

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 учебно-научной работе
качеству образования – первый
проректор


подпись

« 29 » мая 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.03 ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Направление подготовки – 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) – Безопасность технологических процессов и производств

Программа подготовки - академическая

Форма обучения - очная

Квалификация (степень) выпускника - бакалавр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Общая теория измерений» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Программу составил:
Н.Н. Буков, д-р. хим. наук., профессор



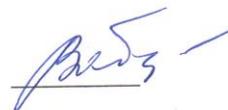
Рабочая программа дисциплины «Общая теория измерений» утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии (разработчика) протокол № 10 «15» мая 2020г.
Заведующий кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии д.х.н., профессор Буков Н.Н.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии (выпускающей) протокол № 10 «15» мая 2020г.
Заведующий кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии д.х.н., профессор Буков Н.Н.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физической химии (выпускающей) протокол № 10 «15» мая 2020г.
Заведующий кафедрой физической химии Заболоцкий В.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 «15» мая 2020г.
Председатель УМК факультета к.х.н., доцент Беспалов А.В.



Рецензенты:
Боковикова Т.Н., д.т.н, профессор Кубанского государственного технологического университета

Исаев В.А., заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий Кубанского государственного университета, д.ф.-м.н., доцент

1 Цели и задачи изучения дисциплины «Общая теория измерений»

1.1 Цель 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

Дисциплина Б1.В.03 «Общая теория измерений» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины» (модули) учебного плана направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Для освоения данной дисциплины необходимы знания по дисциплинам «Физика», «Высшая математика».

Знания, приобретенные при освоении курса, могут быть использованы при решении различных измерительных и экспериментальных задач по дисциплинам «Производственная санитария и гигиена труда», «Метрология, стандартизация и сертификация».

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 компетенций: ОПК-1, ПК-20.

№	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	современную приборную базу измерительной и вычислительной техники в области обеспечения техносферной безопасности	использовать современную приборную базу измерительной и вычислительной техники при работах в области обеспечения техносферной безопасности	методологией развития современной приборной базы измерительной и вычислительной техники в области обеспечения техносферной безопасности
2	ПК-20	способностью принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю	научные основы общей теории измерений	проводить измерительный эксперимент, использовать	методологией измерительного эксперимента, оценкой его

№	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные		методики оценки погрешностей измерений и статистической обработки полученных данных	погрешности и способностью использования результатов измерения

2. Структура и содержание дисциплины «Общая теория измерений»

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины «Общая теория измерений» по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		2	
Контактная работа, в том числе	58,2	58,2	
Аудиторные занятия (всего)	54	54	
Занятия лекционного типа	18	18	
Лабораторные занятия	-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	36	36	
Иная контактная работа:	4,2	4,2	
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2	
Самостоятельная работа, в том числе:	49,8	49,8	
Курсовая работа	-	-	
Проработка учебного материала	40	40	
Подготовка к текущему контролю	9,8	9,8	
Контроль	-	-	
Подготовка к экзамену	-	-	
Общая трудоемкость	час	108	180
	в том числе контактная работа	58,2	58,2
	зач. ед.	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые во 2 семестре

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятель-ная работа
			Л	ЛР	ПР	
1	Введение. Основные понятия и принципы измерений.	11	2	-	2	7
2	Измерительный эксперимент. Шкалы измерения.	11	2	-	2	7
3	Средства измерений	13	2	-	4	7
4	Эталоны единиц измерений.	13	2	-	4	7
5	Формирование результата измерения.	19	4	-	8	7
6	Погрешности измерений.	19,8	4	-	8	7,8
7	Статистическая обработка результатов измерений.	17	2	-	8	7
<i>Итого по дисциплине:</i>			18	-	36	49,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
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.	Коллоквиум
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.	УО, ПР
3	Средства измерений	Основные понятия, связанные со средствами измерений (СИ): статические и динамические модели аналоговых и цифровых средств измерения.	УО, ПР
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.	УО, ПР

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
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 возмущения, действующие на входе и выходе СИ. Структурная схема измерения и формирования погрешности.	УО, ПР
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.	УО, ПР
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.	УО, ПР

Примечание: УО – устный опрос; ПР – практическая работа

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела (темы)	Тематика практических занятий (семинаров)	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.	Коллоквиум
2	Измерительный эксперимент. Шкалы измерения.	Планирование эксперимента. Модельный и аналоговый метод. Теория подобия. Аналоговая и цифровая форма представления информации.	Коллоквиум

№	Наименование раздела (темы)	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
3	Средства измерений	Основные понятия, связанные со средствами измерений.	Коллоквиум
		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.	Коллоквиум
		Эталоны и стандартные образцы.	Коллоквиум
5	Формирование результата измерений	Закономерности формирования результата измерения.	Коллоквиум
		Понятие погрешности результата измерения.	Коллоквиум
		Основные источники погрешностей:	Коллоквиум
		Структурная схема измерения и формирования погрешности.	Коллоквиум
6	Погрешности измерений	Погрешности измерений их виды.	Коллоквиум
		Причины возникновения и способы исключения погрешностей.	Коллоквиум
		Оценка случайных погрешностей.	Коллоквиум
		Алгоритмы определения составляющих и полной погрешности. Способы уменьшения и исключения погрешностей.	Коллоквиум
7	Статистическая обработка результатов измерений	Определение границ случайных погрешностей при заданной доверительной вероятности и доверительных вероятностей попадания случайных погрешностей в заданные границы.	Коллоквиум
		Обработка результатов многократных равноточных измерений.	Коллоквиум
		Обработка результатов многократных неравноточных измерений.	Коллоквиум
		Обработка результатов нескольких серий измерений.	Коллоквиум

2.3.3 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия - не предусмотрены

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены

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	Проработка учебного 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:

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
	Подготовка к текущему контролю	<p>Интеллект, 2012. - 350 с.</p> <p>Попов Г.В., Земсков Ю.П., Квашнин Б.Н. Физические основы измерений в технологиях пищевой и химической промышленности: уч. пособие –СПб: Лань, 2015.</p> <p>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</p> <p>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.</p>

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.

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.

3. Образовательные технологии

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.

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; $0,254 \text{ мм}^3$, 622 дм^3 .

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:

мольная теплоемкость: К, моль, Дж.

ускорение свободного падения м, Н, 2, с,

5. Укажите реакции какого порядка характеризуют следующие выражения единиц измерения их скорости: $\text{Моль}^2 \cdot \text{л}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$; $\text{Моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$.

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^2 , мм^2 , см^2 , дм^2 , м^3 , 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: π , e , $2^{-0,5}$.

3. Для величин $a=10,5 \pm 0,1$ и $b=34,4 \pm 0,3$ найти значения $a+b$, $a \cdot b$, $(a^2 - b^2)/ab$, 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 ± 2	$1,932 \pm 0,005$	40 ± 4	$2,01 \pm 0,01$
17 ± 2	$1,94 \pm 0,01$	53 ± 4	$2,04 \pm 0,01$
25 ± 2	$1,96 \pm 0,01$	67 ± 6	$2,12 \pm 0,02$

Проанализируйте результаты измерений. Постройте график зависимости T от A .
Сделайте вывод о зависимости T от A .

5. Угол α измерен как 125 ± 2 град, рассчитайте значения и погрешности тригонометрических функций угла.

6. Для величины $a = 3,0 \pm 0,1$ рассчитайте e^a 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, фликкер-эффект, генерационно-рекомбинационный шум, квантовый шум.

4.3 Критерии оценки по промежуточной аттестации

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом.

Зачет по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Преподавателю предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Форма проведения зачета: устно, с письменным решением задач и основными тезисами по теоретическим и дополнительным вопросам.

Студенты имеют право на досрочную аттестацию в случаях: а) самостоятельного решения всех задач по курсу; б) инициативному написанию рефератов по темам «Критерии подобия» и «Фундаментальные пределы точности измерений».

Результат сдачи зачета заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Требования к знаниям: бакалавр должен обладать базовыми и углубленными знаниями общей теории измерения и современной измерительной базы; иметь общее представление о применяемых и перспективных технологиях общей теории измерения, принципах построения и функционирования измерительных устройств и систем, а также углубленные знания в вопросах их эксплуатации, сопровождения и обслуживания;

Требования к характеристикам умений и владений бакалавр должен уметь проводить комплексные измерения, выполнять комплексные проекты, осуществлять коммуникации в профессиональной сфере с применением базовых и углубленных знаний общей теории измерений.

Критерии оценки сформированных компетенций:

- обучаемый имеет определенное представление о внешних свойствах и признаках изучаемых предметов и явлений, но не проявляет их должной осмысленности и не справ-

ляется с выполнением соответствующих письменных и экспериментальных работ (**незачтено**);

- обучаемый имеет четкие представления об изучаемых предметах и явлениях, понимает их сущность, не обнаруживает затруднение в их воспроизведении и применении на практике (**зачтено**)

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

– 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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Общая теория измерений»

5.1 Основная 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>

5.2 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 работы: 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

5.3. Периодические издания:

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

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

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
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/>

18. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных www.gusnano.com

19. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Общая теория измерений»

№	Наименование раздела	Формы самостоятельной работы	Формы отчетности
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

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.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

8.1 Перечень информационных технологий.

Использование электронных презентаций

8.2 Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения

Microsoft Office Professional Plus

Microsoft Windows

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» 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)