МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТРОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовые и оптические системы связи**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Кафедра: **сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	6	6	часов
Практические занятия	4	4	часов
Лабораторные занятия	4	4	часов
Самостоятельная работа	109	109	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	10	10	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144 4	часов з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр	Количество
Экзамен	4	
Контрольные работы	4	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по учебной работе
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 81853

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью дисциплины является обучение студентов основам метрологического обеспечения современной науки и техники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение теоретических основ метрологии.
2. Изучение положений теории погрешностей, способов обработки результатов измерений.
3. Изучение современных методов и средств измерения физических величин.
4. Изучение системы обеспечения единства измерений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Модуль укрупненной группы специальностей и направлений (general hard skills – GHS).

Индекс дисциплины: Б1.О.02.04.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		

Согласована на портале № 81853

ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных	Знает оптимальные методы и средства измерения электрических физических величин (напряжения, силы тока, мощности, спектра сигналов, параметров электрических цепей). Знает теоретические и законодательные основы метрологии, правила и приемы обработки результатов измерений и их представления.
	ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований	Выбирает требуемые средства измерения для эффективного решения поставленной задачи. Измеряет параметры и характеристики используемого оборудования, средств и систем связи с применением современных измерительных приборов и автоматических информационно-измерительных систем.
	ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных	Проводит технические измерения в телекоммуникационных системах , использует правила и методы обработки результатов однократных прямых, многократных и косвенных измерений и оценки погрешности измерений. Метрологически правильно представляет результаты измерений.
Профессиональные компетенции		
-	-	-

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего	26	26
Лекционные занятия	6	6
Практические занятия	4	4
Лабораторные занятия	4	4
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	10	10
Контрольные работы	2	2
Самостоятельная работа обучающихся, всего	109	109
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	60	60
Проработка лекционного материала	24	24
Подготовка к лабораторной работе	10	10
Написание отчета по лабораторной работе	10	10
Подготовка к контрольной работе	5	5
Подготовка и сдача экзамена	9	9

Согласована на портале № 81853

Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
4 семестр								
1 Метрология	1	2	-	2	1	10	16	ОПК-2
2 Электрорадиоизмерения	1	-	-		1	10	12	ОПК-2
3 Автоматизация измерений	1	-	-		1	10	12	ОПК-2
4 Обеспечение единства измерений	1	-	-		1	10	12	ОПК-2
5 Техническое регулирование	1	-	-		1	10	12	ОПК-2
6 Основы метрологии и теории погрешностей	1	2	4		5	35	47	ОПК-2
Итого за семестр	6	4	4	2	10	85	111	
Итого	6	4	4	2	10	85	111	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	СРП, ч	Формируемые компетенции
4 семестр				
1 Метрология	Основы метрологии. Основные понятия и определения. Единицы и системы единиц ФВ. Система СИ. Классификации видов измерений. Классификация средств измерений (СИ). Классификация методов измерений. Основные этапы измерения ФВ. Основы теории погрешностей. Основные положения. Классификация погрешностей. Систематические погрешности. Обнаружение. Исключение. Случайные погрешности. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения. Обработка результатов измерений. Общие положения. Нормирование погрешностей СИ. Обработка результатов прямых однократных измерений. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений. Обработка результатов косвенных измерений.	1	1	ОПК-2
	Итого	1	1	

Согласована на портале № 81853

2 Электрорадиоизмерения	Общие принципы построения измерительных приборов. Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Аналоговые электромеханические приборы. Цифровые измерительные приборы (ЦИП). Классификация ЦИП. Основные характеристики ЦИП. Погрешность дискретности время-импульсного преобразования. Измерение силы тока и напряжения. Основные положения. Цифровые вольтметры. Электронно-лучевые осциллографы. Универсальный электронно-лучевой осциллограф. Измерение параметров сигналов. Цифровые осциллографы. Измерение интервалов времени, частоты, и фазы сигналов. Измерение временных интервалов. Измерение частоты сигналов. Измерение фазового сдвига сигналов. Измерение параметров спектра сигналов. Основные положения спектрального анализа. Анализаторы спектра параллельного действия. Анализаторы спектра последовательного типа. Вычислительные анализаторы спектра. Измерение мощности. Измерение параметров цепей с сосредоточенными постоянными. Общие сведения. Цифровые методы измерения параметров цепей. Измерение амплитудно-частотных характеристик. Особенности измерений в системах связи с разной средой распространения.	1	1	ОПК-2
	Итого	1	1	
3 Автоматизация измерений	Автоматизация измерений. Измерительные информационные системы. Общие положения. Автономные микропроцессорные цифровые СИ. Измерительные информационные системы. Виртуальные измерительные приборы.	1	1	ОПК-2
	Итого	1	1	
4 Обеспечение единства измерений	Методы и средства обеспечения единства и точности измерений. Обеспечение единства и точности измерений. Основы метрологического обеспечения измерений. Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений (ГРОЕИ). Поверка и калибровка СИ. Система воспроизведения единиц ФВ и передачи их размеров рабочим средствам измерений.	1	1	ОПК-2
	Итого	1	1	

Согласована на портале № 81853

5 Техническое регулирование	Основы технического регулирования. Правовая основа технического регулирования. Основные положения закона «О техническом регулировании». Технические регламенты. Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов. Ответственность и процедуры, применяемые в случаях несоответствия требованиям технических регламентов. Стандартизация. Основные положения. Цели и принципы стандартизации. Нормативные документы по стандартизации. Виды стандартов. Национальная государственная система стандартизации (ГСС). Организационная основа стандартизации. Виды и методы стандартизации. Подтверждение соответствия. Основные положения и определения. Цели и принципы подтверждения соответствия. Добровольное подтверждение соответствия. Обязательное подтверждение соответствия. Системы и схемы сертификации. Сертификация средств связи. Сертификация средств измерений.	1	1	ОПК-2
	Итого	1	1	
6 Основы метрологии и теории погрешностей	Основы метрологии. Основы теории погрешностей. Обработка результатов измерений.	1	5	ОПК-2
	Итого	1	5	
Итого за семестр		6	10	
Итого		6	10	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-2
Итого за семестр		2	
Итого		2	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
6 Основы метрологии и теории погрешностей	Определение среднеквадратической погрешности ряда наблюдений и построение гистограммы распределения погрешностей.	4	ОПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Согласована на портале № 81853

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Метрология	Основы метрологии.	2	ОПК-2
	Итого	2	
6 Основы метрологии и теории погрешностей	Основы теории погрешностей. Обработка результатов измерений.	2	ОПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

5.6. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Метрология	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4	ОПК-2	Экзамен
	Итого	14		
2 Электрорадиоизмерения	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4	ОПК-2	Экзамен
	Итого	14		
3 Автоматизация измерений	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4	ОПК-2	Экзамен
	Итого	14		

Согласована на портале № 81853

4 Обеспечение единства измерений	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4	ОПК-2	Экзамен
	Итого	14		
5 Техническое регулирование	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4	ОПК-2	Экзамен
	Итого	14		
6 Основы метрологии и теории погрешностей	Подготовка к лабораторной работе	10	ОПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	10	ОПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4	ОПК-2	Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	5	ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	39		
Итого за семестр		109		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		118		

5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности						Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	

Согласована на портале № 81853

ОПК-2	+	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Отчалко В. Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие / Отчалко В. Ф. - Томск: ТМЦДО, 2010. - 208 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.2. Дополнительная литература

1. Федеральный закон "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 N 102-ФЗ (последняя редакция) Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/.
2. Волегов А.С. Метрология и измерительная техника [Электронный ресурс]: электронные средства измерений электрических величин: учебное пособие для вузов/А.С.Волегов, Д.С.Незнахин, Е.А.Степанова .- Москва: Издательство Юрайт. 2018. - 103с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/book/metrologiya-i-izmeritelnaya-tehnika-elektronnye-sredstva-izmereniy-elektricheskih-velichin-425141.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Отчалко В. Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебно-методическое пособие / Отчалко В. Ф. - Томск: ТМЦДО, 2010. - 52 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.
2. Бородина Е. А. Лабораторные работы по метрологии / Е. А. Бородина. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 40 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/292850.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Отчалко В.Ф. Метрология [Электронный ресурс]: электронный курс. Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных

Согласована на портале № 81853

и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

2. ЭБС "Юрайт": виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России https://urait.ru Доступ из личного кабинета студента.

3. КонсультантПлюс: справочная правовая система www.consultant.ru. Доступ из личного кабинета студента по ссылке https:/study/tusur.ru/study/download/..

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

Учебная аудитория для проведения занятий практического и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для выполнения курсовых работ/проектов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 81853

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Метрология	ОПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Электрорадиоизмерения	ОПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Автоматизация измерений	ОПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Обеспечение единства измерений	ОПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Техническое регулирование	ОПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 81853

6 Основы метрологии и теории погрешностей	ОПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции

Согласована на портале № 81853

2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Как определить, что данное техническое средство - это средство измерений:
   а) техническое средство, предназначенное для проведения измерений;
   б) электронное техническое средство;
   в) техническое средство или комплекс технических средств, обеспечивающих требуемую обработку информации.
2. Какое измерение будет являться примером прямого измерения
   а) напряжение измерено вольтметром U = 5 В;
   б) напряжение измерено в соответствии с законом Ома U= R I =50 *0,1=5 А;
   в) определена зависимость емкости варикапа от величины напряжения C= C0+AU+BU^2.
3. С какой целью проводят многократные измерения?
   а) для уменьшения случайной погрешности результата измерения;
   б) для обнаружения и определения промахов;
   в) для устранения систематической погрешности.
4. Как определить нулевой метод измерения?
   а) метод сравнения с мерой, при котором прибором измеряется разность между измеряемой и образцовой величиной;
   б) метод сравнения с мерой, при котором разность между измеряемой и образцовой величиной доводят до нуля;
   в) метод, при котором результат измерения снимается с индикатора измерительного прибора;
   г) метод, при котором сначала измеряется искомая величина, затем на вход прибора подается образцовая величина, и она изменяется до того же показания прибора, что было при измерении неизвестной величины.
5. Как определить основную погрешность СИ
   а) погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации;
   б) погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации;
   в) погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы.
6. Как определить, что такое рабочие СИ?
   а) СИ, не связанные с процессом передачи размера единицы ФВ;
   б) СИ, предназначенные для передачи размера единицы ФВ;

Согласована на портале № 81853

в) СИ, выполняющие все измерительные операции без участия оператора.

7. Как определить дополнительную погрешность СИ?
   а) погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации;
   б) погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации;
   в) погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы.
8. В каких ситуациях мы имеем дело со случайной погрешностью:
   а) если это погрешности, которые остаются неизменными или закономерно изменяются при повторных измерениях одной и той же величины;
   б) если это погрешности, которые при повторных измерениях одной и той же величины хаотично изменяются по величине и знаку;
   в) если это погрешности, величина которых существенно превосходит величину погрешности, обусловленную условиями измерительного эксперимента.
9. Если выходной код АЦП создается последовательно во времени с дискретом, равным стоимости единицы младшего разряда кода, то это АЦП, построенное по методу _____._____.
10. В каком случае проводятся динамические измерения?
    а) если это измерения постоянной во времени ФВ;
    б) если это измерения переменной во времени ФВ;
    в) если это измерения нелинейно зависящей от напряжения ФВ;
    г) если это измерения линейно зависящей от напряжения ФВ.
11. Какое условие вы будете использовать для расчета измеряемых параметров цепей (RLC) при балансе четырехплечего моста:
    а) произведения противоположных плеч моста равны между собой;
    б) произведения смежных плеч моста равны между собой;
    в) суммы противоположных плеч моста равны между собой;
    г) суммы смежных плеч моста равны между собой.
12. Как определите, что это автоматическое СИ?
    а) практически все операции при измерении проводятся оператором;
    б) одна или несколько операций выполняется автоматически, но остальные операции выполняются оператором;
    в) все измерительные операции выполняются в автоматическом режиме.
13. При поверке амперметра получено, что 60% нормально распределенных случайных погрешностей не превышает ±2 мА. Определить вероятность того, что погрешность не будет больше ±3 мА.
    а) 0.95;
    б) 0,79;
    в) 0,90;
    г) 1,21.
14. Как определяется для цифровых СИ погрешность дискретности :
    а) это погрешность за счет отличия реальных уровней квантования от идеальных;
    б) это методическая погрешность, обусловленная представлением непрерывной измеряемой величины в цифровом виде;
    в) это инструментальная погрешность из-за неидеальности характеристики сравнивающего устройства АЦП.
15. Какие методы применяются для коррекции систематической погрешности измерений:
    а) метод устранения источников погрешности перед началом измерений;
    б) метод замещения;
    в) метод введения поправки в результат измерения;
    г) метод компенсации погрешности по знаку;
    д) метод рандомизации.
16. В каком случае мы имеем дело с систематической погрешностью:
    а) если это погрешности, которые остаются неизменными или закономерно изменяются при повторных измерениях одной и той же величины;
    б) если это погрешности, которые при повторных измерениях одной и той же величины хаотично изменяются по величине и знаку;
    в) если этопогрешности, величина которых существенно превосходит величину

Согласована на портале № 81853

погрешности, обусловленную условиями измерительного эксперимента.

17. Как определите что применяется метод непосредственной оценки при измерении ФВ?
    а) если это метод сравнения с мерой, при котором прибором измеряется разность между измеряемой и образцовой величиной;
    б) если это метод сравнения с мерой, при котором разность между измеряемой и образцовой величиной доводят до нуля;
    в) если это метод, при котором результат измерения снимается с индикатора измерительного прибора;
    г) если это метод, при котором сначала измеряется искомая величина, затем на вход прибора подается образцовая величина, и она изменяется до того же показания прибора, что было при измерении неизвестной величины.
18. Какие характеристики СИ относятся к метрологическим характеристикам?
    а) диапазон измерений;
    б) частотный диапазон;
    в) потребляемая мощность из сети;
    г) статическая характеристика преобразования;
    д) основная погрешность СИ;
    е) устойчивость к механическим воздействиям;
    ж) пробивное напряжение изоляции СИ;
    з) дополнительная погрешность СИ.
19. Какой из методов измерения ФВ потенциально наиболее точен?
    а) метод непосредственной оценки;
    б) метод замещения;
    в) дифференциальный метод;
    г) метод совпадения
20. Как определяются границы доверительного интервала случайной погрешности?
    а) $S = \sqrt{[\frac{\Sigma(xi - \bar{x})^2}{n-1}}$
    б) $\varepsilon = t(РД) \cdot S$
    в) $S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}}$

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

Приведены примеры типовых заданий из банка экзаменационных тестов, составленных по пройденным разделам дисциплины.

1. Что такое действительное значение ФВ?
   а) значение ФВ, настолько близкое к истинному значению ФВ, что может его заменить;
   б) значение ФВ, найденное экспериментальным путем с помощью средства измерения;
   в) значение ФВ, найденное экспериментальным путем, после введения поправки.
2. Что такое рабочие СИ?
   а) СИ, не связанные с процессом передачи размера единицы ФВ;
   б) СИ, предназначенные для передачи размера единицы ФВ;
   в) СИ, выполняющие все измерительные операции без участия оператора.
3. Что представляет собой метод непосредственной оценки при измерении ФВ?
   а) метод сравнения с мерой, при котором прибором измеряется разность между измеряемой и образцовой величиной;
   б) метод сравнения с мерой, при котором разность между измеряемой и образцовой величиной доводят до нуля;
   в) метод, при котором результат измерения снимается с индикатора измерительного прибора;
   г) метод, при котором сначала измеряется искомая величина, затем на вход прибора подается образцовая величина, и она изменяется до того же показания прибора, что было при измерении неизвестной величины.
4. Фазометром с пределом шкалы 180 градусов, класса точности 1,0/0,5 измеряется разность фаз сигналов. Показания фазометра 128,7 градусов. Записать результат измерения.

Согласована на портале № 81853

а) 128,7 ± 1.5;
б) 128,7 ± 1.8;
в) 128,7 ± 2.5;

5. Совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия СИ метрологическим требованиям – это _____ СИ.
6. При измерении индуктивности измеритель RLC класса точности 2,0 с пределом шкалы 10 мкГн показал 7,52 мкГн. Измерения проводились при напряжении питания 240 В. Из паспортных данных прибора известно, что нормальные условия измерения 220 В и дополнительная погрешность за счет напряжения питания не превышает половины основной при изменении напряжения на каждые 20 В. Записать результат измерения.
   а) (7,52 ± 0.25) мкГн; РД=0,95
   б) (7,52 ± 0.34) мкГн; РД=0,95
   в) (7,52 ± 0.29) мкГн; РД=0,95.
7. Что такое метрологическая экспертиза?
   а) контрольная деятельность органов государственной власти, заключающаяся в проверке соблюдения установленных обязательных требований, а также в применении законодательных мер за их нарушение;
   б) анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту;
   в) официальное подтверждение компетентности организации или предпринимателя выполнять работы и оказывать услуги в области метрологического обеспечения измерений.
8. Для цифрового измерения _____ периодического сигнала необходимо сосчитать число его периодов за известный интервал времени.
9. Что такое автоматизированные СИ?
   а) практически все операции при измерении проводятся оператором;
   б) одна или несколько операций выполняется автоматически, но остальные операции выполняются оператором;
   в) все измерительные операции выполняются в автоматическом режиме.
10. Что представляет собой методическая погрешность?
    а) погрешность из-за несовершенства средства измерения;
    б) погрешность, обусловленная несовершенством метода измерения и модели объекта измерения;
    в) погрешность, обусловленная внешними условиями измерительного эксперимента.

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Систематические и случайные погрешности
   Случайная погрешность измерения напряжения распределена по нормальному закону. При обработке результатов измерений получены следующие оценки погрешности: систематическая погрешность +20 мВ, случайная погрешность (СКО) равна 20 мВ. Определить вероятность того, что погрешность измерения находится в пределах +-60 мВ.
2. Обработка однократных прямых измерений.
   Построить графики зависимости абсолютной и относительной погрешностей от измеряемого фазового сдвига для фазометра с пределом шкалы 180 градусов, класса точности 1.0/0.5 . Количество расчетных точек графиков 4 и более.
3. Суммирование погрешностей.
   Показания цифрового омметра с пределом шкалы 1000 Ом - 910 Ом. Из паспортных данных прибора известно, что основная погрешность равна +- (0.2 % + стоимость 1 единицы младшего разряда кода), дополнительная температурная погрешность +-1 Ом, среднеквадратическое отклонение случайной погрешности =0.7 Ом. Записать результат измерения.
4. Обработка многократных измерений.
   При многократных измерениях силы тока получены следующие результаты: 20; 20.2; 20.4; 19.6; 19.8; 20; 19.8; 20.2; 18.0; 20 мА. Записать результат измерения при доверительной вероятности РД =0.95.
5. Обработка косвенных измерений.
   Измеряемое косвенным методом напряжение определяется выражением U=I * R1 * R2

Согласована на портале № 81853

/R3. В результате прямых измерений цифровым омметром с пределом шкалы 1000 Ом и погрешностью ±1% ± 1 емр получено, что R1 = 100 Ом; R2 = 1000 Ом; R3 = 200 Ом. . Амперметр класса точности 0.5 с пределом измерения 30 мА, показал 20 мА. Определить результат и абсолютную погрешность измерения напряжения. Записать результат измерения.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Определение среднеквадратической погрешности ряда наблюдений и построение гистограммы распределения погрешностей.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 81853

С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 81853

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП
протокол № 4 от «29» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. КСУП	Ю.А. Шурыгин	Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. КСУП	Т.Е. Григорьева	Согласовано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. КСУП	Т.Е. Григорьева	Разработано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5
Доцент, каф. КСУП	В.Ф. Отчалко	Разработано, 2893fadc-8d13-49b1-bf5a-b7d6d72f2478

Согласована на портале № 81853