

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра микроэлектроники и общей физики

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета



(подпись)

И.С.Огнев

« 23 » мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины  
«Метрология, стандартизация и сертификация»**

Направление подготовки  
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль)  
«Интегральная электроника и нанoeлектроника»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «17» апреля 2023года, протокол № 5

Программа одобрена НМК  
физического факультета  
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года

Ярославль

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины **«Метрология, стандартизация и сертификация»** являются обучение студентов основам метрологического обеспечения современной науки и техники, обучение студентов основным понятиям в области стандартизации, современным средствам и методам сертификации.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина **«Метрология, стандартизация и сертификация»** относится к обязательной части образовательной программы. Изучение основывается на знаниях, полученных в результате освоения предшествующих по времени прохождения дисциплин основных модулей математического и естественнонаучного цикла, а также профессионального цикла. Дисциплина формирует основные профессиональные компетенции в области точных технических измерений, стандартизации, сертификации и поверки измерительного, диагностического и технологического оборудования. Знания, умения и владения, получаемые при освоении дисциплины **«Метрология, стандартизация и сертификация»**, используются при прохождении учебной и производственной практик, в лабораторных спецпрактикумах, технических дисциплинах профессионального цикла, а также при дальнейшем обучении в магистратуре и практической профессиональной деятельности выпускника.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.	<p>ИД_ОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p> <p>ИД_ОПК-2.2. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>ИД_ОПК-2.3. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.</p> <p>ИД_ОПК-2.4. Способен выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.</p> <p>ИД_ОПК-2.5. Демонстрирует умения обработки и</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правовые и научные основы стандартизации и метрологии.</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок разработки, утверждения и внедрения нормативно-технической документации.</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы технических измерений, виды, методы измерений,</li> <li>- современные методы и средства поверки (калибровки) средств измерений.</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила проведения метрологической экспертизы документации,</li> <li>- принципы действия технических средств измерений.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно выбирать и применять средства измерений.</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы теории погрешности</li> </ul>

	<p>представления полученных данных и анализа оценки погрешности результатов.</p>	<p>измерений,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила выбора методов и средств измерений,</li> <li>- правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организовывать измерительный эксперимент,</li> <li>- обрабатывать и представлять результаты измерений в соответствии с принципами метрологии и действующими нормативными документами.</li> </ul>
<p>ПК-4. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.</p>	<p>ИД_ПК-4.1. Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков.</p> <p>ИД_ПК-4.2. Применяет нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации.</p> <p>ИД_ПК-4.3. Демонстрирует навыки оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стандартизации, законодательной и прикладной метрологии,</li> <li>- проведения метрологической экспертизы документации, принципы действия технических средств измерений.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами</li> </ul>

<p>ПК-6. Способен организовывать метрологического обеспечение производства материалов и изделий электронной техники.</p>	<p>ИД_ПК-6.1. Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства.</p> <p>ИД_ПК-6.2. Способен осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры, необходимой для сопровождения технологических процессов в области микро- и наноэлектроники.</p> <p>ИД_ПК-6.3. Обладает навыками метрологического сопровождения технологических процессов.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы стандартизации, законодательной и прикладной метрологии,</li> <li>- проведения метрологической экспертизы документации,</li> <li>- методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно выбирать и применять средства измерений,</li> <li>- организовывать измерительный эксперимент,</li> <li>- осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками метрологического сопровождения технологических процессов,</li> <li>- навыками самостоятельного пользования стандартами Государственной системы обеспечения единства измерений и другими обязательными к применению нормативно-техническими документами.</li> </ul>
--	--	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 акад.часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационн	самостоятель ная работа	
1	Юридические основы в области метрологии и стандартизации	7	4			1		4	Задания для самостоятельной работы, Коллоквиум
2	Основы стандартизации	7	4		17	2		4	Задания для самостоятельной работы, Коллоквиум
3	Основы метрологии	7	5		17	2		4	Задания для самостоятельной работы
4	Основы сертификации	7	4			1		5	Задания для самостоятельной работы
5							0,5	33,5	Экзамен
6	<b>Всего</b>		<b>17</b>		<b>34</b>	<b>6</b>	<b>0,5</b>	<b>50,5</b>	

## **Содержание разделов дисциплины:**

- 1. Юридические основы в области метрологии и стандартизации.** Качество измерений и способы его достижения. Понятие метрологического обеспечения. Организационные, научные и метрологические основы метрологического обеспечения. Правовые основы обеспечения единства измерений. Основные положения Закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Структура и функции метрологической службы предприятий, организаций, учреждений, являющихся юридическими лицами. Поверка (калибровка) средств измерений. Поверочные схемы и поверочное оборудование. Ремонт и юстировка средств измерений.
- 2. Основы стандартизации.** История развития стандартизации. Стандартизация, ее роль в повышении качества продукции и развитие на международном, региональном и национальном уровнях. Правовые основы стандартизации. Международная организация по стандартизации (ИСО). Основные положения Государственной системы стандартизации (ГСС). Содержание ЕСКД, ЕСТП, ЕСТПП, ГСИ. Научная база стандартизации. Определение оптимального уровня унификации и стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.
- 3. Основы метрологии.** Основные понятия и определения современной метрологии. Погрешности измерений. Обработка результатов измерений. Средства измерений. Меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные информационные системы. Методы измерений физических величин.
- 4. Основы сертификации.** История развития сертификации. Цели и принципы сертификации. Правовое обеспечение. Формы подтверждения соответствия. Знаки соответствия и обращения. Организация обязательной сертификации. Системы и схемы сертификации. Правила и порядок сертификации.

## **5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

**Лабораторная работа** – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

Задействованы:

- допуск к выполнению экспериментальных исследований,
- коллективная работа в ходе выполнения лабораторной работы,
- командная защита отчёта.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

#### **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader.

#### **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»

[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

##### **а) основная литература:**

Голуб О.В. Стандартизация, метрология и сертификация [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Голуб О.В., Сурков И.В., Позняковский В.М.— Электрон.текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014.— 334 с.

<http://www.iprbookshop.ru/4151.html>

##### **б) дополнительная литература:**

1 Перемитина Т.О. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Перемитина Т.О.— Электрон.текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016.— 150 с.

<http://www.iprbookshop.ru/72129.html>



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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор(ы) :

Старший преподаватель кафедры  
микроэлектроники и общей физики

\_\_\_\_\_

А.Н. Сергеев

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Метрология, стандартизация и сертификация»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Задания для самостоятельной работы**

**Задания по теме № 1 «Юридические основы в области метрологии и стандартизации»**

1. Организационные, научные и метрологические основы метрологического обеспечения.
2. Правовые основы обеспечения единства измерений.
3. Основные положения Закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Структура и функции метрологической службы предприятий, организаций, учреждений, являющихся юридическими лицами.
4. Поверка (калибровка) средств измерений.

**Задания по теме № 2 «Основы технических измерений»**

1. История развития стандартизации.
2. Международная организация по стандартизации (ИСО).
3. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.

**Задания по теме № 3 «Основы метрологии»**

1. Меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные информационные системы.

**Задания по теме №4 «Основы сертификации»**

1. Цели и принципы сертификации. Правовое обеспечение.
2. Формы подтверждения соответствия.
3. Знаки соответствия и обращения.
4. Организация обязательной сертификации.
5. Системы и схемы сертификации. Правила и порядок сертификации.

**ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО МЕТРОЛОГИИ СТАНДАРТИЗАЦИИ И  
СЕРТИФИКАЦИИ**  
(проверка сформированности ОПК-2, индикатор ИД\_ОПК-2.1)

1. **Метрология** – это ...

- а) теория передачи размеров единиц физических величин;
- б) теория исходных средств измерений (эталонов);
- в) наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности;

2. **Физическая величина** – это ...

- а) объект измерения;
- б) величина, подлежащая измерению, измеряемая или измеренная в соответствии с основной целью измерительной задачи;
- в) одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

3. **Количественная характеристика физической величины** называется ...

- а) размером;
- б) размерностью;
- в) объектом измерения.

4. **Измерением** называется ...

- а) выбор технического средства, имеющего нормированные метрологические характеристики;
- б) операция сравнения неизвестного с известным;
- в) опытное нахождение значения физической величины с помощью технических средств.

5. **К объектам измерения** относятся ...

- а) образцовые меры и приборы;
- б) физические величины;
- в) меры и стандартные образцы.

6. При описании пространственно-временных и механических явлений в СИ за основные единицы принимаются ...

- а) кг, м, Н;
- б) м, кг, Дж, ;
- в) кг, м, с.

7. Для поверки рабочих мер и приборов служат ...

- а) рабочие эталоны;
- б) эталоны-копии;
- в) эталоны сравнения.

8. По способу получения результата все измерения делятся на ...

- а) прямые, косвенные, совместные и совокупные.
- б) прямые и косвенные;
- в) статические и динамические;

9. Единством измерений называется ...

- а) система калибровки средств измерений;
- б) сличение национальных эталонов с международными;
- в) состояние измерений, при которых их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные пределы с заданной вероятностью.

10. Правильность измерений – это ...

- а) характеристика качества измерений, отражающая близость к нулю систематических погрешностей результатов измерений;
- б) характеристика качества измерений, отражающая близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, выполняемых повторно одними и теми же методами и средствами измерений и в одних и тех же условиях; отражает влияние случайных погрешностей на результат измерения;
- в) характеристика качества измерений, отражающая близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами и средствами измерений, разными операторами, но приведённых к одним и тем же условиям.

11. Воспроизводимость измерений – это ...

- а) характеристика качества измерений, отражающая близость к нулю систематических погрешностей результатов измерений;
- б) характеристика качества измерений, отражающая близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, выполняемых повторно одними и теми же методами и средствами измерений и в одних и тех же условиях; отражает влияние случайных погрешностей на результат измерения;
- в) характеристика качества измерений, отражающая близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами и средствами измерений, разными операторами, но приведённых к одним и тем же условиям.

12. Сущность стандартизации – это ...

- а) правовое регулирование отношений в области установления, применения и использования обязательных требований;
- б) подтверждение соответствия характеристик объектов требованиям;
- в) деятельность по разработке нормативных документов, устанавливающих правила и характеристики для добровольного многократного применения.

13. Цели стандартизации – это ...

- а) аудит систем качества;
- б) внедрение результатов унификации;
- в) разработка норм, требований, правил, обеспечивающих безопасность продукции, взаимозаменяемость и техническую совместимость, единство измерений, экономию ресурсов.

14. Принципами стандартизации являются ...

- а) добровольное подтверждение соответствия объекта стандартизации;
- б) обязательное подтверждение соответствия объекта стандартизации;
- в) гармонизация национальных стандартов с международными при максимальном учёте законных интересов заинтересованных сторон.

15. К документам в области стандартизации не относятся ...

- а) национальные стандарты;
- б) бизнес-планы.
- в) технические регламенты;

16. Ведущей организацией в области международной стандартизации является ...

- а) Международная электротехническая комиссия (МЭК);
- б) Международная организация по стандартизации (ИСО);
- в) Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ).

17. Перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации, регламентирует ...

- а) Закон РФ «О техническом регулировании»;
- б) Закон РФ «О защите прав потребителей»;
- в) Номенклатура продукции, работ, услуг, подлежащих обязательной сертификации.

18. При обязательной сертификации продукции один из 10 анализируемых показателей оказался не соответствующим нормативной документации. Может ли быть выдан сертификат?

- а) да;
- б) нет;
- в) да, с указанием показателей, по которым продукция соответствует нормативной документации.

19. Право изготовителя маркировать продукцию Знаком соответствия определяется ...

- а) лицензией, выдаваемой органом по сертификации;
- б) лицензией, выдаваемой Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии;
- в) декларацией о соответствии

20. Функции национального органа по сертификации в Российской Федерации выполняет ...

- а) Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии;
- б) Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева (ВНИИМ);
- в) Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС).

**Самостоятельная работа №1**  
**(проверка сформированности ОПК-2, индикатор ИД\_ОПК-2.5)**

**Погрешности средств измерений**

Номинальный режим электроустановки постоянного тока характеризуется напряжением  $U$  и током  $I$ , измерение которых может быть произведено вольтметрами  $V_1$  или  $V_2$  и амперметрами  $A_1$  или  $A_2$ . Значения напряжения  $U_n$ , тока  $I_n$  и характеристики электроизмерительных приборов приведены в таблице 1.1.

Необходимо:

- а) из двух вольтметров и двух амперметров выбрать электроизмерительные приборы, обеспечивающие меньшую возможную относительную погрешность;
- б) определить пределы, в которых могут находиться действительные значения напряжения и тока при их измерении выбранными приборами;
- в) определить возможную относительную погрешность в определении мощности установки по показаниям вольтметра и амперметра.

Таблица 1.1

Группа	Величина			Вариант
				91
А	Напряжение $U, В$			27
	Вольтметры	$V_1$	Класс точности	4
			Предел измерения $U_n, В$	30
		$V_2$	Класс точности	1,5
			Предел измерения $U_n, В$	50
Б	Ток $I, А$			2,5
	Амперметры	$A_1$	Класс точности	4,0
			Предел измерения $I_n, А$	3
		$A_2$	Класс точности	1,0
			Предел измерения $I_n, А$	15

**Самостоятельная работа №2**  
**(проверка сформированности ОПК-2, индикатор ИД\_ОПК-2.5)**

**Определение погрешности результата косвенных измерений**

Для измерения сопротивления или мощности косвенным методом использовались два прибора: амперметр и вольтметр магнитоэлектрической системы.

Определить:

- а) величину сопротивления и мощность по показаниям приборов;
- б) максимальные абсолютные погрешности амперметра и вольтметра;
- в) абсолютную погрешность косвенного метода;
- г) относительную погрешность измерения;
- д) пределы действительных значений измеряемых физических величин.

Наименование заданной величины	Значение величины
Предел измерения $U_{ном}$ , В	250
Класс точности $\chi$ , %	0,5
Показания вольтметра $U$ , В	240
Предел измерения $I_{ном}$ , А	1.5
Класс точности $\chi$ , %	1.0
Показание амперметра $I$ , А	1,2

**Методические указания**

При косвенных измерениях искомое значение величины  $y$  находится на основании математической зависимости, связывающей эту величину с несколькими величинами  $x_1, x_2, \dots, x_m$ , измеряемыми прямыми методами. При этом погрешности прямых измерений приводят к тому, что окончательный результат имеет погрешность.

Максимальные абсолютные погрешности амперметра и вольтметра определяются:

$$\Delta I = \pm \frac{\chi I_{ном}}{100},$$
$$\Delta U = \pm \frac{\chi U_{ном}}{100}$$

где  $\chi$  - приведенная погрешность измерительного прибора, равная классу точности прибора;  
 $I_{ном}$ ,  $U_{ном}$  - номинальное значение тока и напряжения;

**Самостоятельная работа №3**  
(проверка сформированности ПК-6, индикатор ИД\_ПК-6.1)

**Применение масштабных измерительных преобразователей для измерения тока и напряжения**

Измерительный механизм (ИМ) магнитоэлектрической системы рассчитан на ток  $I_{им}$  и напряжение  $U_{им}$  и имеет шкалу на  $\alpha_n$  делений. Необходимо :

- а) составить схему включения ИМ с шунтом и дать вывод формулы  $R_{ш}$  ;
- б) определить постоянную ИМ по току  $C_1$ , величину сопротивления шунта  $R_{ш}$  и постоянную амперметра  $C_1'$ , если этим прибором нужно измерять ток  $I_n$  ;
- в) определить мощность, потребляемую амперметром при номинальном значении тока  $I$ ;
- г) составить схему включения ИМ с добавочным сопротивлением и дать вывод формулы  $R_д$  ;
- д) определить постоянную ИМ по напряжению  $C_U$ , величину добавочного сопротивления  $R_д$  и постоянную вольтметра  $C_U'$ , если этим прибором нужно измерять напряжение  $U_n$  ;
- е) определить мощность, потребляемую вольтметром при номинальном значении напряжения  $U_n$  .

Наименование заданной величины	Значение величины
Напряжение $U_{им}$ , мВ	65
Ток $I_{им}$ , мА	10
Число делений $\alpha_n$ , дел.	75
Напряжение $U_n$ , В	450
Ток $I_n$ , А	0,5

**Методические указания**

Масштабный измерительный преобразователь предназначен для изменения значения измеряемой величины в заданное число раз.

Для расширения диапазона измерения измерительных приборов по напряжению и току применяют измерительные трансформаторы, добавочные сопротивления и шунты.

Измерительные трансформаторы переменного тока и напряжения применяют для расширения диапазона измерения электромагнитных, электродинамических, индукционных приборов по току и напряжению, а также для обеспечения безопасности измерений при высоком напряжении.



**Самостоятельная работа №4**  
**(проверка сформированности ПК-6, индикатор ИД\_ПК-6.2)**

**Выбор измерительной аппаратуры**

В высоковольтной трехпроводной цепи трехфазного тока необходимо измерить линейные токи, линейное напряжение, коэффициент – мощности цепи и расход активной энергии всей цепи. Подобрать для этой цели два измерительных трансформатора тока (ИТТ), два измерительных трансформатора напряжения (ИТН), и подключить к ним следующие измерительные приборы:

- два амперметра электромагнитной системы;
- два однофазных индукционных счетчика активной энергии;
- один трехфазный фазометр электромагнитной или электродинамической системы;
- один вольтметр электромагнитной системы;

Необходимо:

Начертить схему включения ИТТ и ИТН в цепь, а также показать подключение к ним всех измерительных приборов.

Выполнить разметку зажимов обмоток ИТТ и ИТН, счетчиков и фазометра. Показать заземление вторичных обмоток ИТТ и ИТН.

***Методические указания:***

При подборе ИТТ необходимо учитывать, что для обеспечения правильности их работы общее сопротивление всех проводов и обмоток приборов во вторичной цепи не должно превышать номинальной нагрузки. Номинальной нагрузкой трансформатора тока называется наибольшее сопротивление, на которое может быть замкнута вторичная обмотка при условии, что погрешности его не превысили допустимых значений.

Выбор трансформаторов напряжения производится по их допустимой номинальной мощности. Т. о. к трансформатору напряжения можно подключить такое количество приборов, при котором их мощность при номинальном напряжении не превышает номинальной мощности трансформатора.

### Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах.

Каждое из заданий может быть оценено половиной заявленных по нему баллов.

Полностью неправильно выполненное задание – 0 баллов.

Максимальное количество баллов по итогам самостоятельной работы – 10 баллов,

Набранное количество баллов от 9-10 соответствует оценке «отлично», 7-8 баллов – оценке «хорошо», 5-6 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 5 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

## **2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### **Список вопросов к экзамену**

1. Государственная система стандартизации (ГСС). Задачи стандартизации.
2. Основные понятия и определения в системе стандартизации.
3. Органы и службы стандартизации.
4. Нормативные документы по стандартизации.
5. Виды стандартов.
6. Порядок разработки государственных стандартов Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.
7. Нормализационный контроль технической документации. Принципы стандартизации. Методы стандартизации Комплексная стандартизация.
8. Опережающая стандартизация.
9. Единая система конструкторской документации (ЕСКД).
10. Единая система технологической документации (ЕСТД).
11. Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП).
12. Единая система программных документов (ЕСПД).
13. Межгосударственная система стандартизации (МГСС).
14. Общая характеристика системы. Порядок разработки межгосударственных стандартов
15. Международная организация по стандартизации (ИСО).
16. Международная электротехническая комиссия (МЭК).
17. Международные организации, участвующие в работах по стандартизации, метрологии и сертификации.
18. Региональные организации по стандартизации, метрологии и сертификации.
19. Национальные организации по стандартизации зарубежных стран.
20. Законодательная база метрологии.
21. Юридическая ответственность за нарушение нормативных требований по метрологии.
22. Измеряемые величины.
23. Международная система единиц физических величин.
24. Методы измерений.
25. Виды контроля.

26. Методика выполнения измерений
27. Средства измерений.
28. Виды средств измерений.
29. Измерительные сигналы.
30. Метрологические показатели средств измерений.
31. Метрологические характеристики средств измерения.
32. Классы точности средств измерений.
33. Метрологическая надёжность средств измерения.
34. Метрологическая аттестация средств измерений.
35. Систематические и случайные погрешности.
36. Причины возникновения погрешностей измерения.
37. Критерии качества измерений.
38. Планирование измерений.
39. Подготовка и выполнение измерительного эксперимента.
40. Обработка результатов наблюдений и оценивание погрешностей измерений.
41. Выбор измерительных средств по допустимой погрешности измерения.
42. Выбор измерительных средств для контроля размеров.
43. Выбор измерительных средств для других параметров.
44. Единство измерений. Поверка средств измерений.
45. Калибровка средств измерений Методы поверки (калибровки) и поверочные схемы.
46. Сертификация средств измерений. Метрологические службы.
47. Государственный метрологический контроль и надзор. Права и обязанности государственных инспекторов по обеспечению единства измерений.
48. Технические измерения. Линейные измерения. Угловые измерения.
49. Альтернативный метод контроля изделий. Калибры. Контроль размеров высоты и глубины.
50. Контроль конусов и углов. Измерения формы и расположения поверхностей.
51. Контроль и измерение шероховатости. Измерения с помощью цифровых измерительных приборов.
52. Измерение электрических и магнитных величин.
53. Измерение температуры. Температурные шкалы и единицы тепловых величин.
54. Электромеханические измерительные приборы.
55. Электротермические измерительные приборы.
56. Измерительные преобразователи.
57. Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы. Измерительные роботы.
58. Автоматизация системы контроля и управления сбором данных. Задачи и разновидности автоматизированных систем контроля.

### **Правила выставления оценки на экзамене.**

В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. На подготовку к ответу дается не менее 1 часа.

По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

**Оценка «Отлично»** выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятий; осуществляет межпредметные связи; умеет связывать теорию с практикой. Студент дает развернутые, полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала. Грамотно использует терминологию.

**Оценка «Хорошо»** выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствуют указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

**Оценка «Удовлетворительно»** выставляется студенту, который дает недостаточно полные и последовательные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. Ответы излагаются в терминах метрологии, но при этом допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

**Оценка «Неудовлетворительно»** выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» являются лекции с использованием демонстрационного эксперимента. По большинству тем предусмотрены лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным физическим эффектам и явлениям и отработка экспериментальных навыков работы с физическими приборами и оборудованием.

Для успешного освоения дисциплины очень важна самостоятельная работа студентов над: конспектами прослушанных лекций, разделами курса для самостоятельного изучения и лабораторными работами. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, лабораторных занятиях или из учебной литературы при самостоятельной проработке разделов курса.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы и проведения расчетов, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде самостоятельных работ. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы и лабораторным работам, которые вызвали затруднения.

Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется не менее 3 дней, во время зачетной сессии.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.