

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор _____ Земский Д.Н.
« 18 » _____ 2020 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.О.27 Информационно-измерительная техника

(наименование дисциплины (модуля))

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

«Электроснабжение»

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

бакалавр

квалификация

очная/заочная/очно-заочная

форма обучения

Нижнекамск, 2020 г.

Составитель ФОС:

Ст.преподаватель
(должность)


(подпись)

Р.И. Ахметшин
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ЭТЭОП,
протокол от 15.06 2020 г. № 9

Зав. кафедрой


(подпись)

Е.В. Тумаева
(Ф.И.О.)


УТВЕРЖДЕНО

Начальник УМУ


(подпись)

Н.И. Никифорова
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Тумаева Е.В., зав. кафедрой ЭТЭОП НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Ф.И.О., должность, организация, подпись 

Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины

Компетенция:

ОПК-5 - способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности, знает методику проведения измерения электрических и неэлектрических величин, умеет выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов, владеет навыками проведения экспериментальных исследований и анализа полученной информации

Индикаторы достижения компетенции:

ОПК – 5.1 Знает методику проведения измерения электрических и неэлектрических величин;

ОПК – 5.2 Умеет выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов

ОПК – 5.3 Владеет навыками проведения экспериментальных исследований и анализа полученной информации

Для очного отделения

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД)				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические Занятия, лабораторный практикум	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ОПК – 5.1	<i>Тема 1, Тема 4, Тема 5, Тема 6.</i>	<i>Тема 2, Тема 3, Тема 4.</i>	<i>Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5.</i>	<i>Не предусмотрены</i>	Лабораторные работы, экзаменационный билет, практическая работа
ОПК – 5.2	<i>Тема 1, Тема 6, Тема 7, Тема 8.</i>	<i>Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 6, Тема 7.</i>	<i>Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5.</i>	<i>Не предусмотрены</i>	Лабораторные работы, экзаменационный билет, практическая работа
ОПК – 5.3	<i>Тема 1, Тема 6.</i>	<i>Тема 4, Тема 5, Тема 6.</i>	<i>Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5.</i>	<i>Не предусмотрены</i>	Лабораторные работы, экзаменационный билет, практическая работа

Для заочного отделения

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД)				Наименование оце- ночного средства
	Лекции	Практические Занятия, лаборатори практикум	Лабораторные заня- тия	Курсовой проект (работа)	
ОПК – 5.1	<i>Тема 1</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
ОПК – 5.2	<i>Тема 1</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
ОПК – 5.3	<i>Тема 1</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Для очного отделения

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	<i>30</i>
<i>Практическая работа</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	<i>30</i>
<i>Экзамен</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного сред- ства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Лабораторная работа	<p>Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта.</p> <p>Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования</p>	<p>Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму</p>
2.	Практическое занятие	<p>В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться работать с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, составлять техническую документацию; выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления, определять характеристики различных веществ, объектов, явлений. Цель практических занятий заключается в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями.</p>	<p>Темы практических занятий; контрольные вопросы и задания по теме практического занятия</p>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет _____ Управления и автоматизации _____
Кафедра ЭТЭОП

Учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» для обучающихся очной формы предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Информационно-измерительная техника».

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий. Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

Лабораторная работа № 1

Определение цены деления многопредельных приборов.

Цель работы: Изучить руководство по эксплуатации и паспорт мегомметра М4100, научиться определять цену деления многопредельных приборов.

Нормативная база.1. РМГ 29-2013 «ГСИ. Метрология. Основные термины и определения»

3. ГОСТ 5365-83

Термины и определения: 1. **Величина** – свойство материального объекта или явления, общее в качественном отношении для многих объектов и явлений, но в количественном в отношении индивидуальное для каждого из них.

2. **Размер величины** – количественная определённость величины, присущая конкретному материальному объекту или явлению.

3. **Значение величины** – выражение размера величины в виде некоторого числа принятых единиц, или чисел, баллов по соответствующей шкале.

4. **Шкала (значений) величины**; шкала измерений – упорядоченная совокупность значений величины, служащая основой для измерений данной величины.

5. **Единица величины** - фиксированное значение величины, которое принято за единицу данной величины и применяется для количественного выражения однородных с ней величин

6. **Циферблат** - часть отсчетного устройства средств измерений, содержащая шкалу (шкалы) и условные обозначения, необходимые для отсчитывания значений измеряемой величины.

7. **Однострочная шкала** - шкала, в которой диапазон показаний или измерений расположен в одной строке.
8. **Многострочная шкала** - шкала, в которой диапазон показаний или измерений расположен в двух или более строках.
9. **Многодиапазонный прибор** - прибор с несколькими (двумя и более) диапазонами измерений или несколькими номинальными значениями.
10. **Комбинированный прибор** - прибор, предназначенный для измерений трех и более электрических и неэлектрических величин различного рода.

Приборы и инструменты: 1. Мегаомметр М4100

2. Амперметр

3. Вольтметр

Теоретическая часть.

Циферблаты и шкалы приборов должны быть изготовлены в соответствии с требованиями настоящего стандарта ГОСТ 5365-83, стандартов и (или) технических условий на приборы конкретного вида (типа) и по рабочим чертежам, утвержденным в установленном порядке.

Циферблаты в зависимости от числа шкал подразделяют на одношкальные и многошкальные. Шкалы, наносимые на циферблаты, подразделяют:

- по форме - на прямолинейные (горизонтальные и вертикальные), секторные (размах шкалы до 180° включ.) и круговые (размах шкалы более 180°);
- по соотношению длин делений в пределах одной шкалы по ГОСТ 8.401 - на равномерные и неравномерные;
- по количеству строк в одной шкале - на однострочные и многострочные;
- по светотехническим характеристикам - на светоотражающие и светоизлучающие.

Допускается в зависимости от функционального назначения прибора и условий работы оператора изготавливать лицевую поверхность циферблата иного цветофактурного решения, а также со светоизлучающей поверхностью (временного или постоянного действия). При этом контраст между цветом циферблата и цветом элементов, описывающих шкалу (п.9), должен быть не менее 0,6.

Отметки, цифры, условные обозначения и другие элементы, описывающие шкалу, должны иметь:

- черную матовую поверхность при светлом цвете лицевой поверхности циферблата или соответствовать кодовым цветам, принятым в отрасли;
- белую матовую поверхность при темном цвете лицевой поверхности циферблата или соответствовать кодовым цветам, принятым в отрасли.

Допускается в зависимости от функционального назначения прибора или внешних условий деятельности оператора выделять отдельные элементы, описывающие шкалу, ярким цветом (зеленым, желтым, красным и т.п.). При этом, как правило, желтым цветом выделяют выход измеряемого параметра из нормы, а красным цветом - его аварийное значение.

Одним из распространённых видом измерений на электроустановках является измерение величины сопротивления изоляции.

Измерение величины сопротивления изоляции всех элементов электро-

оборудования электрических сетей всех напряжений осуществляется мегаомметром. Мегаомметр – это генератор, в котором полупроводниковая схема превращает напряжение аккумулятора или батареи 9 В в высокое напряжение: 100, 250, 500, 1000, 2500 В постоянного тока, а при измерениях по шкале прибора отсчитывают сопротивление изоляции в мегаомах (МОм) или килоомах (кОм). В старых мегомметрах такие напряжения получали от генератора постоянного тока с ручным приводом. Для выбора мегаомметра необходимо ориентироваться в сопротивлении изоляции объектов, величины которых чаще всего укладываются в пределы: силовые кабели – 1 000 МОм, коммутационная аппаратура – 1000...5000 МОм, силовые трансформаторы 10...20 000 МОм, фарфоровые изоляторы – 100 ... 10 000 МОм.

Для измерения сопротивления изоляции оборудования с номинальным напряжением до 1000 В используются мегаомметры на 100, 250, 500 и 1000 В. Для электроустановок свыше 1000 В используются мегаомметры на 1000 и 2500 В.

При проведении измерений рекомендуется такой порядок операции.

1. Проверить пригодность испытательной установки по дате следующей поверки.
2. Измерить сопротивление изоляции соединительных проводов с изолированными ручками, значение которого должно быть не меньше верхнего предела измерений мегаомметра.
3. Установить предел измерения. Если значение сопротивления изоляции предыдущих измерений неизвестно, нужно начинать с верхнего предела измерений.
4. Убедиться в отсутствии напряжения на проверяемом объекте.
5. Отключить либо закоротить все детали с пониженной изоляцией. (конденсаторы, полупроводниковые приборы)
6. На время подключения прибор заземлить.
7. Зафиксировать сопротивление изоляции по шкале прибора.

Для трехфазных двигателей сопротивление изоляции проверяется пофазно, при этом две другие фазы соединяются с корпусом. Тогда одновременно измеряется сопротивление между фазой и корпусом и между фазами.

Ход работы. 1. Изучить паспорт и руководство по эксплуатации мегаомметра.

2. Выписать таблицу диапазонов измерений, класс точности и правила использования

3. Начертить схему электрическую принципиальную мегаомметра М4100/4.

4. Вычислить цену деления мегомметра в режиме мегаомметра и в режиме километра.

Формула для расчёта шкалы прибора (цены деления - ЦД)

$$\text{ЦД} = (x_{\max} - x_{\min}) / n, \text{ где}$$

x_{\max} – максимальный предел измерений

x_{\min} - минимальный предел измерений

n – количество делений между x_{\max} и x_{\min}

5. Заполнить таблицу.

Режим работы прибора	Максимальный предел измерений (x_{\max})	Минимальный предел измерений (x_{\min})	Цена деления
Километр			
Мегаомметр			
Амперметр			
Вольтметр			

Контрольные вопросы.

1. Дать определение термину «величина»
2. Дать определение термину «значение величины»
3. Дать определение термину «единица величины»
4. Что такое мегаомметр и каков принцип его действия?
5. Как производится измерение сопротивление изоляции трехфазного двигателя?
6. Дать классификацию шкалы мегаомметра М4100 по изученным признакам.

Лабораторная работа №2

Оценка погрешности прямых измерений

Цель работы: произвести замеры напряжения в однофазной сети, анализ экспериментальных данных и определение пределов вблизи среднего значения, в которых находится истинное значение измеряемой величины при заданной доверительной вероятности α .

Нормативная база.

1. Термины и определения в данной лабораторной работы взяты из **РМГ 29-2013 «ГСИ. Метрология. Основные термины и определения»**

Термины и определения

1. **Погрешность (результата измерения):** Разность между измеренным значением величины и опорным значением величины.

2. **Случайная погрешность (измерения):** Составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных в определенных условиях.

3. **Среднее квадратическое отклонение; стандартное отклонение:** Параметр функции распределения измеренных значений или показаний, характеризующий их рассеивание и равный положительному корню квадратному из дисперсии этого распределения.

4. **Систематическая погрешность (измерения):** Составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или же закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины.

Ход работы.

1. Мультиметром DT произвести замеры напряжения в однофазной се-

ти.

2. Занести результаты в таблицу.

Но- мер замера										0
По- казание СИ										

3. Вычислить среднеарифметическое значение

$$U_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i$$

4. Вычислить абсолютную погрешность i-того вычисления.

$$\Delta U_i = |U_{cp} - U_i|$$

5. Занести результаты в таблицу

№										0
Аб- солютная погрешность (ΔU_i)										

6. Рассчитать среднюю погрешность вычисления.

$$\Delta U_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta U_i$$

Истинное значение измеряемой величины x будет находиться в интервале от $(U_{cp} - \Delta U_{cp})$ до $(U_{cp} + \Delta U_{cp})$.

7. Определить среднюю квадратичную ошибку (называемая также средним

квадратичным отклонением) среднего арифметического

$$S_U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta U_i^2)}{n \times (n-1)}}$$

Задается значение доверительной вероятности α . Случайные ошибки вызываются случайными причинами, то точно указать интервал, в котором заключена измеряемая величина, принципиально невозможно. Этот интервал можно указать лишь с определенной вероятностью α , называемой доверительной вероятностью. В практике учебной работы значение α выбирается равным 0,90÷0,95, а в ответственных случаях – 0,99 и более.

7. По выбранной доверительной вероятности α и числу проведенных измерений n с помощью таблицы определяется коэффициент Стьюдента $t_\alpha(n)$

Коэффициенты Стьюдента

$n \backslash \alpha$	0,9	0,95	0,98	0,99
2	6,3	12,7	31,8	63,7
3	2,9	4,3	7,0	9,9
4	2,4	3,2	4,5	5,8
5	2,1	2,8	3,7	4,6
6	2,0	2,6	3,4	4,0
7	1,9	2,4	3,1	3,7
8	1,9	2,4	3,0	3,5
9	1,9	2,3	2,9	3,4
10	6,3	2,3	2,8	3,3

8. Вычислить доверительный интервал ΔU :

$$\Delta U = t_{\alpha}(n) \times S_u$$

9. Записать результат в виде.

$$U = U_{cp} \pm \Delta U \quad \alpha = \dots$$

$$E = \frac{\Delta U}{U_{cp}},$$

где E- относительная ошибка измерений

10. Сделать вывод по работе.

Контрольные вопросы.

1. Дать определение «погрешности измерения»
2. Дать определение «случайной погрешности измерения»
3. Дать определение «стандартному отклонению»
4. Что означает доверительная вероятность?

Лабораторная работа № 3

Оценивание неопределённости измерения сопротивления изоляции трансформатора и асинхронного двигателя

Цель работы: научиться оценивать неопределённости измерений по типу А, типу В и стандартную неопределённость. Сравнить неопределённости, полученные при измерениях сопротивлений изоляции АД и ТР мультиметром и МРІ и сделать вывод.

Нормативная база. 1. Методика оценки неопределённости основана на методике, описанной в РМГ 115-2019 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Калибровка средств измерений. Алгоритмы обработки результатов измерений и оценивания неопределённости»

2. Термины и определения в данной лабораторной работы из РМГ 29-2013 «ГСИ. Метрология. Основные термины и определения»

Основные термины и определения:

1. Неопределенность (измерений): Неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений величины, приписываемых измеряемой величине на основании измерительной информации.

2. Стандартная неопределенность (измерений): Неопределенность измерений, выраженная в виде стандартного отклонения.

3. Оценивание (неопределенности измерений) по типу А: Оценивание составляющей неопределенности измерений путем статистического анализа измеренных значений величины, получаемых при определенных условиях измерений.

4. Оценивание (неопределенности измерений) по типу В: Оценивание составляющей неопределенности измерений способами, отличными от оценивания неопределенности измерений по типу А.

Приборы и инструменты: 1. Мультиметр DT

2. Измеритель сопротивления МРІ

3. Трансформатор
4. Асинхронный двигатель.

Теоретическая часть. Термины – «погрешность» и «неопределенность» - это выражение в разных терминах, одного и того же понятия – «точность измерений».

В России исторически сложилось так, что при оценке достоверности произведенного измерения использовали погрешность.

За рубежом изначально существовало понятие «error of measurement» - «ошибка измерения». Одной из целей при разработке стандарта качества ISO 9000 было обеспечение безошибочного выполнения всех производственных функций. В рамках ISO 9000 было разработано «Руководство по вычислению неопределенности в измерении» - «Guide to the expression of uncertainty in measurement», в котором описано понятие неопределенности измерений и способы ее вычисления.

Сейчас все чаще требуется оценивать точность проведения измерений (например, такое требование предъявляется при аккредитации лабораторий) в терминах «неопределенности». В связи с вступлением России в ВТО, принято решение перевести правила проведения и оценки качества работ (в том числе и метрологических) в соответствие с международными стандартами ИСО. Все измерительные лаборатории стран-членов ВТО должны оценивать точность результатов измерений в терминах неопределенности. В России о необходимости расчета неопределенности измерений в соответствии с ГОСТ Р ИСО 10576-1-2006 говорится в письме Роспотребнадзора 01/6620-12-32 от 13.06.2012. «Неопределенность измерений стоило выдумать хотя бы для того, чтобы теперь разъяснять, чем погрешность отличается от неопределенности». Понятие «uncertainty» возникло из дословного перевода документа «Guide to the expression of uncertainty in measurement», ISO-1993

Документ РМГ 91-2009 «Совместное использование понятий «погрешность измерения» и «неопределенность измерения» детально разъясняет соответствие терминов «погрешность» и «неопределенность».

Термин «погрешность» привязан к истинному значению измеряемой величины. Однако, это исходное «истинное значение» неизвестно. И при проведении измерений указывают интервал, в котором это «истинное значение» находится с определенным уровнем вероятности – $X = A \pm \Delta$, $P = 0,95$ (где P – доверительная вероятность).

То есть, интервал от $(A - \Delta)$ до $(A + \Delta)$ с вероятностью P содержит в себе:

- 1) «истинное» значение измеряемой величины.
- 2) погрешность измерений величины

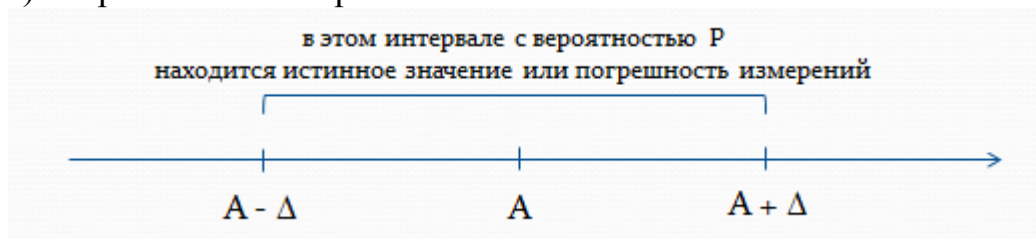


Рис.1. Диапазон возможных значений при погрешности

Термин «неопределенность» привязан к измеренному значению величины A , а не к ее абстрактному «истинному» значению. Также, как для «погрешности», результат измерения записывается в виде интервала $X = A \pm \Delta$, $P = 0,95$ (P – вероятность охвата).

То есть, интервал от $(A - U)$ до $(A + U)$ содержит БОльшую долю (P) значений, которые могли бы быть приписаны к измеряемой величине.

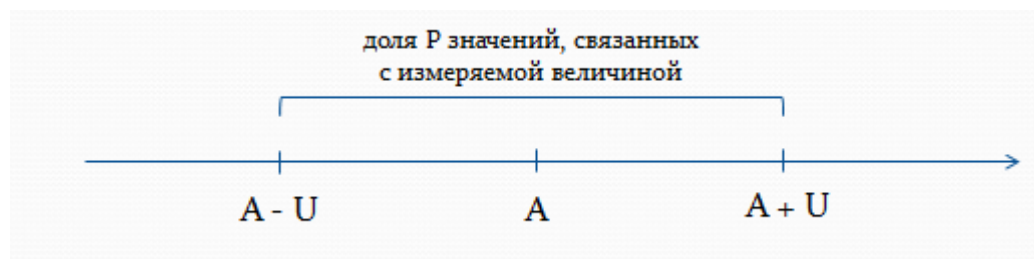


Рис.2. Диапазон возможных значений при неопределенности

При оценке точности измерений в терминах "неопределенности" считается, что измеренная величина принадлежит к указанному интервалу значений (например, диапазон оптимальных или допустимых уровней), если она с учетом указанной неопределенности («величина – неопределенность» и «величина + неопределенность») не выходит за пределы этого диапазона.

Ход работы. 1. Необходимо 5 раз произвести измерение сопротивления изоляции трансформатора обмотка-корпус мультиметров DT, а затем повторить операцию измерителем сопротивления MPI.

Результаты занести в таблицу.

	Показания мультиметра DT, МОм	Показания измерителя со- противления MPI.МОм
...
..		
	R_{iDT}	R_{iMPI}

2. Произвести оценку неопределённости по типу A для каждого средства измерений.

- вычисляем среднее арифметическое значение сопротивлений

$$R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$$

- для источников неопределённости случайного характера вычисляем неопределённости по типу A

$$u_A(R) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R)^2}{n(n-1)}}$$

- получить процентное выражение неопределённости по типу A

$$\frac{u_A(R)}{R} \times 100\%$$

3. Произвести оценку неопределённости по типу В для каждого средства измерений.

$$u_B(R) = \frac{\Delta R}{\sqrt{3}},$$

где ΔR - произведение среднеарифметического значения сопротивления и класса точности средства измерения.

- получить процентное выражение неопределённости по типу В

$$\frac{u_B(R)}{R} \times 100\%$$

4. Вычислить суммарную стандартную неопределённость.

$$u_C(R) = \sqrt{u_A^2(R) + u_B^2(R)}$$

- получить суммарной стандартной неопределённости.

$$\frac{u_C(R)}{R} \times 100\%$$

5. Полученные результаты занести в таблицу.

Тип неопределённости	Среднее арифметическое значение сопротивлений (R)	Тип А (u_A)%	Тип В (u_B)%	Суммарная стандартная неопределённость (u_C)%
Мультиметр DT				
Измерителя сопротивления MPI				

6. Повторить пункты 1-5, замеры изоляции произвести на асинхронном двигателе.

7. Сделать вывод.

Контрольные вопросы.

1. Дать определение неопределённости измерений
2. Дать определение неопределённости типа А
3. Дать определение неопределённости типа В
4. Дать определение суммарной стандартной неопределённости
5. Какой документ в РФ даёт детальное определение терминам «погрешность» и «неопределённость»?
6. Из перевода какого документа появился термин «неопределённость»?
7. Объяснить разницу между погрешностью и неопределённостью.

Лабораторная работа №4.

Поверка технического вольтметра.

Цель работы: изучить нормативно-правовую базу, методику поверки технического вольтметра, произвести поверку, сделать вывод о соответствии прибора указанному классу точности.

Нормативная база: 1. РМГ 29-2013 «ГСИ. Метрология. Основные

термины и определения»

2. **Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об обеспечении единства измерений"**

3. **Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. N 1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке"**

4. **ГОСТ 8.497-83 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Амперметры, вольтметры, ваттметры, варметры. Методика поверки**

Термины и определения:

1. **Поверка средств измерений (далее также - поверка)** - совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям (ФЗ)

2. **Поверка (средств измерений)**: Установление официально уполномоченным органом пригодности средства измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям. (РМГ)

3. **Первичная поверка (средств измерений)** - Поверка, выполняемая при выпуске средства измерений из производства или после ремонта, а также при ввозе средства измерений из-за границы.

4. **Периодическая поверка (средств измерений)** - Поверка средств измерений, находящихся в эксплуатации или на хранении, выполняемая через установленные интервалы времени между поверками (межповерочные интервалы).

5. **Внеочередная поверка (средств измерений)**: Поверка средства измерений, проводимая до наступления срока его очередной периодической поверки.

Приборы и инструменты: 1. Вольтметр поверяемый

2. Вольтметр образцовый.

3. Комплект проводов

Теоретическая часть: Статья 13 ФЗ № 102 "Об обеспечении единства измерений" (ред. от 13.07.2015) гласит:

«п.1. Средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации - периодической поверке. Применяющие средства измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели обязаны своевременно представлять эти средства измерений на поверку.

п.2. Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

п.4. Результаты поверки средств измерений удостоверяются знаком по-

верки, и (или) свидетельством о поверке, и (или) записью в паспорте (формуляре) средства измерений, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки. Конструкция средства измерений должна обеспечивать возможность нанесения знака поверки в месте, доступном для просмотра. Если особенности конструкции или условия эксплуатации средства измерений не позволяют нанести знак поверки непосредственно на средство измерений, он наносится на свидетельство о поверке или в паспорт (формуляр).

п.5 Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений.»

Таким нормативно-правовым актом является Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. N 1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке" и приложения к нему.

п.6. Сведения о результатах поверки средств измерений, предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений проводящими поверку средств измерений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

п.7. Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут подвергаться поверке в добровольном порядке.

Поверка средств измерений производится согласно методике поверки для данного прибора. Для массовых средств измерений (амперметры щитовые, манометры кислородные, штангенциркули) в паспорте или в руководстве по эксплуатации оставляют ссылку на методику измерений (название, дата принятия и т.д.). Для более сложных или мелкосерийных приборов (дефектоскоп, тепловизор) методика поверки прилагается вместе с основной документацией. Организация-поверитель вправе требовать методику поверки при поверке средства измерения, что указано в «Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. N 1815»

Ход работы:

В учебных целях поверка будет производиться согласно ГОСТ 8.497-83 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Амперметры, вольтметры, ваттметры, варметры. Методика поверки.»

Порядок поверки

Внешний

осмотр:

При внешнем осмотре прибора должны быть установлены:

- отсутствие внешних повреждений и повреждений покрытия шкалы;
- четкость всех надписей по ГОСТ 8711 и ГОСТ 8476;
- укомплектованность прибора запасными частями, принадлежностями, необходимыми для проведения поверки.

Опробование:

При опробовании должны быть установлены надежное закрепление зажимов приборов, плавный ход и четкая фиксация переключателей.

Поверка на постоянном токе:

Вольтметры классов точности 0,1-0,5 поверяют методом прямых измерений при помощи калибратора или косвенных измерений при помощи потенциометрической установки. Вольтметры классов точности 1,0-5,0 поверяют методом непосредственного сличения при помощи образцовых вольтметров и установки для поверки и градуировки электроизмерительных приборов по схемам, приведенным в ТД на образцовые средства измерений.

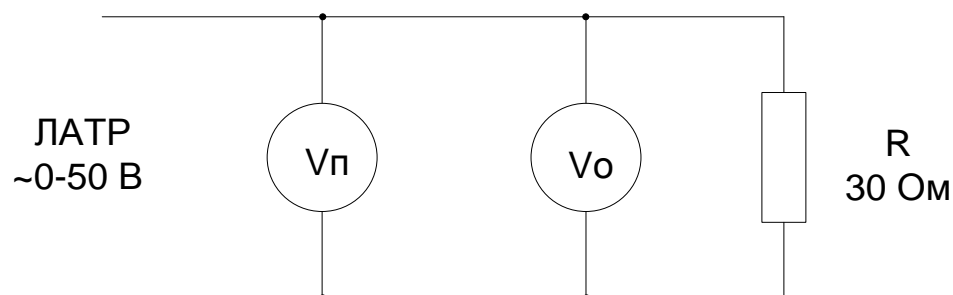


Рис.1. Схема установки.

Управляя ЛАТРом изменять величину напряжения в цепи от 0 до 50 с шагом 10 В, записывать показания вольтметров при ходе вверх, а затем при обратном ходе.

№	Ход вверх					Ход вниз					
	V _п (В)	V _о (В)	ΔV (В)	δI (В)	γ (%)	V _п (В)	V _о (В)	ΔV (В)	δI (В)	γ (%)	

После замеров находят погрешности:

- абсолютные $\Delta V = V_{п} - V_{о}$
- относительные $\gamma = (\Delta V / V_{о}) * 100\%$

Из абсолютных погрешностей выбирают максимальную по модулю и рассчитывают класс точности $\gamma_{д} = (\Delta V_{\max} / V_{\text{ном}}) * 100\%$

Где $V_{\text{ном}}$ – верхний предел измеряемой прибором величины.

Сделать вывод о результатах поверки средства измерения.

Контрольные вопросы.

1. Дать определение поверки средства измерения согласно ФЗ-102
2. Дать определение поверки средства измерения согласно РМГ-29-2013
3. В каких случаях производится первичная поверка?
4. Каким нормативно-правовым актом регулируется порядок поверки приборов?
5. Чем удостоверяются результаты поверки согласно ФЗ-102?
6. Как производится поверка средства измерения?

Лабораторная работа № 5

Измерение индуктивности косвенным методом

Цель работы: Освоить методику измерения индуктивности косвенным

методом.

Нормативная база:

1. **РМГ 29-2013 «ГСИ. Метрология. Основные термины и определения»**
2. **Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об обеспечении единства измерений"**

Термины и определения:

1. **Методика (метод) измерений** - совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности
2. **Прямое измерение** - Измерение, при котором искомое значение величины получают непосредственно от средства измерений.
3. **Косвенное измерение** - Измерение, при котором искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений других величин, функционально связанных с искомой величиной.

Приборы и инструменты: 1. Стенд ЛСЭ-2

2. Вольтметр

3. Амперметр

Теоретическая часть.

Любое измерение должно происходить согласно методике измерений. В случае, если измерение входит в сферу государственного регулирования обеспечения единства измерений, то методика должна быть аттестованной в аккредитованной в соответствии с действующим законодательством региональном центре метрологии, ИП или юр.лице. В ином случае методика измерений должна быть разработана метрологической службой предприятия и утверждена главным инженером.

Термин прямое измерение возник как противоположный термину косвенное измерение. Строго говоря, измерение всегда прямое и рассматривается как сравнение величины с ее единицей или шкалой. В этом случае лучше при- менять термин прямой метод измерений.

Не всегда удаётся измерить величину прямым методом по самым разным причинам: нет необходимого средства измерения в наличии, прямое измерение невозможно по технологическим причинам или связано с опасностью для жизни и здоровья, или иные причины.

Тогда и используют косвенное измерение. Например, в целях диагностики обмоток двигателей, трансформаторов, катушек возможно применить измерение индуктивности косвенным методом.

Ход работы.

1. Ознакомиться со схемой установки

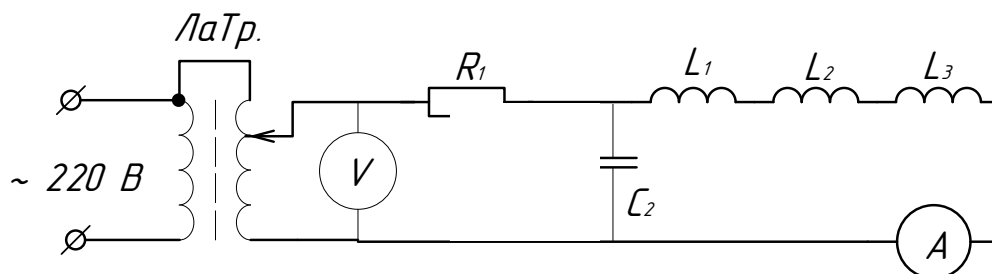


Рис.1. Схема экспериментальной установки.

2. Собрать экспериментальную схему.
3. Снять показания напряжения, тока и занести их в таблицу №1.
4. Определить полное сопротивление цепи и занести их в таблицу №1:

$$Z = \frac{U}{I}$$

5. Рассчитываем индуктивность катушки и заносим в таблицу №1:

$$L = \frac{1}{\omega} \times \sqrt{Z^2 - R^2}$$

где ω - дано в паспорте или на шильдике измеряемого объекта

Таблица № 1.

Дано	Измерения		Расчётные данные	
ω	U1	R1	Z	L
1300		90,00		

Контрольные вопросы:

1. Дать определение термину «методика измерений»
2. Дать определение термину «прямое измерение»
3. Дать определение термину «косвенное измерение»
4. В каких случаях необходима аттестация методик измерений?
5. Кто имеет право аттестовать методику измерений?

Критерии оценки лабораторных работ

При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Информационно-измерительная техника» в 3 семестре студент должен выполнить следующие виды работ:

Виды работ	Минимальный балл	Максимальный балл
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	3	5
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	3	5
Выполнение необходимого эксперимента	4	6

Обработка результатов исследования, построение графиков	4	7
Анализ результатов исследования и вывод по работе	4	7
ИТОГО :	18	30

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 15 баллов, максимум в 30 баллов. После выполнения всех работ рассчитывается итоговый балл по данному оценочному средству, как среднее арифметическое по всем лабораторным работам.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет _____ Управления и автоматизации _____
Кафедра ЭТЭОП _____

Учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» для обучающихся очной формы предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Информационно-измерительная техника» в 3 семестре.

Обучающимся предлагаются разно уровневые задачи и задания реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

1 Вариант.

1. Изобразить условно-графическое следующих элементов:
 - a. Амперметр регистрирующий
 - b. Частотомер показывающий
 - c. Трансформатор тока нулевой последовательности.
 - d. Вольтметр регистрирующий
2. Дать определение терминам:
 - a. Измерение – это ...
 - b. Средство измерения – это ...
 - c. Эталон единицы величины – это ...
3. Определить:
 - a. расход электроэнергии для трехфазного счётчика электрической энергии подключенного к сети напрямую 0,4 кВ, если текущее показание счётчика 983,1, а предыдущее показание 851,5.
 - b. расход электроэнергии для трехфазного счетчика электрической энергии подключенного к сети 6,3 кВ через трансформаторы тока с коэффициентом трансформации 60 и через трансформаторы напряжения с коэффициентом трансформации 80, если текущее показание счётчика 1521, а предыдущее показание 1455.
 - c. предыдущее показание однофазного счетчика электрической энергии подключенного к сети 0,4 через трансформаторы тока с коэффициентом трансформации 50, если текущее показание 6545, а расход за расчётный период равен 65 650 кВт*ч.
4. Изобразить схему:
 - a. подключения шунта к вольтметру
 - b. подключение амперметра через трансформатор тока к однофазной сети
5. Требование к СИ в сфере государственного регулирования по ФЗ№102
6. Расшифровать СИ по шаблону: тип прибора, диапазон измерений, класс точности, рабочее положение, род применяемого тока, тип системы, класс изоляции.



2 Вариант.

1. Изобразить условно-графическое следующих элементов:
 - а. Вольтметр показывающий
 - б. Счетчик активной электроэнергии
 - с. Трансформатор напряжения трехфазный
 - д. Амперметр регистрирующий
2. Дать определение терминам:
 - а. Неопределенность – это ...
 - б. Шкала величины – это ...
 - с. Технические системы и устройства с измерительными функциями – это ...
3. Определить:
 - а. расход электроэнергии для однофазного счётчика электрической энергии подключенного к сети напрямую 0,4 кВ, если текущее показание счётчика 1123, а предыдущее показание 978.
 - б. расход электроэнергии для трехфазного счетчика электрической энергии подключенного к сети 10 кВ через трансформаторы тока с коэффициентом трансформации 40 и через трансформаторы напряжения с коэффициентом трансформации 30, если текущее показание счётчика 8961, а предыдущее показание 8827.
 - с. предыдущее показание однофазного счетчика электрической энергии подключенного к сети 0,4 через трансформаторы тока с коэффициентом трансформации 60, если текущее показание 1241, а расход за расчётный период равен 13 740 кВт*ч.
4. Изобразить схему:
 - а. подключения шунта к амперметру
 - б. подключение вольтметра через трансформатор напряжения к однофазной сети
5. Измерения, относящиеся в сфере государственного регулирования из приказа Минэнерго № 179.
6. Расшифровать СИ по шаблону: тип прибора, диапазон измерений, класс точности, рабочее положение, род применяемого тока, тип системы, класс изоляции.



3 Вариант.

1. Изобразить условно-графическое следующих элементов:
 - a. Ваттметр показывающий
 - b. Счетчик реактивной электроэнергии
 - c. Трансформатор тока
 - d. Варметр регистрирующий
2. Дать определение терминам:
 - a. Погрешность – это ...
 - b. Поверка – это ...
 - c. Методика измерений– это ...
3. Определить:
 - a. расход электроэнергии для однофазного счётчика электрической энергии подключенного к сети напрямую 0,4 кВ, если текущее показание счётчика 3433, а предыдущее показание 2690.
 - b. расход электроэнергии для трехфазного счетчика электрической энергии подключенного к сети 110 кВ через трансформаторы тока с коэффициентом трансформации 300 и через трансформаторы напряжения с коэффициентом трансформации 1100, если текущее показание счётчика 5,42, а предыдущее показание 5,34.
 - c. предыдущее показание трехфазного счетчика электрической энергии подключенного к сети 6 кВ через трансформаторы тока с коэффициентом трансформации 80 и через трансформаторы напряжения с коэффициентом трансформации 60, если текущее показание 2452,3, а расход за расчётный период равен $2\,819,04 \cdot 10^3$ кВт*ч.
4. Изобразить схему:
 - a. подключения шунта к вольтметру
 - b. подключение вольтметра через трансформатор напряжения к однофазной сети
5. Статья 13 ФЗ-102 «Поверка СИ»
6. Расшифровать СИ по шаблону: тип прибора, диапазон измерений, класс точности, рабочее положение, род применяемого тока, тип системы, класс изоляции.



4 Вариант.

1. Изобразить условно-графическое следующих элементов:
 - a. Варметр регистрирующий
 - b. Вольтметр показывающий
 - c. Трансформатор напряжения трехфазный
 - d. Трансформатор тока нулевой последовательности.
2. Дать определение терминам:
 - a. Сила тока – это ...
 - b. Первичная поверка – это ...
 - c. Случайная погрешность – это ...
3. Определить:
 - a. расход электроэнергии для однофазного счётчика электрической энергии подключенного к сети напрямую 0,4 кВ, если текущее показание счётчика 5674, а предыдущее показание 3456
 - b. расход электроэнергии для трехфазного счетчика электрической энергии подключенного к сети 35 кВ через трансформаторы тока с коэффициентом трансформации 50 и через трансформаторы напряжения с коэффициентом трансформации 70, если текущее показание счётчика 9,89, а предыдущее показание 8,87.
 - c. предыдущее показание трехфазного счетчика электрической энергии подключенного к сети 110 кВ через трансформаторы тока с коэффициентом трансформации 80 и через трансформаторы напряжения с коэффициентом трансформации 1100, если текущее показание 2452,3, а расход за расчётный период равен $3541,347 \cdot 10^3$ кВт*ч.
4. Изобразить схему:
 - a. подключения шунта к амперметру
 - b. подключение амперметра через трансформатор тока к однофазной сети
5. КоАП ст. 19.19
6. Расшифровать СИ по шаблону: тип прибора, диапазон измерений, класс точности, рабочее положение, род применяемого тока, тип системы, класс изоляции.



Критерии оценки практических занятий

В 3 семестре обучающийся выполняет 6 индивидуальных заданий. За решение каждого он может получить от 18 до 30 баллов. Практическое занятие оценивается минимум в 18 баллов (если не справился с заданием без помощи преподавателя), максимум в 25-30 баллов (если справился с заданием самостоятельно).

Итоговый рейтинг по практическим занятиям проставляется как среднее арифметическое полученных баллов за решение 6 индивидуальных заданий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет управления и автоматизации
Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование)

Профиль/программа: «Электроснабжение»
(наименование)

Вопросы к экзамену

По дисциплине «дисциплине «Информационно-измерительная техника»

1. Дать определение термину «Измерение»
2. Требование к СИ применяемому в сфере государственного регулирования
3. Изобразить условно-графическое изображение прибора учета активной электрической энергии
4. Дать определение термину «Измерительная задача»
5. Требования к поверке СИ согласно ФЗ№ 102 «Об обеспечении единства измерений»
6. Изобразить условно-графическое изображение амперметра показывающего
7. Дать определение термину «Поверка»
8. Требование к знаку поверки согласно Приказу МинПромТорга № 1815
9. Изобразить схему передачи данных по GSM-каналу
10. Дать определение термину «Средство измерения»
11. Назначение трансформатора тока, его конструкция и включение в сеть
12. Изобразить конфигурацию передачи данных по GSM-каналу от ПУ до ЭВМ-оператора.
13. Дать определение термину «Неопределённость измерения»
14. Перечислить достоинства и недостатки оптико-волоконной связи.
15. Изобразить схему передачи данных по GSM-каналу
16. Рассчитать расход электроэнергии если предыдущее показание ПУ – 1528, текущее 1535,84. ПУ включен в сеть через трансформатор тока 100/5, и через трансформатор напряжения 25000/100.
17. Дать определение термину «Погрешность измерения»
18. Описать принцип работы GSM – связи, перечислить основные элементы сети GSM.
19. Изобразить условно-графическое изображение ваттметра показывающего
20. Назначение трансформатора напряжения, его конструкция и включение в сеть
21. Изобразить условно-графическое изображение частотомера
22. Дать определение термину «Прямое измерение»
23. Какова ответственность за нарушения законодательства в области единст-

ва измерений

24. Изобразить условно-графическое изображение магнитоэлектрической системы средства измерения.
25. Дать определение термину «Единица величины»
26. Что такое амперметр, принцип его действия
27. Амперметр показывающий подключен к сети через трансформатор тока 300/5. Стрелка амперметра указывает на циферблате 3,5. Какова величина тока в сети?
28. Назначение трансформатора напряжения, его конструкция и включение в сеть
29. Изобразить условно-графическое изображение частотомера
30. Дать определение термину «Величина»
31. Что такое мегаомметр, принцип его действия
32. Амперметр показывающий подключен к сети через трансформатор тока 300/5. Стрелка амперметра указывает на циферблате 3,5. Какова величина тока в сети?
33. Дать определение термину «Случайная погрешность»
34. Функциональные возможности прибора учета «Меркурий 230»
35. Изобразить условно-графическое изображение магнитоэлектрической системы средства измерения.
36. Дать определение термину «Детектор» согласно РМГ-29-2013
37. Как производится шунтирование амперметра
38. Рассчитать расход электроэнергии если предыдущее показание ПУ – 3807, текущее 3907. ПУ включен в сеть через трансформатор тока 300/5, и через трансформатор напряжения 1000/100.
39. Дать определение термину «Случайная погрешность»
40. Описать архитектуру измерительных система
41. Изобразить условно-графическое изображение магнитоэлектрической системы средства измерения.
42. Дать определение термину «GSM»
43. Объяснить принцип работы системы PLC
44. Рассчитать расход электроэнергии если предыдущее показание ПУ – 367034, текущее 370941. ПУ включен в сеть напрямую
45. Дать определение термину «Интерфейс»
46. Принцип работы Wi-Fi
47. Изобразить условно-графическое изображение прибора учёта реактивной энергии
48. Дать определение термину «Эталон единицы величин»
49. В каких случаях СИ считает утверждённого типа?
50. Вольтметр показывающий подключен к сети через трансформатор напряжения 6000/100. Стрелка амперметра указывает на циферблате 88,5. Какова величина тока в сети?

Критерии оценки экзамена

В 3 семестре обучающийся выполняет 1 экзаменационный билет. За решение он может получить от 24 до 40 баллов.

Ответ на первый вопрос максимально оценивается в 10 баллов

Ответ на второй вопрос максимально оценивается в 10 баллов

Ответ на третий вопрос максимально оценивается в 20 баллов

Итоговый рейтинг по экзамену проставляется максимуму полученных баллов за решение билета.