

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



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

МАРТА 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДЭ.03.02 Техническое и метрологическое обеспечение**  
**физического эксперимента**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Промышленная электроника  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: Магистратура  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

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

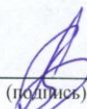
Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр(ы)	1	1
Общая трудоёмкость в з.е./часах	3 / 108	3 / 108
Контактная работа (час.), в том числе:	55	31
лекции (час.)	17	8
лабораторные работы (час.)	34	19
практические (семинарские) занятия (час.)	-	
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	17	41
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «*Техническое и метрологическое обеспечение физического эксперимента*» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» (Магистерская программа - «Промышленная электроника») для 2023 года приёма, по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

Доцент кафедры «Электронная техника», к.т.н., доцент

  
(подпись)

Коренев В.Д.

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

Протокол от « 17 » марта 2023 года № 8 .

Заведующий кафедрой

  
(подпись)

Кузнецов Д.Н.

(Ф.И.О.)

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

Протокол от « 17 » марта 2023 года № 3.

Председатель

  
(подпись)

Кузнецов Д.Н.

(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 подготовки студентов к самостоятельному решению задач планирования, подготовки и проведения физического эксперимента, выбора необходимых средств измерений, использования необходимой нормативно-технической документации.

Цель дисциплины: сформировать у студента четкое представление о роли и месте физического эксперимента в области электроники; изучить основные положения методологии планирования и проведения физического эксперимента с контролируемой точностью; систематизировать и углубить знания по принципам действия, техническим и метрологическим свойствам, области применения и навыкам эффективного применения средств измерений общего назначения.

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:* основы метрологического обеспечения измерительного эксперимента, принципы действия средств измерений, сущность методов измерения физических величин, методы оценки погрешностей результатов измерений;

*уметь:* корректно оценивать результаты и погрешности измерений, обоснованно выбирать методы и средства измерений различных физических величин, разрабатывать мероприятия по повышению точности измерительного эксперимента;

*владеть:* навыками проведения измерительного эксперимента с контролируемой точностью, навыками работы со средствами измерений различных физических величин, навыками обработки результатов измерений с использованием специализированных пакетов прикладных программ.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-1);

- способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-3);

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1).

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Элективные дисциплины (модули) 3 (ДЭ.3), Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении программы бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» (Направленность (профиль) «Промышленная электроника»).

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

а) при освоении следующих учебных дисциплин:

- «Проектирование электронных средств и систем»,
- «Схемотехнические методы и способы отображения информации»;

б) при прохождении учебной, производственной и преддипломной практики, государственной итоговой аттестации.

## 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ темы	Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лек-ции	Ла-бор.	Практ.	СР
1	Основы метрологического обеспечения измерительного эксперимента	20 / 27	5 / 4	10 / 7	0/0	5 / 16
2	Методы обработки измерительной информации	27 / 15	8 / 1	12 / 5	0/0	7 / 9
3	Методы и средства измерительной техники	21 / 26	4 / 3	12 / 7	0/0	5 / 16
Контактная работа (дополнительная)		4 / 4	0/0	0/0	0/0	4 / 4
Курсовая работа		0	0	0	0	0
Итого по видам занятий		72/72	17/8	34/19	0/0	21/45
Контроль		36/36	0/0	0/0	0/0	36/36
<b>ИТОГО</b>		<b>108/108</b>	<b>17/8</b>	<b>34/19</b>	<b>0/0</b>	<b>57/81</b>

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
УК-1	Темы 1, 2



Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-1	Темы 1 - 3
ПК-3	Темы 1 - 3

### 3.2 Лекции

Тема 1. Основы метрологического обеспечения измерительного эксперимента

#### Содержание темы 1:

Понятие и содержание метрологического обеспечения измерительного эксперимента. Погрешности измерений, их классификация. Систематические погрешности, способы их исключения и учета. Случайные погрешности измерений; законы распределения случайных погрешностей измерений; точечные и интервальные оценки случайных погрешностей измерений; учет и снижение случайных погрешностей измерений.

Литература к теме 1: [1, 2, 3].

Тема 2. Методы обработки измерительной информации

#### Содержание темы 2:

Задачи обработки результатов измерений. Выявление и исключение грубых погрешностей измерений. Оценивание результата неравноточного измерения. Оценивание результата и составляющих погрешности прямого однократного и прямого многократного измерения. Оценивание результата и составляющих погрешности косвенного измерения. Оценивание инструментальной погрешности средства измерений (измерительного канала, измерительной системы ...).

Литература к теме 2: [1, 3].

Тема 3. Методы и средства измерительной техники

#### Содержание темы 3:

Общая характеристика средств измерений: классификация; основные метрологические характеристики средств измерений и их нормирование; погрешности средств измерений, их учет в результате измерения. Структурные схемы и погрешности средств измерений в статическом режиме. Методы повышения точности средств измерений. Коррекция погрешностей средств измерений.

Литература к теме 3: [3, 4].

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано.

### 3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема занятия	Объем, часов очн/заочн	Литература
1	Исследование генератора сигналов низкой частоты.	4/0	[3, 6]

№ п/п	Тема занятия	Объем, час очн/заочн	Литература
	проверка метрологических характеристик генератора		
2	Исследование точностных характеристик универсального цифрового вольтметра	4/4	[3, 6]
3	Экспериментальное определение частотных характеристик избирательной пассивной RC - цепи	4/4	[3, 6]
4	Экспериментальное определение характеристик избирательных активных RC - цепей	8/3	[3, 6]
5	Исследование характеристики преобразования измерительного выпрямителя средних значений	8/4	[3, 6]
6	Исследование частотных характеристик активного RC - фильтра низкой частоты второго порядка	6/4	[3, 6]
<b>ИТОГО:</b>		<b>34/19</b>	

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	7 /12
2	Подготовка к лабораторным занятиям	14 /24
3	Выполнение индивидуального задания	0 /9
<b>ИТОГО:</b>		<b>21 / 45</b>

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

Учебным планом в рамках освоения дисциплины не предусмотрено выполнение студентами курсового проекта (работы).

Для студентов заочной формы обучения в рамках освоения дисциплины запланировано выполнение индивидуального задания в виде расчетной работы [9]. В индивидуальном задании обучающимся предлагается выполнить: а) расчет термометра электрического сопротивления на основе неравновесного резистивного моста по заданным значениям технических характеристик; б) исследование и минимизацию инструментальной погрешности термометра в заданном температурном диапазоне.

## 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. 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 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 и методы измерений: понятие, классификация и применение в физическом эксперименте. Однократное и многократное измерение; понятие наблюдения.
2. Классификация методов измерений по совокупности приемов использования принципов и средств измерений. Метод непосредственной оценки, его сущность, достоинства, недостатки.
3. Классификация методов измерений по совокупности приемов использования принципов и средств измерений. Метод сравнения с мерой, его сущность, достоинства, недостатки.
4. Погрешности измерений, их классификация, причины появления и способы исключения.
5. Систематические погрешности измерений, причины их появления, способы исключения.
6. Способы исключения и учета систематических погрешностей измерений. Понятие не исключенной систематической погрешности, их учет в результате измерения.
7. Понятие случайной погрешности измерений. Формулировка задачи обработки результатов измерений.
8. Законы распределения случайных погрешностей измерений: понятие, при-

менение, параметры распределения.

9. Нормальное распределение результатов наблюдений и случайных погрешностей измерений. Параметры распределений и их статистические оценки.
10. Статистические оценки истинного значения измеряемой величины и случайной погрешности измерений. Способы повышения точности статистических оценок параметров распределения.
11. Точечные оценки истинного значения физической величины и случайной погрешности измерений, получаемые на основании выборки. СКО результатов наблюдений и СКО среднего значения, их применение.
12. Оценивание результатов измерений посредством доверительных интервалов. СКО результатов наблюдений и СКО результата измерения.
13. Оценивание размеров доверительных интервалов для результатов наблюдений и для среднего значения результатов наблюдений (результата измерения).
14. Нормированные способы представления результата измерения посредством точечных и интервальных оценок.
15. Способ оценивания результата многократного измерения с учетом двух составляющих погрешности – случайной и не исключенной систематической.
16. Понятие грубой погрешности (промаха). Причины возникновения, существующие способы (методики, критерии) выявления и исключения грубых погрешностей измерений (критерии Ирвина, Райта, Шовене).
17. Измерения равноточные и неравноточные. Методика оценивания результата и случайной погрешности результата неравноточного измерения.
18. Причины появления неравноточных измерений. Методика оценивания результата и случайной погрешности при неравноточном измерении.
19. Статистические оценки результата и составляющих погрешности (случайной и не исключенной систематической) прямого многократного измерения.
20. Критерий применения прямых однократных измерений в физическом эксперименте, их целесообразность. Оценивание результата и погрешности однократного измерения.
21. Целесообразность применения прямых однократных измерений в физическом эксперименте. Проверка эффективности применения средства измерения для однократного или многократного измерения.
22. Косвенные измерения: понятие, целесообразность применения. Оценивание результата и случайной погрешности косвенного измерения.
23. Косвенные измерения: понятие, целесообразность применения. Оценивание результата и не исключенной систематической погрешности косвенного измерения.
24. Способы оценивания инструментальной погрешности (составляющих и суммарной) измерительного канала системы.
25. Общая характеристика средств измерений: определение, виды средств измерений, категории средств измерений, основные метрологические характеристики средств измерений.
26. Нормирование метрологических характеристик средств измерений; способы нормирования.

27. Нормирование погрешностей средств измерений, способы нормирования. Классы точности средств измерений, их назначение, обозначение, применение.
28. Применение отрицательной обратной связи в электронных устройствах и устройствах измерительной техники для повышения их точности путем стабилизации статистической характеристики преобразования.

**Пример экзаменационного билета:**

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	
Программа: магистратура	
Направление подготовки: 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»	
Магистерская программа: Промышленная электроника	
Семестр: 1	
Учебная дисциплина: Техническое и метрологическое обеспечение физического эксперимента	
<b>БИЛЕТ № 3</b>	
<p>1. Классификация методов измерений по совокупности приемов использования принципов и средств измерений. Метод непосредственной оценки, его сущность, достоинства, недостатки.</p> <p>2. <u>Задача</u>. Электронным вольтметром известного класса точности выполнено многократное измерение напряжения <math>E_0</math> источника образцового напряжения (результаты наблюдений заданы). Путем статистической обработки результатов наблюдений необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявить результаты наблюдений, содержащие грубые погрешности (<math>P = 0,95</math>);</li> <li>- определить поправку, которую следует внести в исправленные результаты наблюдений при наличии в них систематической погрешности;</li> <li>- оценить инструментальную составляющую погрешности многократного измерения, обусловленную классом точности вольтметра;</li> <li>- оценить доверительную границу (<math>P = 0,95</math>) случайной составляющей погрешности результата многократного измерения.</li> </ul>	
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 «Техническое и метрологическое обеспечение физического эксперимента» для обучающихся по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» (магистерская программа – Промышленная

электроника)

Экзамен проводится по билетам в письменной форме. Каждый билет содержит вопрос и задачу.

Вопросы охватывают теоретическую часть курса и направлены на проверку знаний, умений и навыков, полученных студентом в ходе изучения дисциплины. Правильный ответ на вопрос оценивается в 30 баллов. Если ответ на вопрос не полный, то он оценивается меньшим количеством баллов в зависимости от полноты ответа. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов.

Правильное решение экзаменационной задачи в полном объеме оценивается в 30 баллов. Если решение не полное, то оно может оцениваться меньшим количеством баллов в зависимости от полноты решения.

При оценивании результата экзаменационной работы полученные баллы за ответы на вопросы суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ESTS.

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 «Техническое и метрологическое обеспечение физического эксперимента» 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; для студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы (индивидуального задания).

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы – для ИИТЗО), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Максимально возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		

Форма контроля	Максимально возможное количество баллов	Примечание
Выполнение лабораторной работы с защитой отчёта по работе	5	- 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.
	3	- лабораторная работа выполнена в сроки вне графика; - имеются замечания по оформлению отчета по работе; - возникли трудности в анализе и объяснении полученных результатов.
<b>Итого по лабораторным работам</b>	<b>30</b>	Из расчёта 6-ти лабораторных работ в семестре. Оценивается каждая лабораторная работа.
Контрольные опросы в ходе проведения аудиторных занятий	10	Полные, точные и аргументированные ответы на поставленные вопросы. При неполном или неточном ответе оценивается меньшим количеством баллов.
<b>ИТОГО:</b>	<b>40</b>	Максимально возможное
Для студентов заочной формы обучения		
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	40	При выполнении задания приняты правильные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена грамотно и без замечаний
	30	Задание выполнено в целом правильно, но принятые решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению.
<b>ИТОГО:</b>	<b>40</b>	Максимально возможное

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя, как правило, 2 задания

(теоретический вопрос и задачу). При оценивании ответа студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос 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 вопрос 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.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответы на вопросы экзаменационного билета, решение задачи	задание 1	30
	задание 2	30
<b>ИТОГО:</b>		<b>60</b>

**Итоговая оценка** определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам 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-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 контрольного опроса на лабораторных занятиях

На примере тем лабораторных работ, выполняемых в дисциплине:

1. В чем отличие истинного значения физической величины от результата измерения?
2. В чем отличие истинного значения физической величины от действительного значения этой величины?



3. Приведите классификацию погрешностей измерений по характеру их проявления.
4. Приведите классификацию погрешностей по способу выражения.
5. Назовите основные метрологические характеристики исследуемого генератора сигналов низкой частоты.
6. Почему инструментальная погрешность исследуемого универсального вольтметра на переменном токе выше, чем при измерении напряжения постоянного тока? Ответ аргументировать.
7. Назвать основные составляющие погрешности измерения фазового сдвига двух сигналов осциллографическим методом (способом линейно развертки и способом синусоидальной развертки).
8. Как проявляют себя случайные (систематические) погрешности в результатах наблюдений многократного измерения?

Ответы на вопросы входного контроля (контрольного опроса) оцениваются в баллах и учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

#### **4.5 Курсовое проектирование**

Учебным планом в рамках освоения дисциплины не предусмотрено выполнение курсового проекта (работы).

### **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **I Основная литература**

1. Горохов, В. Л. Планирование и обработка экспериментов: учебное пособие / В. Л. Горохов, В. В. Цаплин. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 88 с. — ISBN 978-5-9227-0608-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/63623.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
2. Сагдеев, Д. И. Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента: учебное пособие / Д. И. Сагдеев. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 324 с. — ISBN 978-5-7882-2010-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/79455.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
3. Кулагина, Т. А. Планирование и техника эксперимента: учебное пособие / Т. А. Кулагина, О. П. Стебелева. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. — 56 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84298.html> — Режим доступа: для авторизир.

## II Дополнительная литература

4. Экспериментальные методы исследования: учебное пособие / С. А. Алексеев, А. Л. Дмитриев, Ю. Т. Нагибин [и др.]. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2012. — 81 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65381.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

5. Шустрова, М. Л. Основы планирования экспериментальных исследований: учебное пособие / М. Л. Шустрова, А. В. Фафурин. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 84 с. — ISBN 978-5-7882-1924-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/62523.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

6. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Техническое и метрологическое обеспечение физического эксперимента» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» магистерской программы «Промышленная электроника» / сост. В.Д. Коренев. — Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2020. — Утверждено на заседании Учебно-издат. совета ДОННТУ, протокол № 1 от 28. 01. 2020 г. (доступ через личный кабинет студента).

7. Методические рекомендации к выполнению расчетной (контрольной) работы по дисциплине «Техническое и метрологическое обеспечение физического эксперимента» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» магистерской программы «Промышленная электроника» / сост. В.Д. Коренев. — Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2020. — Утверждено на заседании Учебно-издат. совета ДОННТУ, протокол № 1 от 28.01.2020 г. (доступ через личный кабинет студента).

8. Методические рекомендации к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Техническое и метрологическое обеспечение физического эксперимента» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» магистерской программы «Промышленная электроника» / сост. В.Д. Коренев. — Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2020. — Утверждено на заседании Учебно-издат. совета ДОННТУ, протокол № 3 от 27.04.2020 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 Pentium4-2.8 – 1 шт., мультимедийный проектор Epson, экран. Кондиционер «Hualing» – 2 шт.

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.; генераторы - ГЗ-102 – 5 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).