

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



**УТВЕРЖДАЮ:**

Первый проректор

А.А. Каракозов

03 20 23 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.18 Электрические и компьютерные измерения**  
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Электроэнергетические системы и сети  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

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

Форма обучения	Очная	Очно-заочная	Заочная
Семестр	4	5	5
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4/144	4/144	4/144
Контактная работа (час.)	72	24	14
Лекции (час.)	34	10	4
Лабораторные работы (час.)	34	8	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	-	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	18	84	112
Курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 54	экзамен, 36	экзамен, 18

Донецк 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Электрические и компьютерные измерения» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электроэнергетические системы и сети» для 2023 года приёма.

**Составитель:**

доцент кафедры «Электромеханика и ТОЭ» к.т.н., доцент

Л.А. Васильев

Рабочая программа рассмотрена и принята на заседании кафедры «Электромеханика и ТОЭ».

Протокол от « 13 » 03 2023 года № 7.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Е.А. Журавель  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой «Электрические системы»

Протокол от « 07 » 03 2023 года № 8 .

Заведующий кафедрой Д.В. Полковниченко  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ДОННТУ по направлению (специальности) подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 2023 года № 3.

Председатель  С.Н. Ткаченко  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электромеханика и ТОЭ».

Протокол от «      »                      20        года №       

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Электрические системы».

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электромеханика и ТОЭ».

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Электрические системы».

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

# 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы методологии и технологии электрических и компьютерных измерений.

Цель дисциплины: изучение студентами средств электроизмерительной техники, методов и технологий измерения электрических, магнитных и неэлектрических величин, способов обработки и представления результатов измерений.

Задачи дисциплины: приобретение студентами знаний основных типов средств электрических и компьютерных измерений, умений выбирать методику и технологию измерения, навыков использования измерительных приборов и проведения измерительного эксперимента.

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- виды и методы измерений;
- характеристики средств измерений;
- методы уменьшения погрешности и неопределенности измерений;
- способы обработки и представления результатов измерений;
- принципы устройства, работы и применения электрических и компьютерных измерительных средств;

*уметь:*

- проводить измерения в электротехнических установках;
- применять электрические и компьютерные измерительные средства;
- использовать методы обработки экспериментальных данных;
- оценивать точность измерений;
- измерять электрические, магнитные и неэлектрические величины;

*владеть:*

- методиками и технологиями измерений;
- навыками работы с электроизмерительными приборами.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности (ОПК-6).

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

физика, теоретические основы электротехники, высшая математика.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении всех последующих технических дисциплин бакалаврской и магистерской программ подготовки.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ тем	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/очно-заочная/заочная форма)				
		Всего	в том числе			
			Лекции	Лабор.	Практ. (семина.)	СРС
1	Тема 1 Основы метрологии	18/24/27	8/2/1	6/4/2		4/18/24
2	Тема 3. Аналоговые средства измерений	30/28/29	12/2/1	14/2/2		4/24/26
3	Тема 4. Цифровые измерительные приборы	10/16/25	4/2/1	2/0/0		4/14/24
4	Тема 5. Компьютерные средства измерений	9/9/9	2/1/1	6/2/0		1/6/8
5	Тема 6. Технологии измерений	16/20/24	6/2/0	6/0/0		4/18/24
6	Тема 7. Измерительные информационные системы	3/5/6	2/1/0	0/0/0		1/4/6
	Контактная работа (дополнительная)	4/6/6				
	Курсовая работа (проект)	-				
	Итого по видам занятий	90/108/126	34/10/4	34/8/4		18/84/112
	Контроль	54/36/18				
	<b>ИТОГО</b>	<b>144/144/144</b>				

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ОПК-6	Темы 1 – 6

#### 3.2 Лекции

Тема 1. Основы метрологии.

Содержание темы 1:

Основные понятия метрологии. Виды измерений. Методы измерений. Средства измерительной техники. Единство измерений. Государственная система обеспечения единства измерений. Поверка и калибровка средств измерительной техники.

Понятие погрешности измерений. Числовые оценки погрешности. Составляющие погрешностей измерений. Уменьшение систематических и случайных погрешностей измерений. Классы точности средств измерений.

Обработка результатов измерений. Показатели точности измерений. Правила выражения показателей точности. Представление результатов измерений. Вычисление значения измеряемой величины. Процедура оценивания погрешности. Оценивание погрешности однократных прямых и косвенных измерений.

Понятие неопределенности измерения. Числовые оценки и категории неопределенности. Процедура оценивания неопределенности измерений.

Цель измерительного эксперимента. Организация и планирование измерительного эксперимента. Проведение измерительного эксперимента. Обработка и анализ результатов измерительного эксперимента. Оценивание погрешности измерительного эксперимента.

Литература к теме 1: [1, 2, 7].

Тема 2. Аналоговые средства измерений.

Содержание темы 2:

Электромеханические приборы. Физические основы работы. Магнитоэлектрические приборы. Магнитоэлектрические приборы с преобразователями. Электромагнитные приборы. Электродинамические приборы. Ферродинамические приборы. Электростатические приборы. Индукционные приборы. Регистрирующие электромеханические приборы.

Измерительные преобразователи электрических величин. Резистивные преобразователи. Индуктивные и емкостные преобразователи. Измерительные трансформаторы напряжения. Измерительные трансформаторы тока. Электронные преобразователи. Унифицированные преобразователи.

Приборы сравнения. Измерительные мосты. Уравновешенные мосты постоянного тока. Неуравновешенные мосты постоянного тока. Измерительные мосты переменного тока.

Электронные приборы. Электронно-лучевые осциллографы. Электронно-лучевая трубка. Структурная схема универсального осциллографа. Развертка в ЭЛО. Калибраторы. Наблюдение формы электрических сигналов. Измерение параметров электрических сигналов.

Литература к теме 2: [1, 7].

Тема 3. Цифровые измерительные приборы.

Содержание темы 3:

Преобразование аналоговой величины в цифровой код. Методы и способы аналого-цифрового преобразования. Метрологические характеристики и погрешности ЦИП. Режимы работы. ЦИП последовательного счета. ЦИП последовательного приближения. ЦИП считывания. ЦИП с аналого-дискретным отсчетом. Цифровые мультиметры. Цифровые регистраторы. Цифровые осциллографы. Цифровой люминофорный осциллограф.

Литература к теме 3: [1, 2, 7].

Тема 4. Компьютерные измерения.

Содержание темы 4:

Компьютерные и виртуальные измерительные средства. Программируемые multifunctional приборы. Компьютерные измерительные средства.



Виртуальные измерительные средства. Виртуальные измерительные приборы. Виртуальные измерительные лаборатории.

Литература к теме 4: [1, 2, 7].

Тема 5. Технологии измерений.

Содержание темы 5:

Технологии измерения электрических величин. Измерение напряжений и токов. Измерение частоты. Измерение параметров электрических цепей. Измерение мощности. Измерение электрической энергии. Измерение показателей качества электрической энергии.

Технологии измерения магнитных величин. Измерительные преобразователи магнитных величин. Измерение характеристик магнитного поля. Измерение характеристик магнитных материалов.

Технологии измерения неэлектрических величин. Структурные схемы приборов. Генераторные преобразователи неэлектрических величин. Параметрические преобразователи неэлектрических величин. Примеры приборов для измерения неэлектрических величин

Литература к теме 5: [1, 7].

Тема 6. Измерительные информационные системы.

Содержание темы 6:

Носители измерительной информации и их информативные параметры. Понятие об измерительных системах, системах автоматического контроля, системах технической диагностики, системах распознавания образа.

Литература к теме 6: [1, 7].

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

### 3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очная/ очно-заочная/ заочная	Литература
1	Изучение лабораторных стендов, измерительных приборов и схем их включения	2/0/0	[8]
2	Поверка технических приборов	2/2/2	[8]
3	Косвенные измерения	2/2/0	[8]
4	Измерение мощности	2/0/0	[8]
5	Поверка индукционного счетчика	4/0/0	[8]
6	Измерительные мосты постоянного тока	2/0/0	[8]
7	Измерительный мост переменного тока	2/0/0	[8]
8	Электронно-лучевой осциллограф	4/2/2	[9]
9	Цифровой частотомер	2/0/0	[9]
10	Знакомство с виртуальной лабораторией Multisim	2/0/0	[10]

11	Цифровой осциллограф в виртуальной лаборатории Multisim	2/2/0	[10]
12	Измерения в виртуальной лаборатории Multisim	2/0/0	[10]
13	Измерение сопротивления изоляции	2/0/0	[8]
14	Измерение мощности в трехфазных цепях	2/0/0	[9]
15	Определение характеристик магнитных материалов	2/0/0	[9]
ИТОГО		34/8/4	

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очная/очно-заочная/ заочная
1	Изучение лекционного материала	9/50/88
2	Подготовка к лабораторным работам	9/22/12
3	Подготовка к практическим занятиям	-
4	Выполнение курсового проекта (работы)	-
5	Выполнение индивидуального задания	0/12/12
ИТОГО		18/84/112

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен. Индивидуальное задание предусмотрено при заочной форме обучения. Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчетной работы в соответствии с [11]. Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания 12 часов.

## 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 / задания не выполнены вообще;

- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;

- 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 скорости 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. Виды измерений. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения.
2. Методы измерений. Методы непосредственной оценки, дифференциальный, уравновешивания, замещения.
3. Единство измерений. Основные положения ГСИ. Поверка СИТ. Передача размера физической величины средствам измерений.
4. Погрешности измерений. Числовые оценки погрешностей. Систематическая и случайная, инструментальная и методическая, аддитивная и мультипликативная, статическая и динамическая погрешности. Разница между погрешностью измерения и погрешностью средств измерений. Уменьшение систематической погрешности и случайной погрешности измерения. Выбор приборов для проведения многократных измерений.
5. Классы точности. Нормирование погрешности приборов и обозначение классов точности..
6. Представление результатов измерений. Определение значения измеряемой величины. Показатели, принятые для характеристики точности измерения. Правила представления показателей точности. Учет инструментальной и методической погрешности. Оценивание погрешности измерений. Суммирование составляющих погрешности измерения.
7. Измерительные преобразователи электрических величин, назначение и основные типы. Измерительные преобразователи для расширения диапазона измерения приборов по постоянному и переменному напряжению, по постоянному и переменному току. Рабочий и аварийный режимы работы измерительного трансформаторов тока и напряжения. Допустимое количество измерительных приборов, подключаемых к измерительному трансформатору тока и напряжения. Замена прибора во вторичной цепи измерительного трансформатора тока и напряжения.

8. Электромеханические приборы. Физические явления и принцип действия магнитоэлектрических, электромагнитных, электродинамических, ферродинамических, электростатических, индукционных приборов. Создание противодействующего момента в электромеханических приборах. Логометры. Магнитоэлектрические приборы с преобразователями (выпрямительные, термоэлектрические, электронные).
9. Основные свойства магнитоэлектрических, электромагнитных, электродинамических, ферродинамических, электростатических, индукционных приборов. Расширение пределов измерения. Показания приборов разных систем в цепях синусоидального и несинусоидального тока.
10. Измерительные мосты. Уравновешенные и неуравновешенные мосты. Условие равновесия мостов постоянного тока. Применение уравновешенных и неуравновешенных мостов постоянного тока.
11. Мосты переменного тока. Условия равновесия мостов переменного тока. Особенности уравновешивания мостов переменного тока. Измерения мостами переменного тока.
12. Электроннолучевые осциллографы. Назначение ЭЛО. Электронно-лучевая трубка, физические явления, положенные в основу работы ЭЛТ. Входы и органы управления осциллографа. Назначение развертки. Различие между линейной и синусоидальной развертками. Вид осциллограммы при линейной и при синусоидальной развертках. Режимы работы генератора развертки осциллографа и их использование. Влияние частоты развертки на изображение. Получение изображения на экране ЭЛО. Назначение блока синхронизации осциллографа. Виды синхронизации и их применение. Условие синхронизации. Регулировки для получения неподвижного изображения на экране осциллографа. Использование калибратора амплитуды и длительности. Двухлучевые и двухканальные ЭЛО.
13. Измерения с помощью ЭЛО. Измерение параметров синусоидального и несинусоидального напряжения. Измерение постоянного напряжения. Измерение тока. Измерение временных интервалов. Измерение частоты и фазового сдвига при линейной и синусоидальной развертках.
14. Цифровые измерительные приборы. Сущность аналого-цифрового преобразования. Методы преобразования измеряемой аналоговой величины в цифровой код. Принцип действия цифровых приборов последовательного счета с непосредственным преобразованием в код временных интервалов; с непосредственным преобразованием в код частоты; с непосредственным преобразованием в код напряжения. Принцип работы цифровых приборов последовательного приближения. Принцип работы цифровых приборов считывания. Погрешности ЦИП. Циклический и следящий режимы работы ЦИП. Многофункциональные ЦИП. Программируемые ЦИП.
15. Цифровые осциллографы. Свойства цифровых осциллографов. Измерения цифровым осциллографом. Особенности люминофорного осциллографа.
16. Виртуальные измерительные приборы. Виды и назначение программного обеспечения. Особые свойства виртуальных приборов. Виртуальные

- измерительные лаборатории. Использование виртуальных измерительных приборов и лабораторий.
17. Технологии измерения электрических величин. Особенности измерения больших и очень малых токов и напряжений. Измерение частоты и фазового сдвига. Измерение токов и напряжений высокой частоты. Измерения в маломощных цепях. Измерение параметров электрических цепей. Измерение сопротивлений заземлений и сопротивлений изоляции. Измерение активной и реактивной мощности и энергии однофазными и трехфазными ваттметрами и счетчиками электрической энергии. Схемы включения трехфазных ваттметров и счетчиков. Трехфазные варметры и счетчики реактивной энергии.
  18. Измерительные преобразователи магнитных величин. Принцип действия индукционных и ферроимпульсных преобразователей, преобразователей Холла и Гаусса. Измерительные преобразователи для измерения магнитной индукции.
  19. Измерение неэлектрических величин. Принцип действия генераторных преобразователей неэлектрических величин (индукционных, термоэлектрических, пьезоэлектрических). Принцип действия параметрических преобразователей неэлектрических величин (реостатных, тензорезистивных, терморезистивных, индуктивных, емкостных).
  20. Измерительные информационные системы. Носители измерительной информации и их информативные параметры. Понятие об измерительных системах, системах автоматического контроля, системах технической диагностики, системах распознавания образа.

### Пример экзаменационного билета

#### «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа:	Бакалавриат (бакалавриат, специалитет, магистратура)
Направление подготовки (специальность):	13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника (код, название)
Направленность (профиль):	Электроэнергетические системы и сети (название)
Семестр:	4
Учебная дисциплина:	Электрические и компьютерные измерения

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Какие измерения относятся к косвенным? В каких случаях их проводят?
2. С какой целью и как применяют шунты, как определяют показание прибора, включенного с шунтом?
3. Чем отличаются уравновешенные и неуравновешенные измерительные мосты?
4. На какой вход осциллографа подводится исследуемое напряжение? Чем отличаются открытый и закрытый входы и как они используются?

5. Ваттметр класса точности 0,5 имеет пределы измерения по току 5 А, по напряжению 150 В и 150 делений шкалы. Запишите результат измерения мощности, если стрелка отклонилась на 80 делений. Приведите схему включения прибора.
6. Реактивная мощность симметричной нагрузки при  $U_{\text{л}} = 10 \text{ кВ}$ ,  $I_{\text{л}} = 160 \text{ А}$  измеряется по схеме двух приборов, включенных через измерительные трансформаторы тока и напряжения. Определите показания ваттметров и фазовый сдвиг нагрузки, если номинальные данные трансформаторов:  $I_{1\text{н}} = 200 \text{ А}$ ,  $I_{2\text{н}} = 5 \text{ А}$ ,  $U_{1\text{н}} = 10 \text{ кВ}$ ,  $U_{2\text{н}} = 100/\sqrt{3} \text{ В}$ , а в результате измерения получена мощность  $Q = 2.4 \text{ МВАр}$ . Приведите схему включения приборов.

Утверждено на заседании кафедры «Электромеханика и ТОЭ»

Зав. кафедрой

Журавель Е.А. Экзаменатор

Васильев Л. А.

### 4.3 Критерии оценивания

**Текущий контроль** знаний студента очной и очно-заочной формы обучения осуществляется путем контрольных опросов перед выполнением лабораторных работ, по результатам выполнения лабораторных работ; студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы.

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, контрольной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Экзамен проводится письменно по билетам. В каждом билете содержатся 4 теоретические вопроса и 2 задачи. Максимальная оценка по билету составляет 100 баллов.

Таблица 4.1 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответы на вопросы и решение задач экзаменационного билета	вопрос 1	10
	вопрос 2	10
	вопрос 3	10
	вопрос 4	10
	задача 1	30
	задача 2	30
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>

Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе выполнения лабораторных работ. Правильный ответ на вопрос оценивается в 10 баллов. Если в ответе допущены неточности либо при неполном ответе, оценка уменьшается на

5 баллов. В случае неверного ответа на теоретический вопрос обучающийся получает за него ноль баллов.

Правильно решенная задача оценивается 30 баллов. Если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат, максимальная оценка уменьшается на 5 баллов. Если не указаны или неверно указаны единицы измерения физических величин, оценка снижается на 10 баллов. При неполном решении либо приведена неправильная схема измерения при правильных вычислениях, оценка уменьшается на 15 баллов. При неполном решении с ошибками в вычислениях оценка составляет 10 баллов. При отсутствии выполнения задания обучающийся получает ноль баллов.

Полученные баллы за ответы на вопросы и задачи билета суммируются, итоговая оценка выводится по 100-балльной шкале.

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

Сумма баллов по 100-балльной 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

На примере темы «Поверка технических приборов»

##### Билет №1

- Объясните, как при поверке устанавливается соответствие прибора классу точности.
- Укажите неправильное утверждение: погрешность средства измерения, не зависящая от измеряемой величины, при отклонении влияющих факторов от нормальных значений, является:
  - инструментальной;
  - мультипликативной;
  - аддитивной;
  - дополнительной.
- Класс точности прибора 1.5. Что определяет это число?
  - наибольшее допустимое значение абсолютной погрешности;
  - наибольшее допустимое значение основной приведенной погрешности;
  - наибольшее допустимое значение основной относительной погрешности;
  - наибольшее допустимое значение основной погрешности, приведенной к длине шкалы;
  - другой ответ (объяснить).
- С какой наибольшей абсолютной погрешностью можно измерить силу тока

2А амперметром класса точности 2,5 с пределом измерения 5А?

- 1) 6.2%;      2) 1%;
- 3) 0,12 А;      4) 6,2 А.
- 5) другой ответ.

5. Приведенная погрешность измерения напряжения 100 В цифровым вольтметром с пределом измерения 200 В составила 0,6%. Допустима ли эта погрешность для класса точности 0.5/0,2 ?

- 1) да, т.к.  $\gamma_{\max} > 0,6 \%$  ;      2) да, т.к.  $\gamma_{\max} < 0,6 \%$  ;
- 3) нет, т. к.  $\gamma_{\max} > 0,6 \%$  ;      4) нет, т. к.  $\gamma_{\max} < 0,6 \%$  ;
- 5) данных для ответа недостаточно.

Ответ подтвердить расчетом.

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *I Основная литература*

1. Вострокнутов, Н. Н. Электрические измерения : учебное пособие / Н. Н. Вострокнутов. – Москва : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2017. – 321 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/78189.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Метрология и электрические измерения [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Е. Д. Шабалдин [и др.]; под ред. Е.Д. Шабалдина; ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-педагог. ун-т» . – 2-е изд., перераб. и доп. – 12 Мб. – Екатеринбург: РГППУ, 2013. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ec.donntu.ru/MarcWeb/Exe/OPACServlet.exe>

### *II Дополнительная литература*

3. Ким, К. К. Электрические измерения неэлектрических величин : учеб. пособие / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. А. Ткачук. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. – 137 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/85852.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.ru/10.23682/85852>

4. Афонский А.А. Измерительные приборы и массовые электронные измерения / Афонский А.А., Дьяконов В.П. Москва : СОЛОН-Пресс, 2019. – 541 с. – Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/90279.html> (дата обращения: 01.06.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5. Электрорадиоизмерения [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / Шишмарев Владимир Юрьевич, Шанин Владимир Иванович ; В.Ю. Шишмарев, В.И. Шанин. – 3-е изд., испр. и доп. - 51 Мб. – Москва : Юрайт, 2018. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. URL: <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9858.pdf>



6. Лобастов С.А. Основы метрологии и методы измерения физических величин : учебное пособие / Лобастов С.А.. – Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2018. – 412 с.– Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/101930.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:**

7. Васильев, Л.А. Основы метрологии и электрических измерений [Электронный ресурс] : конспект лекций / Л. А. Васильев; ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электромеханики и ТОЭ. – Электрон. дан. (1 файл: 1,7 Мб). – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: через личный кабинет студента.

8. Лабораторный практикум по электрическим измерениям [Электронный ресурс] : для студентов электротехнических профилей направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Ч. 1 / ГОУВПО «ДонНТУ», Каф. электромеханики и ТОЭ ; сост. Л.А. Васильев, О.В. Пеньков. – Электрон. дан. (1 файл: 2,66 Мб). – Донецк : ДонНТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader.

9. Лабораторный практикум по электрическим измерениям [Электронный ресурс] : для студентов электротехнических профилей направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Ч. 2 / ГОУВПО «ДонНТУ», Каф. электромеханики и ТОЭ ; сост. Л.А. Васильев, О.В. Пеньков – Электрон. дан. (1 файл: 1,0 Мб). – Донецк : ДонНТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader.

10. Лабораторный практикум по дисциплине «Электрические и компьютерные измерения» в виртуальной среде MULTISIM : для студентов электротехнических профилей направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электромеханики и ТОЭ ; сост. Л. А. Васильев. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: через личный кабинет студента.

11. Методические указания к индивидуальным заданиям по электрическим измерениям [Электронный ресурс] : для студентов электротехнических профилей направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электромеханики и ТОЭ ; сост. Л. А. Васильев. – Электрон. дан. (1 файл: 1,68 Мб). - Донецк : ДОННТУ, 2018. – Систем. требования: Acrobat Reader.

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1. Лекционные занятия:**

Учебная аудитория №8.308 учебный корпус 8, для проведения лекционных

и лабораторных занятий (мультимедийное оборудование: ноутбук, операционная система Microsoft Windows XP, Libreoffice 5.3.4.(2017), мультимедийный проектор EPSON EB-S72, экран настенный ELIIES SCREENS M84WV-91; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты.). Возможность подключения к сети «Интернет».

## **2. Лабораторные работы:**

Лаборатория электрических измерений №8.308 учебный корпус 8 (мультимедийное оборудование: ноутбук, операционная система Microsoft Windows XP, Libreoffice 5.3.4.(2017), мультимедийный проектор EPSON EB-S72, экран настенный ELIIES SCREENS M84WV-91; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты.). Электромеханические, электронные и цифровые измерительные приборы, универсальные электронно-лучевые осциллографы, генераторы электрических сигналов, фазорегуляторы, трансформаторы и автотрансформаторы, другое лабораторное оборудование.

## **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 (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. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).