении практической работы студентам необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у них затруднения. с целью последующей консультации у преподавателя. Каждый студент должен стремиться активно работать на практических занятиях и успешно выполнять тестовые проверочные работы.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине «Общая теория измерений»**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины «Общая теория измерений» и оснащенность
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом учебной мебели, интерактивной доской SMART Board с короткофокусным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций (ауд. 422с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149).
2	Семинарские занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, оснащенная комплектом учебной мебели, интерактивной доской SMART Board с короткофокусным проектором, ноутбуком и соответствующим программным

		обеспечением для демонстрации презентаций (ауд. 422с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149).
3	Лабораторные занятия	-
4	Курсовое проектирование	-
5	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, оснащенная комплектом учебной мебели, интерактивной доской SMART Board с короткофокусным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций (ауд. 422с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149).
6	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом учебной мебели, интерактивной доской SMART Board с короткофокусным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций (ауд. 422с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149).
7	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы студентов, оснащенное комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченное доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. (ауд. 401с, 431с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 411С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет	Microsoft Windows; Microsoft Office

	(проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
--	--	--