МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
_____ А.А. Каракозов
(подпись)
«31» марта 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.24 Метрология, стандартизация и технические измерения
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 12.03.01 «Приборостроение»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Информационно-измерительная техника и технологии
(наименование профиля / магистерской программы /специализации)

Программа: Бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: Очная, заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестры	4 и 5	5 и 6
Общая трудоёмкость в з.е./часах	5 / 180	5 / 180
Контактная работа (час.), в том числе:	**72**	**20**
лекции (час.)	51	4
лабораторные работы (час.)	15	4
практические (семинарские) занятия (час.)	-	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	**90**	124
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	5 / 34	6 / 34
Контроль (экзамен, час./зачёт)	**18**	**36**

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Метрология, стандартизация и технические измерения» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение» (Направленность (профиль) - «Информационно-измерительная техника и технологии») для 2023 года приёма, по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

Доцент кафедры «Электронная техника», к.т.н., доцент _____ Коренев В.Д.
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электронная техника».

Протокол от « 07 » марта 2023 года № 7 .

Заведующий кафедрой _____ Кузнецов Д.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Протокол от « 07 » марта 2023 года № 3.

Председатель _____ Кузнецов Д.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Электронная техника».

Протокол от «____» _____ 20___ года № _____.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Электронная техника».

Протокол от «____» _____ 20___ года № _____.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Электронная техника».

Протокол от «____» _____ 20___ года № _____.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Электронная техника».

Протокол от «_____» _____ 20___ года № _____.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Электронная техника».

Протокол от «_____» _____ 20___ года № _____.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Электронная техника».

Протокол от «_____» _____ 20___ года № _____.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Электронная техника».

Протокол от «_____» _____ 20___ года № _____.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Электронная техника».

Протокол от «_____» _____ 20___ года № _____.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Электронная техника».

Протокол от «_____» _____ 20___ года № _____.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы обучения студентов современным методам и средствам технических измерений, что обеспечит в будущем их квалифицированное участие в многогранной деятельности по выбранному профилю подготовки.

Цель дисциплины - подготовка студентов к решению организационных, научных, технических и правовых задач метрологии, стандартизации, методов и средств измерений электрических и неэлектрических физических величин.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать основные метрологические правила, требования и нормы; методы и средства измерений; принципы действия технических средств измерений; правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей; правила выбора методов и средств измерений; организационные и технические принципы стандартизации и сертификации;

уметь правильно выбирать средства измерений для решения конкретных измерительных задач; проводить измерения и обрабатывать их результаты; анализировать, интерпретировать и представлять результаты измерений;

владеть современными методами измерений; методами обработки результатов измерений.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способности проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении (ОПК-3);
- способности участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями (ОПК-5);
- способности определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);
- способности создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций (УК-8).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина «Метрология, стандартизация и технические измерения» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при

освоении дисциплин математического, естественно - научного и профессионального циклов: «Высшая математика», «Общая физика», «Информатика и программирование», «Офисные компьютерные технологии», «Электротехника» и др.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом:

- при выполнении курсовой работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения»;
- при изучении последующих дисциплин профессионального цикла («Метрологическое обеспечение приборов и систем», «Электроника», «Измерительные преобразователи», «Теоретические основы приборов и систем», «Моделирование на ЭВМ» и др.);
- в научно-исследовательской работе, прохождении производственной и преддипломной практики, государственной итоговой аттестации.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекц.	Лабор.	Практ.	СР
Тема.1. Основные понятия метрологии и измерительной техники	10 / 11	4 / 2	0 / 0	0 / 0	6 / 9
Тема 2. Погрешности измерений. Систематические погрешности. Случайные погрешности.	26 / 19	13 / 2	2 / 0	0 / 0	11 / 17
Тема 3. Обработка результатов измерений.	27 / 24	10 / 2	6 / 0	0 / 4	11 / 18
Тема 4. Метрологические характеристики (МХ) средств измерений (СИ). Нормирование МХ СИ. Классы точности СИ.	17 / 20	8 / 2	2 / 0	0 / 0	7 / 18
Тема 5. Исследования формы электрических сигналов. Измерение параметров электрических сигналов.	17 / 19	6 / 0	5 / 2	0 / 0	6 / 17
Тема 6. Аналоговые и цифровые измерительные приборы. Средства измерения электрических и магнитных величин.	16 / 15	8 / 0	2 / 0	0 / 0	6 / 15
Тема 7. Основы	7 / 10	2 / 0	0 / 0	0 / 0	5 / 10

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекц.	Лабор.	Практ.	СР
стандартизации.					
Контактная работа (доп.)	6 /8			0 / 0	6 / 8
Курсовая работа	36 / 36	0	0	0 / 0	36 / 36
Итого по видам занятий	**162 / 162**	**51 / 8**	**17 / 2**	0 / 4	**94 / 148**
Контроль	**18 / 18**	**0 / 0**	**0 / 0**	**0 / 0**	**18 / 18**
Итого	**180 / 180**	**51 / 8**	**17 / 2**	**0 / 4**	**112 / 166**

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ОПК-3	Темы 2, 3, 7
ПК-5	Темы 4 … 6
УК-2	Темы 5 … 7
УК-8	Темы 7

3.2. Лекции

Тема 1. Основные понятия измерительной техники и метрологии.

Содержание темы 1. Измерение и его составные элементы. Понятие физической величины (ФВ), единицы ФВ, размера и значения ФВ. Методы и способы обеспечения единства и точности измерений.

Виды измерений: прямые, косвенные, совокупные, совместные. Принципы измерений. Методы измерений: непосредственного измерения, сравнения с мерой. Измерения однократные и многократные. Понятие наблюдения и измерения.

Литература к теме 1: [1, 2, 4, 5].

Тема 2. Погрешности измерений.

Содержание темы 2. Истинное и действительное значение ФВ, результат измерения. Понятие погрешности измерения. Классификация погрешностей.

Систематические погрешности и их классификация. Исключение и учет систематических погрешностей. Понятие неисключенной систематической погрешности; причины появления, способы учета.

Случайные погрешности измерений. Нормальное распределение случайных погрешностей и результатов наблюдений многократного измерения. Параметры распределения, их оценки. Точечные оценки истинного значения ФВ и среднего квадратичного отклонения (СКО) результатов наблюдений. СКО среднего арифметического значения результатов наблюдений (СКО результата измерения). Оценка результатов измерений с помощью доверительных интервалов. Способы учета и

уменьшения случайных погрешностей измерений. Оценивание случайных погрешностей различных видов измерений.

Измерения статические и динамические. Статическая погрешность измерения. Динамическая погрешность.

Литература к теме 2: [3, 5].

Тема 3. Обработка результатов измерений.

Содержание темы 3. Общие требования к обработке результатов измерений. Выявление и исключение грубых погрешностей в результатах измерений. Особенности обработки результатов прямых однократных и многократных измерений. Оценивание результата и составляющих суммарной погрешности прямых однократных и многократных измерений. Оценивание результата и случайной погрешности неравноточного измерения. Оценивание результата и составляющих суммарной погрешности косвенного измерения.

Литература к теме 3: [1, 3, 5].

Тема 4. Метрологические характеристики (МХ) средств измерений (СИ). Нормирование МХ СИ.

Содержание темы 4. Понятие средства измерений. Классификация СИ по назначению. Принципы построения СИ. Технические характеристики СИ. Понятие метрологической характеристики СИ. Нормирование МХ СИ, способы нормирования. Метрологическая аттестация и поверка СИ. Не метрологические характеристики СИ.

Аддитивные и мультипликативные погрешности СИ, причины их появления, особенности. Нормирование погрешностей СИ. Классы точности СИ, их обозначение. Применение класса точности СИ для определения инструментальной погрешности результата измерения.

Литература к теме 4: [1, 2, 5].

Тема 5. Приборы для исследования формы электрических сигналов.

Содержание темы 5. Классификация осциллографов. Электронно-лучевые осциллографы (ЭЛО): структурная схема; принцип формирования осциллограммы на экране трубки ЭЛО; режимы работы. Цифровые осциллографы. Основные МХ каналов ЭЛО.

Осциллографический метод измерения амплитуды и временных параметров электрического сигнала осциллографическим методом. Способ линейной развертки, способ синусоидальной развертки. Измерение фазового сдвига сигналов осциллографическим методом - способами линейной и синусоидальной развертки. Погрешности метода.

Литература к теме 5: [4, 5, 6].

Тема 6. Средства измерения электрических и магнитных величин.

Содержание темы 6. Принцип действия, устройство, назначение, основные технические характеристики электромеханических аналоговых измерительных приборов.

Принцип действия, устройство, назначение, основные технические характеристики аналоговых измерительных приборов: вольтметры, частотомеры, фазометры, измерители параметров электрических цепей.

Дискретизация и квантование аналоговых сигналов. Системы счисления и коды цифровых измерительных приборов и устройств. Аналого-цифровые преобразователи – методы преобразования аналоговых физических величин в цифровой код. Определение разрядности аналого-цифрового преобразования.

Литература к теме 6: [1, 2].

Тема 7. Основы стандартизации.

Содержание темы 7. Цель, основы, формы стандартизации. Государственная система стандартизации. Международная стандартизация.

Литература к теме 7: [1, 2, 4].

3.3. Практические занятия

№ п/п	Темы занятий	Объем, час.	Литература
1	Обработка результатов измерений	4	[3, 5]

3.4. Лабораторные занятия

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Выявление и исключение грубых погрешностей измерений	1 / 0	[3, 5]
2	Экспериментальное определение основных метрологических характеристик каналов электронно-лучевого осциллографа	3 / 0	[5, 6]
3	Измерение параметров электрических сигналов осциллографическим методом	3 / 2	[5, 6]
4	Обработка результатов неравноточного измерения: оценивание результата и случайной погрешности	2 / 0	[3, 5]
5	Случайные погрешности измерений. СКО результатов наблюдений и СКО результата измерения (среднего значения результатов наблюдений)	2 / 0	[3, 5]
6	Нормирование погрешностей СИ. Классы точности СИ, их применение	2 / 0	[1, 5]
7	Экспериментальное определение АЧХ и ФЧХ четырехполюсника	2 / 0	[5, 6]
8	Оценивание результата и составляющих суммарной погрешности косвенного измерения	2 /0	[5, 6]
Итого		17 / 2	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	28 / 47
2	Подготовка к лабораторным занятиям	30 / 56
	Выполнение индивидуального задания	0 / 9
3	Выполнение курсовой работы	36 / 36
Итого:		94 / 148

3.6. Курсовая работа

Курсовая работа по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения» выполняется студентами в пятом семестре (после изучения теоретического курса) и содержит четыре задания по следующим темам дисциплины:

- оценивание результата, составляющих и суммарной погрешности прямого многократного измерения с выявлением и исключением грубых погрешностей измерений (промахов) и систематической погрешности;
- оценивание результата и случайной погрешности неравноточного многократного измерения;
- оценивание составляющих (не исключенной составляющей и случайной составляющей) погрешности косвенного измерения.

Для оказания помощи студентам при выполнении курсовой работы разработаны методические указания, содержащие [7]:

- краткое изложение теоретических основ обработки результатов измерений тех видов, которые рассматриваются в работе;
- примеры решения задач, подобных заданиям курсовой работы;
- варианты индивидуальных заданий по курсовой работе, требования к содержанию и оформлению пояснительной записки, критерии оценивания.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок (т.е. задания не выполнены вообще);
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности; способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи; способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по быстроте и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

1. Измерение и его составные элементы.
2. Физическая величина (ФВ), единица ФВ, размер и значение ФВ.
3. Методы и способы обеспечения единства и точности измерений.
4. Виды измерений: прямые, косвенные, совокупные, совместные.
5. Принципы измерений. Методы измерений: непосредственного измерения, сравнения с мерой.
6. Измерения однократные и многократные. Понятие наблюдения и измерения.
7. Истинное и действительное значение ФВ, результат измерения. Понятие погрешности измерения. Классификация погрешностей.
8. Систематические погрешности, их классификация. Исключение и учет систематических погрешностей. Понятие неисключенной систематической погрешности. Причины появления систематических погрешностей, способы учета.
9. Случайные погрешности измерений (понятие, причины появления).

10. Нормальное распределение случайных погрешностей и результатов наблюдений многократного измерения. Параметры распределения, их оценки.

11. Точечные оценки истинного значения ФВ и среднего квадратичного отклонения (СКО) результатов наблюдений. СКО среднего арифметического значения результатов наблюдений (СКО результата измерения).

12. Оценка результатов измерений с помощью доверительных интервалов.

13. Способы учета и уменьшения случайных погрешностей измерений.

14. Общие требования к обработке результатов измерений. Выявление и исключение грубых погрешностей в результатах измерений.

15. Обработка результатов прямых однократных и многократных измерений. Оценивание результата и составляющих суммарной погрешности прямых однократных и многократных измерений.

16. Оценивание результата и случайной погрешности неравноточного измерения.

17. Оценивание результата и составляющих суммарной погрешности косвенного измерения.

18. Понятие средства измерений. Классификация СИ по назначению.

19. Технические характеристики СИ. Понятие метрологической характеристики СИ. Нормирование МХ СИ, способы нормирования.

20. Метрологическая аттестация и поверка СИ. Не метрологические характеристики СИ.

21. Аддитивные и мультипликативные погрешности СИ, причины их появления, особенности. Способы нормирования погрешностей СИ.

22. Классы точности СИ, их обозначение. Применение класса точности СИ для определения инструментальной погрешности результата измерения.

23. Электронно-лучевые осциллографы (ЭЛО): структурная схема; принцип формирования осциллограммы на экране трубки ЭЛО.

24. Режимы работы электронно-лучевых осциллографов. Цифровые осциллографы.

25. Осциллографический метод измерения амплитуды и временных параметров электрического сигнала осциллографическим методом.

26. Измерение частоты и фазового сдвига периодических сигналов способом линейной развертки. Погрешности.

27. Измерение частоты и фазового сдвига периодических сигналов способом синусоидальной развертки. Погрешности.

28. Принцип действия, устройство, назначение, основные технические характеристики электромеханических аналоговых измерительных приборов различных систем (по указанию преподавателя). Погрешности.

29. Принцип действия, устройство, назначение, основные технические характеристики аналоговых измерительных приборов (вольтметры, частотомеры, фазометры, измерители параметров электрических цепей - по указанию преподавателя).

30. Дискретизация и квантование аналоговых сигналов.

31. Системы счисления и коды цифровых измерительных приборов и устройств.

32. Аналого-цифровые преобразователи – методы преобразования аналоговых физических величин в цифровой код. Определение разрядности аналого-цифрового преобразования.

33. Цель, основы, формы стандартизации. Государственная система стандартизации.

34. Цель, основы, формы стандартизации. Международная стандартизация.

Пример экзаменационного билета:

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»	
Программа подготовки: академический бакалавр	
Направление подготовки: 12.03.01 «Приборостроение»	
Направленность: Информационно-измерительная техника и технологии	
Семестр: 4, 5 / 5, 6	
Учебная дисциплина: Метрология, стандартизация и технические измерения	
БИЛЕТ № 5 1. Инвертирующий измерительный усилитель реализован на операционном усилителе постоянного тока (ОУПТ) путём охвата ОУПТ резистивной отрицательной обратной связью (ООС). Известны значения резисторов в цепи ООС (R_1=1 кОм, R_2=100 кОм) и их среднеквадратические погрешности (σ_1=1 Ом, σ_2=10 Ом). Считая ОУПТ идеальным, определить коэффициент усиления усилителя (K_u= - R_2/R_1) и среднеквадратическую погрешность результата косвенного измерения коэффициента усиления коэффициента усиления. Записать результат измерения, соблюдая правила округления. Дать рекомендации по повышению точности результата косвенного измерения коэффициента усиления усилителя. 2. При поверке микроамперметра установлено, что 2/3 погрешностей наблюдений, выполненных микроамперметром, лежат в интервале от минус 30 мкА до +50 мкА. Считая, что погрешности наблюдений распределены нормально, определить систематическую погрешность прибора и СКО случайного отклонения результатов наблюдений. Ответ обосновать.	
Утверждено на заседании кафедры электронной техники, протокол № __ от __.__.20__ г.	
Зав. кафедрой Кузнецов Д.Н.	Экзаменатор Коренев В.Д.

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы
по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения»
для обучающихся по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение»
(направленность – информационно-измерительная техника и технологии)

Экзамен проводится по билетам в письменной форме. Каждый билет содержит два задания. Задания охватывают теоретическую часть курса и направлены на проверку знаний, умений и навыков, полученных студентом в ходе изучения дисциплины. Правильное решение 1-го задания оценивается в 25 баллов. Если ответ не полный, то он оценивается меньшим количеством баллов в зависимости от полноты ответа. При отсутствии решения 1-го задания обучающийся получает ноль баллов.

Правильное решение 2-го экзаменационного задания в полном объеме оценивается тоже в 25 баллов. Если решение не полное, то оно может оцениваться меньшим количеством баллов в зависимости от полноты решения. При отсутствии решения обучающийся получает ноль баллов.

При оценивании результата экзаменационной работы полученные баллы за ответы на задания суммируются. Максимально возможное количество баллов – 50.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется на основе количества балов, набранных студентом в процессе текущего контроля и проведения семестрового экзамена. Максимально возможное количество баллов – 100. Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Утверждено на заседании кафедры электронной техники,
протокол № ___ от __.___.20___ г.
Заведующий кафедрой _____ Кузнецов Д.Н.

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Метрология, стандартизация и технические измерения» осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам выполнения и защиты лабораторных работ, студента заочной формы обучения - результатам выполнения и защиты лабораторных работ и индивидуального задания (контрольной работы).

Выполнение лабораторных работ и индивидуального задания (для студента заочной формы обучения), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1 (для очной формы обучения – без скобок, для заочной формы обучения – в скобках).

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Максимально возможное количество баллов	Примечание
Выполнение лабораторной работы с защитой отчёта по работе [6]	10	- лабораторная работа выполнена в сроки, предусмотренные графиком; - оформление отчета по работе соответствует требованиям методических указаний; - выполнен анализ результатов, приведены выводы по работе; - при защите отчета по работе даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы.
	6	- лабораторная работа выполнена в сроки вне графика; - имеются замечанию по оформлению отчета по работе; - возникли трудности в анализе и объяснении полученных результатов.
Итого по лабораторным работам	**50 (30)**	Из расчёта 5-ти (3-х) лабораторных работ в семестре. Оценивается каждая лабораторная работа.
Выполнение индивидуального задания [9]	0 (20)	При выполнении задания приняты правильные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена грамотно
	0 (15)	Задание выполнено в целом правильно, принятые решения не всегда аргументированы, имеются замечанию по оформлению работы
ИТОГО:	**50**	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДОННТУ 01.12.2016 г.

№1006-14. Форма проведения экзамена – письменная. Уровень знаний студентов оценивается в соответствии с «критериями оценки знаний», которые являются неотъемлемой составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

Максимальное количество баллов за ответ на задание экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

Если ответ на задание не в полной мере отвечает приведенным выше требованиям, студенту засчитывается меньшее количество баллов (в зависимости от полноты ответа). При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется на основе количества балов, набранных студентом в процессе текущего контроля и проведения семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100**.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на лабораторных занятиях

1. Устройство и работа электронно-лучевой трубки с электростатическим управлением.
2. Принцип формирования осциллограммы на экране электронно-лучевой трубки осциллографа.
3. Назначение электронно-лучевого осциллографа. Структурная схема простейшего электронно-лучевого осциллографа.
4. Чем отличается работа электронно-лучевого осциллографа в режиме синусоидальной развертки от работы в режиме линейной развертки?
5. Что определяет коэффициент отклонения m_u канала «У» на экране электронно-лучевой трубки осциллографа?

6. Что определяет коэффициент развертки на экране электронно-лучевой трубки осциллографа?

7. Условие недвижимости осциллограммы на экране электронно-лучевой трубки осциллографа.

8. Какие существуют способы обеспечения неподвижности осциллограммы на экране электронно-лучевой трубки осциллографа?

9. Назначение синхронизации развертки в электронно-лучевом осциллографе. Виды синхронизаций развертки.

10. Способы измерения параметров электрических сигналов осциллографическим методом.

11. Погрешности измерений параметров электрических сигналов осциллографическим методом. Способы их уменьшения (устранения).

12. Какой метод измерения реализуется при измерении частоты электрического сигнала осциллографическим методом? В чем особенность этого метода измерения?

13. В чем основное отличие способов измерения частоты электрических сигналов при реализации линейной и синусоидальной развертки?

14. Какой вид имеет фигура Лисажу на экране трубки осциллографа при измерении способом синусоидальной развертки фазового сдвига $\psi = 0$? Ответ обосновать.

15. Какой вид имеет фигура Лисажу на экране трубки осциллографа при измерении способом синусоидальной развертки фазового сдвига $\psi = 90^{\circ}$? Ответ обосновать.

16. Понятие АЧХ, ФЧХ, частоты среза, полосы пропускания, переходной области частотной характеристики четырехполюсника.

17. Способы определения частотных характеристик пассивных четырехполюсников.

18. Понятие физической величины, единицы физической величины, размера и значения физической величины.

19. Виды измерений. Принципы измерений. Методы измерений.

20. Точечные оценки истинного значения ФВ и среднего квадратичного отклонения (СКО) результатов наблюдений.

21. СКО среднего арифметического значения результатов наблюдений (СКО результата измерения).

22. Суть методик выявление и исключение грубых погрешностей в результатах измерений.

23. Аддитивные и мультипликативные погрешности средств измерений, причины их появления, способы устранения.

24. Методика оценивание результата и случайной погрешности неравноточного измерения.

25. Понятие погрешности измерений. Классификация погрешностей по

способу выражения.

26. Классификация погрешностей по характеру поведения.

27. Понятие не исключенной систематической погрешности измерений; причины появления, способы учета.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Воронцов, И. И. Метрология, стандартизация и сертификация. В 2 частях. Ч. 1. Метрология : учебное пособие / И. И. Воронцов. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2018. — 146 с. — ISBN 978-5-9227-0881-4, 978-5-9227-0882-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/89689.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 791 с. — ISBN 978-5-4487-0335-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/79771.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей

II Дополнительная литература

3. Латышенко, К. П. Общая теория измерений : учебное пособие / К. П. Латышенко. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 300 с. — ISBN 978-5-4487-0408-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/79654.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Коротков, В. С. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / В. С. Коротков, А. И. Афонасов. — Томск : Томский политехнический университет, 2015. — 187 с. — ISBN 978-5-4387-0464-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/34681.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

5. Повышение точности измерительных систем = Підвищення точності вимірювальних систем : учебное пособие для ВУЗов / В. И. Бойко [и др.] ; В.И. Бойко, А.А. Зори, В.Д. Коренев и др. ; Донец. нац. техн. ун-т, Днепродзерж. гос. техн. ун-т. - Донецк: ДонНТУ, 2007. - 276 с.

6. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлениям подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», 12.03.01 «Приборостроение» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электронной техники; сост. В.Д. Коренев. – Утверждено на заседании Учебно-издательского Совета ДОННТУ, протокол № 4 от 29.03.2021 г. – (доступ через личный кабинет студента).

7. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлениям подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», 12.03.01 «Приборостроение» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электронной техники; сост. В.Д. Коренев. – Утверждено на заседании Учебно-издательского Совета ДОННТУ, протокол № 4 от 29.03.2021 г. – (доступ через личный кабинет студента).

8. Методические рекомендации к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения» : для обучающихся по направлениям подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», 12.03.01 «Приборостроение» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электронной техники; сост. В.Д. Коренев. – Донецк: ДОННТУ, 2021. – (доступ через личный кабинет студента).

9. Методические рекомендации к выполнению индивидуального задания (контрольной работы) по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения»: для обучающихся по направлениям подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», 12.03.01 «Приборостроение» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электронной техники; сост. В.Д. Коренев. – Утверждено на заседании Учебно-издательского Совета ДОННТУ, протокол № 4 от 29.03.2021 г. – (доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – http://donntu.org/library.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Лекционная аудитория № 8.807, учебный корпус 8, для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды. Мультимедийное оборудование: стационарный компьютер на базе Penttium4-2.8 – 1 шт., мультимедийный проектор Epson, экран. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL

2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0).

7.2 Лабораторные занятия:

Учебная лаборатория № 8.508, учебный корпус 8, для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель: доска аудиторная, столы, стулья. Оборудование: - стенды лабораторные – 5шт.; вольтметры - В7-20 – 1 шт., В7-38 – 4 шт.; генераторы - Г3-102 – 5 шт.; магазин сопротивлений Р-327 – 1 шт.; источник постоянного тока Б5-46 – 2 шт; Б5-47 – 1 шт.; осциллографы - С1-76 – 5 шт.; мультиметры - UT50A – 3 шт., UT39C – 2 шт.

7.3 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3, 8 (аудитория №8.602) (компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. Системное обеспечение: операционная система Microsoft Windows 7 (академическая лицензия, OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0), Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0), Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) (общественная лицензия GNU).