

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 09 » \_\_\_\_\_ 04 \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки: **27.03.01 «Стандартизация и метрология»**

Профиль подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования Бакалавриат

Форма обучения: Очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контро- ля (экз./зачет)
6	4/144	18	18	18	54	Экзамен (36 час) к.р.
Итого	4/144	18	18	18	54	Экзамен (36 час) к.р.

Владимир 2015

## ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целями освоения дисциплины** «Электрические измерения» являются формирование у студентов знаний: по метрологическому обеспечению и техническому контролю; по использованию современных методов измерений, контроля, испытаний и управления качеством; по основным положениям теории и практики электрических измерений, являющихся важнейшей составляющей современных знаний при стандартизации и сертификации различных объектов контроля, а также при метрологическом обеспечении производства разнообразных видов продукции.

### 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Электрические измерения» относится к обязательным дисциплинам вариативной части **блока Б1 ОПОП** бакалавриата (индекс Б1.В.ОД.7). Эта дисциплина изучается после окончания студентами бакалавриата 5-го семестра, а именно в 6-м семестре, по соответствующему направлению подготовки, предусмотренному **Федеральным Государственным образовательным стандартом ВО**. Поэтому требованиями к «входным» знаниям студентов является освоение ими таких предшествующих и параллельно изучаемых дисциплин, как: высшая математика; информатика; физика; химия; начертательная геометрия; экология; информационное обеспечение, базы данных; информационные системы в управлении качеством; общая теория измерений; метрология; физические основы измерений и эталоны; теория вероятностей, математическая статистика; основы конструирования средств измерений; электротехника и электроника; основы теории надёжности; планирование и организация эксперимента.

Полученные знания и приобретённые навыки студентами по дисциплине «Электрические измерения» необходимы, как предшествующие, для изучения ими на следующем курсе обучения, в соответствии с учебным планом, таких дисциплин как: управление качеством; организация и технология испытаний; прикладная метрология; автоматизация измерений, контроля и испытаний; метрологическая экспертиза и нормоконтроль, а также для прохождения производственной и преддипломной практик, выполнения студентами выпускной квалификационной работы.

### 2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Электрические измерения» направлен на формирование следующих компетенций:

#### Профессиональных компетенций (ПК):

**ПК-3** – способностью выполнять работу по метрологическому обеспечению и техническому контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**1) Знать:**

- основы метрологического обеспечения и технического контроля в производственной деятельности предприятий и организаций (ПК-3);
- основные положения теории и практики электрических измерений (ПК-3);
- общие сведения об электрических измерениях и приборах для их проведения (ПК-3);
- классификацию, основы построения, основные параметры современных электро-механических и цифровых измерительных приборов и преобразователей (ПК-3);
- основные методы измерения наиболее распространенных электрических величин и параметров электрических цепей (ПК-3);
- основы эксплуатации основных средств электрических измерений (ПК-3);

**2) Уметь:**

- использовать современные методы и средства измерений, контроля, испытаний и управления качеством (ПК-3);
- применять на практике основные методы измерения наиболее распространенных электрических величин и параметров электрических цепей (ПК-3);
- проводить необходимые расчеты по обработке результатов электрических измерений (ПК-3);
- самостоятельно выбирать необходимые электрические средства измерений для контроля различных электрических величин и параметров электрических цепей (ПК-3);
- проводить необходимые операции со средствами электрических измерений при их эксплуатации по прямому назначению (ПК-3);

**3) Владеть:**

- навыками применения современных методов и средств измерений, контроля, испытаний и управления качеством (ПК-3);
- навыками применения основных методов измерения наиболее распространенных электрических величин и параметров электрических цепей (ПК-3);

- навыками проведения необходимых расчетов по обработке результатов электрических измерений (ПК-3);
- навыками самостоятельного выбора необходимых электрических средств измерений для контроля различных электрических величин и параметров электрических цепей (ПК-3);
- навыками технически грамотного проведения необходимых операции со средствами электрических измерений при их эксплуатации по прямому назначению (ПК-3).

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	<b>Тема №1.</b> Основные методы измерения и обработки результатов измерения электрических величин и параметров электрических цепей. 1.1 Введение. Общие сведения об электрических измерениях и приборах для их проведения.	6		12	12	12	-	36	-	24/67	
		6	1	2	-	-	-	2	-	2/100	
2	1.2 Расчёт абсолютных, относительных и приведенных погрешностей при электрических измерениях.	6	2	-	2	-	-	2	-	1/50	
3	1.3 Электрические измерения параметров резисторов и конденсаторов.	6	3, 4	-	-	4	-	4	-	2/50	

4	1.4 Измерение параметров электрических цепей с сосредоточенными параметрами.	6	3	2	-	-	-	2	-	2/100	
5	1.5 Расчёт аддитивных, мультипликативных и нелинейных погрешностей при электрических измерениях.	6	4	-	2	-	-	2	-	1/50	
6	1.6 Исследование параметров полупроводниковых приборов методом прямых многократных измерений.	6	5,6	-	-	4	-	4	-	2/50	
7	1.7 Электрические измерения напряжения и силы тока.	6	5	2	-	-	-	2	-	2/100	
8	1.8 Решение задач по обнаружению систематических погрешностей при электрических измерениях.	6	6		2	-	-	2	-	1/50	<u>Рейтинг – контроль №1.</u>
9	1.9 Исследование аналоговых измерительных сигналов и их источников.	6	7,8	-	-	4	-	4	-	2/50	
10	1.10 Измерение электрической мощности и других важных электрических величин.	6	7	2	-	-	-	2	-	2/100	
11	1.11 Решение задач на нахождение и исключение грубых погрешностей при электрических измерениях.	6	8		2	-	-	2	-	1/50	
12	1.12 Методы измерения параметров электрических сигналов с помощью осциллографов.	6	9	2	-	-	-	2	-	2/100	
13	1.13 Решение задач	6	10	-	2	-	-	2	-	1/50	

	по определению случайных погрешностей электрических измерений подчинённых равномерному закону распределения.										
14	1.14 Измерение частоты электрических сигналов с помощью частотомеров.	6	11	2	-	-	-	2	-	2/100	
15	1.15 Решение задач по определению случайных погрешностей электрических измерений подчинённых нормальному закону распределения.	6	12	-	2	-	-	2	-	1/50	<u>Рейтинг - контроль №2.</u>
16	<b>Тема №2.</b> Современные средства электрических измерений и основы их технического контроля. 2.1 Основы технического контроля электрических средств измерений.	6		6	6	6	+	18	-	12/67	
			13	2	-	-	-	2	-	2/100	
17	2.2 Решение задач по обработке результатов однократных и прямых равноточных электрических измерений.	6	14	-	2	-	-	2	-	1/50	
18	2.3 Поверка типовых средств электрических измерений различными методами.	6	15, 16	-	-	4	-	4	-	2/50	
19	2.4 Цифровые электрические измерительные приборы и преобразователи.	6	15	2	-	-	-	2	-	2/100	
20	2.5 Решение задач по суммированию погрешностей электрических измерений.	6	16, 18	-	4	-	-	4	-	2/50	

	ний.										
21	2.6 Измерительные генераторы.	6	17	2	-	-	-	2	-	2/100	
22	2.7 Исследование цифровых измерительных приборов.	6	18	-	-	2	-	2	-	1/50	<u>Рейтинг – контроль №3.</u>
Всего		6	18	18	18	18	+	54	-	36/67	Экзамен

#### 4. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе подготовки бакалавра по направлению **27.03.01\_«Стандартизация и метрология»** в рамках дисциплины «Электрические измерения» применяются следующие методы активизации образовательной деятельности обучающихся:

- 1. Методы ИТ** – на всех видах аудиторных занятий (лекциях, практических и лабораторных занятиях) применяются компьютеры и электронные мультимедийные проекторы, позволяющие обеспечить для обучающихся и преподавателя повышение скорости обработки и передачи информации, а также удобное преобразование и структурирование информации для трансформации её в твёрдые знания обучающихся;
- 2. Method case-study** - на всех видах аудиторных занятий (лекциях, практических и лабораторных занятиях) проводится анализ реальных проблемных ситуаций, имеющих место при решении практических измерительных задач в производственной и сфере оказания услуг, с целью повышения их качества.
- 3. Метод проблемного обучения** - на всех видах аудиторных занятий (лекциях, практических и лабораторных занятиях) создаются проблемные ситуации по ходу решаемых теоретических и практических задач электрических измерений, которые стимулируют студентов к самостоятельной «добыче» знаний, как во время проведения занятия, так и при внеаудиторной их работе, позволяющие разрешить созданную проблемную ситуацию.
- 4. Метод контекстного обучения** - на всех видах аудиторных занятий (лекциях, практических и лабораторных занятиях), а также при выполнении контрольной работы и промежуточной аттестации, проводимой в форме 3-х рейтингов и экзамена, создаются ситуации мотивации студентов к усвоению знаний путём выявления

связей между конкретным знанием ими материала изучаемой дисциплины и его потенциальным применением в будущей профессиональной деятельности.

5. **Метод обучения на основе опыта** - на всех видах аудиторных занятий (лекциях, практических и лабораторных занятиях) осуществляется активизация познавательной деятельности студентов за счёт ассоциации их собственного опыта, опыта преподавателя с материалом изучаемой дисциплины;
6. **Метод междисциплинарного обучения** - на всех видах аудиторных занятий (лекциях, практических и лабораторных занятиях), а также при выполнении контрольной работы и промежуточной аттестации, проводимой в форме 3-х рейтингов и экзамена, за счёт использования знаний приобретённых ими ранее по другим дисциплинам, на основе жизненного опыта, осуществляется группирование и концентрирование этих знаний в контексте решаемых проблем и задач в области измерений различных физических величин с помощью электрических средств измерений, с целью повышения качества производимой продукции и оказываемых услуг на различных предприятиях;
7. **Метод опережающей самостоятельной работы** - на всех видах внеаудиторной работы студентов, позволяющий им самостоятельно изучать новый материал, который задал преподаватель во время аудиторных занятий, до его изложения (освещения) преподавателем на лекциях или практических занятиях.

Кроме того, в рамках изучаемой дисциплины «Электрические измерения», предусмотрены встречи с представителями российских и международных учёных и специалистов на научных конференциях и семинарах, а также участие в мастер-классах экспертов и специалистов в области качества, метрологии и электрических измерений.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Для текущего контроля успеваемости студентов применяются, как правило, стандартные подходы (методы) контроля обучения. Стандартные методы проверки знаний для текущего контроля предусматривают: на лекции - проведение контрольного опроса 2-х, 3-х студентов в начале чтения лекций, с выставлением оценок, опрашиваемым в классный журнал и оглашения данных оценок по окончании чтения лекции, а также путем задания контрольных вопросов как во время чтения лекций и проведения практических занятий, по ранее изученному материалу дисциплины «Электрические измерения», так и на лабораторных



занятиях – проверка собранных для исследований электрических схем, контроль подготовки к проведению измерений средств измерений, контроль правильности получения результатов измерений средствами измерений, контроль правильности и достоверности полученных результатов измерений и аргументированных выводов по ним; выставление оценок за защищённые отчёты по лабораторным работам.

Кроме того, для текущего контроля, а также контроля самостоятельной работы осуществляется проведение в течение семестра трёх рейтинг-контрольных мероприятий на 6-ой, 12-ой и 18-ой неделях, которые предусматривают ответы студентов в письменной форме на вопросы билетов по изученному материалу, содержащих два вопроса (один – из материалов лекций, второй – по материалам практических занятий) за отчётный период.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Электрические измерения» проводится в форме экзамена.

## **5.1. Рейтинг-контроль**

### **Вопросы для проведения рейтинг-контроля №1**

#### **Теоретическая часть (из лекций)**

1. Понятие и особенности электро и радиоизмерений.
2. Классификация и краткая характеристика электрических измерительных приборов по принципу действия в широком смысле.
3. Классификация и краткая характеристика электрических измерительных приборов по конструктивному исполнению и по принципу действия в узком смысле.
4. Классификация электрических измерительных приборов (ЭИП) по характеру измерений и виду измеряемых величин, правила и примеры обозначений ЭИП.
5. Классификация электрических измерительных приборов (ЭИП) по диапазону частот в соответствии с традиционным их делением и рекомендациями международного консультативного комитета по радио.
6. Понятие основных параметров электрических измерительных приборов (диапазон измерений, диапазон показаний, предел измерений, область рабочих частот, цена деления шкалы, чувствительность по измеряемому параметру).
7. Понятие основных параметров электрических измерительных приборов (предельная чувствительность, разрешающая способность, быстродействие, время измерения, входное сопротивление, выходное сопротивление).

8. Понятие погрешности результата измерения, погрешности средства измерения. Классификация измерений по точности измерений на основании различной исходной информации и понятие этих измерений.
9. Классификация погрешностей измерений по способу количественного выражения погрешности, определение и математические выражения по их определению.
10. Понятие основных параметров электрических измерительных приборов (порог реагирования, вариация показаний, вариация показаний, время установления показаний, собственная потребляемая мощность).
11. Общие сведения об электрических цепях с сосредоточенными и распределёнными параметрами.
12. Основные особенности современных средств измерений активных сопротивлений, промышленные способы измерения активных сопротивлений, измерение методом амперметра – вольтметра активных сопротивлений (схемы включения, принцип и порядок действия при измерениях, основные математические зависимости, диапазоны измерений, недостатки, погрешности измерения).
13. Логометрический метод измерения активных сопротивлений с помощью магнитоэлектрического логометра (основные достоинства, устройство, схема включения, принцип действия, основные математические зависимости, погрешность измерения).
14. Логометрический метод измерения активных сопротивлений с помощью мегомметра (основные достоинства и недостатки, два варианта его устройства, схема включения, принцип действия, области применения).
15. Электронные омметры и тераомметры аналогового типа (назначение, структурная схема, основные математические зависимости, принцип действия, погрешность измерения).
16. Мостовой метод измерения активных сопротивлений (назначение, функциональная схема, основные математические зависимости, принцип проведения измерения, погрешность измерения).
17. Перечень основных промышленных способов измерения параметров конденсаторов. Измерение электрической ёмкости методом амперметра – вольтметра (область применения, схема измерения, основные математические зависимости, принцип и порядок проведения измерений).
18. Перечень основных промышленных способов измерения параметров конденсаторов. Измерение электрической ёмкости резонансным методом вольтметра (область

применения, схема измерения, основные математические зависимости, принцип и порядок проведения измерений).

19. Перечень основных промышленных способов измерения параметров конденсаторов. Измерение электрической ёмкости методом разряда конденсатора с помощью секундомера (область применения, схема измерения, основные математические зависимости, принцип и порядок проведения измерений).
20. Перечень основных промышленных способов измерения параметров конденсаторов. Измерение параметров конденсаторов с малыми потерями мостовым методом (схема включения, перечень и назначение входящих в неё элементов, условие баланса моста, вывод формул для вычисления  $R_x$ ,  $C_x$ ,  $\operatorname{tg}\delta_x$ , особенности работы мостов на различных частотах, понятие сходимости моста, погрешность измерения).
21. Перечень основных промышленных способов измерения параметров конденсаторов. Измерение параметров конденсаторов с большими потерями мостовым методом (схема включения, перечень и назначение входящих в неё элементов, условие баланса моста, вывод формул для вычисления  $R_x$ ,  $C_x$ ,  $\operatorname{tg}\delta_x$ , особенности работы мостов на различных частотах, понятие сходимости моста, погрешность измерения).

### Практическая часть

1. Напряжение прецизионного источника Э Д С . равное 15.00 В, измерено при помощи вольтметров различных классов точности. Получены следующие результаты: 15.2; 14,9; 15,07; 15,053 В. Определить абсолютную и относительную погрешности одновременно всех результатов измерений и записать результат измерения в соответствии с правилами округления.
2. Согласно техническим условиям на изготовление резисторов типа ОМЛТ разброс значений сопротивления в партии относительно номинального значения  $R_N$  не должен превышать  $\pm 5\%$ . При выборочных измерениях значений десяти сопротивлений измерительным мостом получены следующие результаты: 196,31; 199.01; 207.34; 200.57; 198.37; 198.54; 204,91; 201.08; 203.01; 195.51 Ом. Определить, попадают ли измеренные сопротивления в разрешенный допуск, если  $R_N = 200$  Ом, а также приведенную погрешность измерений при максимальном значении возможных измерений мостом равном 20 МОм.
3. При измерении напряжения получено значение 35,6362 В. Записать результат измерения, если абсолютная погрешность измерения равна: а) 0,03 В: б) 0,023 В: в) 0.001В.
4. Действительное значение напряжений источника Э Д С составляет 12.3417

- В. Записать значение результата измерений, если относительная погрешность измерения составляет: а) 2 %; б) 1%; в) 0.5%; г) 0,1%; д) 0.05%; е) 0.01%.
5. Напряжение прецизионного источника Э Д С , равное 17.50 В, измерено при помощи вольтметров различных классов точности. Получены следующие результаты: 17.4; 17,9; 17,47; 15,489 В. Определить приведённую погрешность всех результатов измерений и записать результат измерения в соответствии с правилами округления, если пределы измерений использованных вольтметров составляли соответственно: 200, 150, 100, 50, 30 (В).

## **Вопросы для проведения рейтинг-контроля №2**

### **Теоретическая часть (из лекций)**

1. Измерение электрических ёмкостей с помощью куметров (назначение куметра и причина его названия, упрощённая структурная схема, перечень и назначение входящих в неё элементов, основные математические зависимости, принцип и порядок проведения измерений, погрешность измерений).
2. Измерение индуктивностей с помощью куметров (назначение куметра и причина его названия, упрощённая структурная схема, перечень и назначение входящих в неё элементов, основные математические зависимости, принцип и порядок проведения измерений, погрешность измерений).
3. Измерение индуктивностей методом амперметра – вольтметра (схемы включения, принцип и порядок проведения измерений, основные математические зависимости).
4. Общие сведения об измерении напряжения и силы тока, особенности измерения постоянного и переменного напряжения и силы тока, диапазон измерений величин напряжений и силы тока, а также их частот.
5. Перечень типов измеряемых переменных напряжений. Понятие, основные параметры, графические пояснения и математические зависимости мгновенного и действующего значений напряжений.
6. Перечень типов измеряемых переменных напряжений. Понятие, основные параметры и математические зависимости среднего и средневывпрямленного напряжений. Понятие коэффициентов формы и амплитуды переменного напряжения.
7. Основные методики измерения постоянного и переменного напряжения, схемы подключения вольтметров для измерения напряжения.

8. Понятие добавочного сопротивления и измерительного трансформатора, особенности их применения, схемы подключения, формулы и пояснения к ним для их расчётов.
9. Основные методики измерения электродвижущей силы (ЭДС), компенсационные схемы подключения измерительных приборов для измерения источников ЭДС и принцип их работы.
10. Основные методики измерения силы тока, схемы включения измерительных приборов для измерения силы тока, понятие шунта и измерительного трансформатора тока, схемы их включения и особенности изготовления.
11. Упрощенная структурная схема цифрового вольтметра, состав и назначение входящих в неё устройств, принцип работы данной схемы.
12. Основные технические характеристики среднестатистического цифрового вольтметра постоянного тока. Упрощенная структурная схема, характеризующая принцип возникновения помех на входе цифрового вольтметра, способы уменьшения влияния помех.
13. Назначение цифрового мультиметра. Структурная схема современного цифрового вольтметра с микропроцессором, принцип её действия.
14. Общие сведения об измерении электрической мощности источников постоянного и переменного тока, формулы поясняющие особенности измерения электрической мощности однофазного переменного тока.
15. Особенности измерения электрической мощности в электрических цепях постоянного тока, формулы для вычисления этой мощности. Три способа измерения электрической мощности в электрических цепях постоянного тока с помощью вольтметров и амперметров, схемы их включения и принцип работы данных схем.
16. Электродинамические ваттметры, особенности их применения и принципа действия. Схема включения электродинамического ваттметра, назначение элементов и принцип действия данной схемы.
17. Особенности измерения электрической мощности в электрических цепях переменного тока, формулы для вычисления этой мощности. Схемы измерения мощности на переменном токе, принцип их действия.
18. Цифровые ваттметры, их основные особенности, Упрощенная структурная схема цифрового ваттметра, назначение основных устройств и принцип действия.
19. Особенности измерения количества электричества. Конструкция прибора магнитоэлектрической системы, принцип её действия и основные математические зависимости.

20. Особенности измерения диэлектрической проницаемости изоляционных материалов. Схема для измерения диэлектрической постоянной изоляционных материалов, принцип её действия и основные математические зависимости.
21. Особенности измерения напряженности электрического поля. Схемы основных элементов приборов измеряющих напряженности электрического поля, принцип их действия и основные математические зависимости.

### Практическая часть

1. При поверке измерителя иммитанса Е7-14 проводились измерения выборочных значений индуктивностей  $L_x$  прецизионного магазина индуктивностей: 10; 20;30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 110 мГн. Измеритель Е7-14, работающий в режиме измерения индуктивностей, соответственно показал следующие значения индуктивности: 9,8; 20,1; 29,6; 39,5; 49,4; 58,6; 68,7; 77,9; 86,6; 97,8; 109,2 мГн. Определить абсолютную  $\Delta$ , относительную  $\delta$  и приведенную  $\delta_{пр}$  погрешность измерения, при конечном возможном измеряемом значении индуктивности измерителем Е7-14 равном 2000 мГн.
2. При поверке измерителя иммитанса Е7-14 проводились измерения выборочных значений сопротивлений  $R_x$  прецизионного магазина сопротивлений: 106,0; 205,5; 305,0; 404,5; 504,0; 603,5; 703,0; 802,5; 902,0; 1001,5; 1101,0 Ом. Измеритель Е7-14, работающий в режиме измерения сопротивлений, соответственно показал следующие значения сопротивления : 106,5; 206,7; 307,4; 406,1; 506,2; 604,5; 707,2; 804,9; 904,6; 1003,8; 1109,1 Ом. Определить аддитивную и мультипликативную составляющие абсолютной и относительной составляющей погрешности измерений, построить их графические зависимости.
3. При поверке измерителя иммитанса Е7-14 проводились измерения выборочных значений сопротивлений  $R_x$  прецизионного магазина сопротивлений: 101,0; 201,5; 302,0; 402,5; 503,0; 603,5; 704,0; 804,5; 905,0; 1005,5; 1106,0 Ом. Измеритель Е7-14, работающий в режиме измерения сопротивлений, соответственно показал следующие значения сопротивления : 104,5; 203,5; 304,5; 406,5; 504,5; 603,5; 702,5; 806,5; 907,5; 1003,0; 1108,0 Ом. Определить суммарную абсолютную погрешность, суммарную относительную погрешность для реального и идеального средства измерения, построить их графические зависимости.
4. Абсолютная погрешность измерения значения  $x$  задается уравнением

$$\Delta = \Delta_a + \Delta_m (X - X_H) / (X_K - X_H)$$

где  $\Delta_a$  - аддитивная составляющая;  $\Delta_m$  – значение мультипликативной составляющей при  $X = X_K$ ;  $X_H$ ,  $X_K$  - начальное и конечное значение диапазона изменений измеряемой величины  $X$ . Получить выражение для вычисления относительной погрешности  $\delta$  измерения значений  $X$ .

- Используя способ последовательных разностей, определить, присутствует ли систематическая погрешность в следующем ряду наблюдений индуктивности с номиналом 21,3 мГн: - 22,4; 21,8; 21,6; 21,8; 21,3; 21,6; 21,5; 21,8; 21,7; 22,1(мГн).

### Вопросы для проведения рейтинг-контроля №3

#### Теоретическая часть (из лекций)

- Общие сведения об осциллографах, понятие электронно-лучевого осциллографа, их основные типы и особенности назначения.
- Назначение универсального осциллографа, упрощенная структурная схема универсального осциллографа, назначение её основных устройств, принцип действия данной схемы при наблюдении измерительных сигналов и измерении их параметров.
- Назначение и особенности устройства и применения двухканальных, дуолучевых и цифровых осциллографов.
- Методы измерения амплитудных значений напряжения с помощью осциллографов и особенности их практического применения.
- Методы измерения временных параметров электрических сигналов с помощью осциллографов и особенности их практического применения.
- Особенности осциллографирования импульсных сигналов, рисунки и формулы поясняющие эти особенности.
- Особенности измерения частоты электрических сигналов с помощью частотомеров.
- Особенности построения и применения цифровые электрические измерительные приборов и преобразователей.
- Особенности построения и применения измерительных генераторов непрерывного и цифрового принципов действия.

#### Практическая часть

- Абсолютная погрешность измерения значений  $x$  задается уравнением

$$\Delta = \Delta_a + \Delta_m (X - X_H) / (X_K - X_H)$$

где  $\Delta_a$  - аддитивная составляющая;  $\Delta_m$  – значение мультипликативной составляющей при  $X = X_K$ ;  $X_H$ ,  $X_K$  - начальное и конечное значение диапазона изменений

измеряемой величины  $X$ . Построить график зависимости  $\Delta(\delta)$  при  $X_H = 2$ ,  $X_K = 12$ ,  $\Delta_a = \pm 1.5$  и  $\Delta_m = -5$ .

2. Абсолютная погрешность измерения значения  $x$  задается уравнением

$$\Delta = \Delta_a + \Delta_m (X - X_H) / (X_K - X_H)$$

где  $\Delta_a$  - аддитивная составляющая;  $\Delta_m$  - значение мультипликативной составляющей при  $X = X_K$ ;  $X_H$ ,  $X_K$  - начальное и конечное значение диапазона изменений измеряемой величины  $X$ . Получить выражение для вычисления относительной погрешности  $\delta$  измерения значений  $X$  и построить зависимость  $\delta(X)$  при  $X_H = 3$ ,  $X_K = 10$ ,  $\Delta_a = \pm 0.5$ ,  $\Delta_m = -3$ .

3. Используя способ последовательных разностей, определить, присутствует ли систематическая погрешность в следующем ряду наблюдений индуктивности с номиналом 21,3 мГн: 22,4; 21,8; 21,6; 21,8; 21,3; 21,6; 21,5; 21,8; 21,7; 22,1 (мГн).
4. Было проведено 15 измерений одного резистора с номинальным значением сопротивления 24 кОм тремя различными омметрами по 5 измерений каждым омметром. Определить наличие систематической составляющей погрешности измерения сопротивления резистора методом дисперсионного анализа при следующих результатах измерений: 24,3; 24,5; 24,6; 24,2; 24,3; 23,9; 23,9; 23,8; 24,0; 24,1; 24,2; 24,3; 24,1; 24,2; 24,1 (Ом).
5. Измерения добротности катушки индуктивности дали следующие результаты: 140, 145, 148, 147, 146, 145, 149, 147, 156, 147, 138, 145, 146, 147, 131, 148, 147, 148, 146, 145 (мкГн). Проверить ряд на отсутствие промахов, используя критерий трёх сигм.
6. При измерении напряжённости электромагнитного поля радиостанции получены следующие значения: 255, 260; 240; 170, 250, 265, 253, 257, 256, 257, 254, 258, 256, 238, 185, 258 (мкВ). Определить, содержится ли грубая погрешность с помощью критерия Граббса при доверительной вероятности равной 0,99.

## 5.2. Экзамен

Экзамен, как промежуточная форма аттестации, по итогам освоения дисциплины «Электрические измерения» проводится со студентами в устной форме по билетам, в которых содержится два вопроса из перечня вопросов для подготовки студентов к экзамену.



## Вопросы для подготовки студентов к экзамену по дисциплине «Электрические измерения»

### Теоретическая часть (из лекций)

1. Понятие и особенности электро и радиоизмерений.
2. Классификация и краткая характеристика электрических измерительных приборов по принципу действия в широком смысле.
3. Классификация и краткая характеристика электрических измерительных приборов по конструктивному исполнению и по принципу действия в узком смысле.
4. Классификация электрических измерительных приборов (ЭИП) по характеру измерений и виду измеряемых величин, правила и примеры обозначений ЭИП.
5. Классификация электрических измерительных приборов (ЭИП) по диапазону частот в соответствии с традиционным их делением и рекомендациями международного консультативного комитета по радио.
6. Понятие основных параметров электрических измерительных приборов (диапазон измерений, диапазон показаний, предел измерений, область рабочих частот, цена деления шкалы, чувствительность по измеряемому параметру).
7. Понятие основных параметров электрических измерительных приборов (предельная чувствительность, разрешающая способность, быстродействие, время измерения, входное сопротивление, выходное сопротивление).
8. Понятие погрешности результата измерения, погрешности средства измерения. Классификация измерений по точности измерений на основании различной исходной информации и понятие этих измерений.
9. Классификация погрешностей измерений по способу количественного выражения погрешности, определение и математические выражения по их определению.
10. Понятие основных параметров электрических измерительных приборов (порог реагирования, вариация показаний, вариация показаний, время установления показаний, собственная потребляемая мощность).
11. Общие сведения об электрических цепях с сосредоточенными и распределёнными параметрами.
12. Основные особенности современных средств измерений активных сопротивлений, промышленные способы измерения активных сопротивлений, измерение методом амперметра – вольтметра активных сопротивлений (схемы включения, принцип и порядок действия при измерениях, основные математические зависимости, диапазоны измерений, недостатки, погрешности измерения).

13. Логометрический метод измерения активных сопротивлений с помощью магнито-электрического логометра (основные достоинства, устройство, схема включения, принцип действия, основные математические зависимости, погрешность измерения).
14. Логометрический метод измерения активных сопротивлений с помощью мегометра (основные достоинства и недостатки, два варианта его устройства, схема включения, принцип действия, области применения).
15. Электронные омметры и тераомметры аналогового типа (назначение, структурная схема, основные математические зависимости, принцип действия, погрешность измерения).
16. Мостовой метод измерения активных сопротивлений (назначение, функциональная схема, основные математические зависимости, принцип проведения измерения, погрешность измерения).
17. Перечень основных промышленных способов измерения параметров конденсаторов. Измерение электрической ёмкости методом амперметра – вольтметра (область применения, схема измерения, основные математические зависимости, принцип и порядок проведения измерений).
18. Перечень основных промышленных способов измерения параметров конденсаторов. Измерение электрической ёмкости резонансным методом вольтметра (область применения, схема измерения, основные математические зависимости, принцип и порядок проведения измерений).
19. Перечень основных промышленных способов измерения параметров конденсаторов. Измерение электрической ёмкости методом разряда конденсатора с помощью секундомера (область применения, схема измерения, основные математические зависимости, принцип и порядок проведения измерений).
20. Перечень основных промышленных способов измерения параметров конденсаторов. Измерение параметров конденсаторов с малыми потерями мостовым методом (схема включения, перечень и назначение входящих в неё элементов, условие баланса моста, вывод формул для вычисления  $R_x$ ,  $C_x$ ,  $\text{tg}\delta_x$ , особенности работы мостов на различных частотах, понятие сходимости моста, погрешность измерения).
21. Перечень основных промышленных способов измерения параметров конденсаторов. Измерение параметров конденсаторов с большими потерями мостовым методом (схема включения, перечень и назначение входящих в неё элементов, условие баланса моста, вывод формул для вычисления  $R_x$ ,  $C_x$ ,  $\text{tg}\delta_x$ , особенности работы

- мостов на различных частотах, понятие сходимости моста, погрешность измерения).
22. Измерение электрических ёмкостей с помощью куметров (назначение куметра и причина его названия, упрощённая структурная схема, перечень и назначение входящих в неё элементов, основные математические зависимости, принцип и порядок проведения измерений, погрешность измерений).
  23. Измерение индуктивностей с помощью куметров (назначение куметра и причина его названия, упрощённая структурная схема, перечень и назначение входящих в неё элементов, основные математические зависимости, принцип и порядок проведения измерений, погрешность измерений).
  24. Измерение индуктивностей методом амперметра – вольтметра (схемы включения, принцип и порядок проведения измерений, основные математические зависимости).
  25. Общие сведения об измерении напряжения и силы тока, особенности измерения постоянного и переменного напряжения и силы тока, диапазон измерений величин напряжений и силы тока, а также их частот.
  26. Перечень типов измеряемых переменных напряжений. Понятие, основные параметры, графические пояснения и математические зависимости мгновенного и действующего значений напряжений.
  27. Перечень типов измеряемых переменных напряжений. Понятие, основные параметры и математические зависимости среднего и средневывпрямленного напряжений. Понятие коэффициентов формы и амплитуды переменного напряжения.
  28. Основные методики измерения постоянного и переменного напряжения, схемы подключения вольтметров для измерения напряжения.
  29. Понятие добавочного сопротивления и измерительного трансформатора, особенности их применения, схемы подключения, формулы и пояснения к ним для их расчётов.
  30. Основные методики измерения электродвижущей силы (ЭДС), компенсационные схемы подключения измерительных приборов для измерения источников ЭДС и принцип их работы.
  31. Основные методики измерения силы тока, схемы включения измерительных приборов для измерения силы тока, понятие шунта и измерительного трансформатора тока, схемы их включения и особенности изготовления.
  32. Упрощённая структурная схема цифрового вольтметра, состав и назначение входящих в неё устройств, принцип работы данной схемы.

33. Основные технические характеристики среднестатистического цифрового вольтметра постоянного тока. Упрощенная структурная схема, характеризующая принцип возникновения помех на входе цифрового вольтметра, способы уменьшения влияния помех.
34. Назначение цифрового мультиметра. Структурная схема современного цифрового вольтметра с микропроцессором, принцип её действия.
35. Общие сведения об измерении электрической мощности источников постоянного и переменного тока, формулы поясняющие особенности измерения электрической мощности однофазного переменного тока.
36. Особенности измерения электрической мощности в электрических цепях постоянного тока, формулы для вычисления этой мощности. Три способа измерения электрической мощности в электрических цепях постоянного тока с помощью вольтметров и амперметров, схемы их включения и принцип работы данных схем.
37. Электродинамические ваттметры, особенности их применения и принципа действия. Схема включения электродинамического ваттметра, назначение элементов и принцип действия данной схемы.
38. Особенности измерения электрической мощности в электрических цепях переменного тока, формулы для вычисления этой мощности. Схемы измерения мощности на переменном токе, принцип их действия.
39. Цифровые ваттметры, их основные особенности, Упрощенная структурная схема цифрового ваттметра, назначение основных устройств и принцип действия.
40. Особенности измерения количества электричества. Конструкция прибора магнито-электрической системы, принцип её действия и основные математические зависимости.
41. Особенности измерения диэлектрической проницаемости изоляционных материалов. Схема для измерения диэлектрической постоянной изоляционных материалов, принцип её действия и основные математические зависимости.
42. Особенности измерения напряженности электрического поля. Схемы основных элементов приборов измеряющих напряженности электрического поля, принцип их действия и основные математические зависимости.
43. Общие сведения об осциллографах, понятие электронно-лучевого осциллографа, их основные типы и особенности назначения.
44. Назначение универсального осциллографа, упрощенная структурная схема универсального осциллографа, назначение её основных устройств, принцип действия данной схемы при наблюдении измерительных сигналов и измерении их параметров.

45. Назначение и особенности устройства и применения двухканальных, двулучевых и цифровых осциллографов.
46. Методы измерения амплитудных значений напряжения с помощью осциллографов и особенности их практического применения.
47. Методы измерения временных параметров электрических сигналов с помощью осциллографов и особенности их практического применения.
48. Особенности осциллографирования импульсных сигналов, рисунки и формулы поясняющие эти особенности.
49. Особенности измерения частоты электрических сигналов с помощью частотомеров.
50. Особенности построения и применения цифровые электрические измерительные приборов и преобразователей.
51. Особенности построения и применения измерительных генераторов непрерывного и цифрового принципов действия.

**Практическая часть**  
**(из практических занятий)**

1. Напряжение прецизионного источника Э Д С , равное 15,00 В, измерено при помощи вольтметров различных классов точности. Получены следующие результаты: 15,2; 14,9; 15,07; 15,053 В. Определить абсолютную и относительную погрешности одновременно всех результатов измерений и записать результат измерения в соответствии с правилами округления.
2. Согласно техническим условиям на изготовление резисторов типа ОМЛТ разброс значений сопротивления в партии относительно номинального значения  $R_n$  не должен превышать  $\pm 5\%$ . При выборочных измерениях значений десяти сопротивлений измерительным мостом получены следующие результаты: 196,31; 199,01; 207,34; 200,57; 198,37; 198,54; 204,91; 201,08; 203,01; 195,51 Ом. Определить, попадают ли измеренные сопротивления в разрешенный допуск, если  $R_n = 200$  Ом, а также приведенную погрешность измерений при максимальном значении возможных измерений мостом равном 20 МОм.
3. При измерении напряжения получено значение 35,6362 В. Записать результат измерения, если абсолютная погрешность измерения равна: а) 0,03 В; б) 0,023 В; в) 0,001В.
4. Действительное значение напряжения источника Э Д С составляет 12,3417 В. Запи-

дать значение результата измерений, если относительная погрешность измерения составляет: а) 2 %; б) 1%; в) 0,5%; г) 0,1%; д) 0,05%; е) 0,01%.

5. При поверке измерителя иммитанса E7-14 проводились измерения выборочных значений индуктивностей  $L_z$  прецизионного магазина индуктивностей: 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 110 мГн. Измеритель E7-14, работающий в режиме измерения индуктивностей, соответственно показал следующие значения индуктивности: 9,8; 20,1; 29,6; 39,5; 49,4; 58,6; 68,7; 77,9; 86,6; 97,8; 109,2 мГн. Определить абсолютную  $\Delta$ , относительную  $\delta$  и приведенную  $\delta_{пр}$  погрешность измерения, при конечном возможном измеряемом значении индуктивности измерителем E7-14 равном 2000 мГн.
6. При поверке измерителя иммитанса E7-14 проводились измерения выборочных значений сопротивлений  $R_z$  прецизионного магазина сопротивлений: 106,0; 205,5; 305,0; 404,5; 504,0; 603,5; 703,0; 802,5; 902,0; 1001,5; 1101,0 Ом. Измеритель E7-14, работающий в режиме измерения сопротивлений, соответственно показал следующие значения сопротивления : 106,5; 206,7; 307,4; 406,1; 506,2; 604,5; 707,2; 804,9; 904,6; 1003,8; 1109,1 Ом. Определить аддитивную и мультипликативную составляющие абсолютной и относительной составляющей погрешности измерений, построить их графические зависимости.
7. При поверке измерителя иммитанса E7-14 проводились измерения выборочных значений сопротивлений  $R_z$  прецизионного магазина сопротивлений: 101,0; 201,5; 302,0; 402,5; 503,0; 603,5; 704,0; 804,5; 905,0; 1005,5; 1106,0 Ом. Измеритель E7-14, работающий в режиме измерения сопротивлений, соответственно показал следующие значения сопротивления : 104,5; 203,5; 304,5; 406,5; 504,5; 603,5; 702,5; 806,5; 907,5; 1003,0; 1108,0 Ом. Определить суммарную абсолютную погрешность, суммарную относительную погрешность для реального и идеального средства измерения, построить их графические зависимости.
8. Абсолютная погрешность измерения значения  $X$  задается уравнением

$$\Delta = \Delta_a + \Delta_m (X - X_H) / (X_K - X_H)$$

где  $\Delta_a$  - аддитивная составляющая;  $\Delta_m$  - значение мультипликативной составляющей при  $X = X_K$ ;  $X_H$ ,  $X_K$  - начальное и конечное значение диапазона изменений измеряемой величины  $X$ . Получить выражение для вычисления относительной погрешности  $\delta$  измерения значений  $X$ , аналогичное двучленной формуле для наборов и магазинов мер. Построить график зависимости  $\Delta(x)$  при  $X_H = 3$ ,  $X_K = 13$ ,  $\Delta_a = \pm 2$ ,  $\Delta_m = -4$ .

9. Абсолютная погрешность измерения значения  $X$  задается уравнением

$$\Delta = \Delta_a + \Delta_m(X - X_H) / (X_K - X_H)$$

где  $\Delta_a$  - аддитивная составляющая;  $\Delta_m$  - значение мультипликативной составляющей при  $X = X_K$ ;  $X_H$ ,  $X_K$  - начальное и конечное значение диапазона изменений измеряемой величины  $X$ . Получить выражение для вычисления относительной погрешности  $\delta$  измерения значений  $X$ , аналогичное двучленной формуле для наборов и магазинов мер. Построить график зависимости  $\delta(X)$  при  $X_H = 3$ ,  $X_K = 13$ ,  $\Delta_a = \pm 2$ ,  $\Delta_m = -4$ .

10. Используя способ последовательных разностей, определить, присутствует ли систематическая погрешность в следующем ряду наблюдений индуктивности с номиналом 21,3 мГн: - 22,4; 21,8; 21,6; 21,8; 21,3; 21,6; 21,5; 21,8; 21,7; 22,1(мГн).
11. Было проведено 15 измерений одного резистора с номинальным значением сопротивления 24 кОм тремя различными омметрами по 5 измерений каждым омметром. Определить наличие систематической составляющей погрешности измерения сопротивления резистора методом дисперсионного анализа при следующих результатах измерений: 24,3; 24,5; 24,6; 24,2; 24,3; 23,9; 23,9; 23,8; 24,0; 24,1; 24,2; 24,3; 24,1; 24,2; 24,1 (Ом).
12. Измерения добротности катушки индуктивности дали следующие результаты:  
140, 145, 148, 147, 146, 145, 149, 147, 156, 147, 138, 145, 146, 147, 131, 148, 147, 148, 146, 145 (мкГн). Проверить ряд на отсутствие промахов, используя критерий трёх сигм.
13. При измерении напряжённости электромагнитного поля радиостанции получены следующие значения: 255, 260; 240; 170, 250, 265, 253, 257, 256, 257, 254, 258, 256, 238, 185, 258 (мкВ). Определить, содержится ли грубая погрешность с помощью критерия Граббса при доверительной вероятности равной 0,99.
14. Построить графики дифференциальной и интегральной функций равномерного закона распределения случайной погрешности при электрических измерениях электродвижущей силы при  $X_H = 0$ ; -4; -1; +1; 5 и «а»=1; 2; 4.
15. Техническими условиями на изготовление резисторов типа МЛТ установлено, что значения сопротивлений одного номинала  $R_H$  в партии распределены равномерно с математическим ожиданием (МОЖ)  $M_{R_H} = R_H$  и средним квадратическим отклонением (СКО) « $\sigma$ ». Сколько процентов сопротивлений не попадёт в допуск  $(R_H - \Delta R_1 ; R_H + \Delta R_2)$  в партии при сплошной проверке, если  $R_H = 10$  Ом;  $\sigma = 0,5$  Ом и  $\Delta R_1 = \Delta R_2 = 0,5$  Ом.

16. Шкала миллиамперметра имеет цену деления  $C=15$  мА/дел. Какова вероятность отсчета по этому прибору напряжения с погрешностью  $\Delta$  более 5 мА, если известно, что отсчет производится с точностью до целого деления с округлением в ближайшую сторону.
17. Цена деления шкалы омметра равна 0,2 Ом. Показания прибора округляют до ближайшего целого деления. Найти вероятность того, что при отсчете будет сделана ошибка, превышающая 0,05 Ом.

### 5.3 Самостоятельная работа студентов

При изучении дисциплины «Электрические измерения» применяются следующие виды самостоятельной работы студентов:

- 1) Самостоятельное углубленное изучение студентами материала выносимого для проведения лекций и лабораторных занятий, используя рекомендуемую литературу по данной дисциплине, а также другие современные источники получения информации, включая информационные сети ВлГУ и других организаций и предприятий (вплоть до глобальных информационных компьютерных сетей);
- 2) Самостоятельная работа студентов при подготовке к трём рейтинг-контролям по вопросам, выносимым на данный вид текущего контроля, приведенных в п.п. 6.2 данной рабочей программы.
- 3) Самостоятельная работа студентов при выполнении контрольной работы, предусмотренной учебным планом по данной дисциплине.

Контроль качества выполнения студентами первого и второго видов самостоятельной работы осуществляется преподавателем, как при текущем контроле знаний студентов во время проведения аудиторных занятий, так и при проведении трёх рейтинг-контрольных мероприятий.

Контроль качества выполнения студентами третьего вида самостоятельной работы, а именно по самостоятельной работе над контрольной работой, осуществляется преподавателем при защите студентами выполненной контрольной работы, в соответствии с полученным индивидуальным заданием на её выполнение.

Контрольная работа по дисциплине «Электрические измерения» выполняется студентами на тему: «Обработка результатов измерений выходного напряжения источника питания Б5 – 46», в соответствии с нижеприведенным заданием на её выполнение.



**Задания и исходные данные для выполнения контрольной работы по дисциплине «Электрические измерения»**

Используя ряд многократных измерений выходного напряжения (E) источника питания Б5- 46, приведенный в нижеприведенной таблице задания, умноженных на порядковый номер студента в журнале учебной группы, выполнить:

- 1.) расчёт абсолютной, относительной и приведенной погрешностей результатов измерений. При расчёте приведенной погрешности принять:  $X_N = X_{CP.ИЗМ.} \cdot 5 \cdot N_{\text{№}}$ , где  $X_{CP.ИЗМ.}$  - среднее арифметическое значение значений «E», взятых из табл.1;  $N_{\text{№}}$  - порядковый номер студента в журнале учебной группы;  $X_N$  - нормируемое значение X.
- 2.) выделение аддитивной и мультипликативной составляющих из абсолютной и относительной погрешностей результатов измерений, построить их графические зависимости;
- 3.) необходимые вычисления по определению факта наличия или отсутствия систематических погрешностей в исходном ряду измерений выходного напряжения (E) источника питания Б5- 46, используя метод последовательных разностей и метод дисперсионного анализа;
- 4.) необходимые вычисления по выявлению грубых погрешностей в исходном ряду измерений выходного напряжения (E) источника питания Б5- 46, используя критерии: Граббса, «трёх сигм», Шарлье, Шовене, Диксона.

Таблица №1

Результаты выходного напряжения (E) источника питания БП- 5А (в вольтах)

№ измерения	E <sub>i</sub>	№ измерения	E <sub>i</sub>	№ измерения	E <sub>i</sub>
1	1,2	11	1,3	21	0,9
2	1,1	12	1,4	22	1,1
3	0,8	13	1,2	23	1,2
4	1,4	14	1,5	24	1,4
5	0,9	15	1,4	25	1,5
6	1,2	16	1,6	26	1,4
7	1,3	17	1,2	27	1,7
8	1,0	18	1,1	28	1,4
9	1,2	19	1,0	29	1,5
10	1,1	20	0,7	30	1,5

Все приведенные результаты измерений проводились одним и тем же средством измерений, в одних и тех же внешних условиях, одним и тем же субъектом измерения, с одинаковой тщательностью.

При проведении всех расчётов за истинное (действительное) значение выходного напряжения ( $E$ ) принять значение равное 1.1 В, умноженному на порядковый номер студента в журнале учебной группы.

С целью повышения качества выполнения контрольной работы студентами, преподавателем вместе с заданием выдаётся электронный вариант оформления и решения по одному из тестовых вариантов подобной контрольной работы, в которой лишь вместо электрической величины измерений (выходное напряжение источника питания постоянного тока), приведен расчёт механической величины (линейный размер механической детали).

Вариант решения контрольной работы выдаётся студентам защищённым в формате PDF.

Контрольная работа должна быть оформлена на листах формата А4 и защищена студентами до начала зачётной недели 6-го семестра.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) Основная литература**

1. Ким К.К. Электрические измерения неэлектрических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ким К.К., Анисимов Г.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. — 136 с.
2. Обработка результатов измерений. Часть 2. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Е. Гордиенко [и др.].— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. — 104 с.
3. Вострокнутов Н.Н. Поверка и калибровка измерительных преобразователей электрических величин [Электронный ресурс]: конспект лекций/ Вострокнутов Н.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2012 — 49 с.

4. Крутиков В.Н. Нормативно-правовое обеспечение единства измерений. Том 1 / Крутиков В.Н., Кононогов С.А., Золотаревский Ю.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2014. — 736 с.
5. Крутиков В.Н. Нормативно-правовое обеспечение единства измерений. Том 2 / Крутиков В.Н., Кононогов С.А., Золотаревский Ю.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2015. — 504 с.

#### **б) Дополнительная литература**

1. Романова Л.А. Поверка и калибровка мер электрических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Романова Л.А., Усеинов А.Р.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2009. — 100 с.
2. Вострокнутов Н.Н. Цифровые электроизмерительные приборы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Вострокнутов Н.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2011. — 61 с.
3. Морин Е.В. Поверка средств измерений в свете ФЗ «Об обеспечении единства измерений» / Морин Е.В., Архипов А.В., Медовикова Н.Я.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2014. — 36 с.
4. Шклярова Е.И. Обработка многократных измерений при малом числе наблюдений с использованием таблиц Стьюдента: методические рекомендации/ Шклярова Е.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2015 — 15 с.

#### **в) ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ РЕСУРСЫ**

1. [www.vlsu](http://www.vlsu) → Главная → Структура университета → Структурные подразделения → Библиотека → ВЛГУ → Электронная библиотека → Электронный каталог → вход без авторизации → основной каталог → материалы → тематика → поиск →....
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. <http://knigalit.ru>
4. <http://www.mami.ru>
5. <http://ntb.donstu.ru>
6. <http://book.uraic.ru>
7. <http://window.edu.ru>
8. <http://www.akc.ru>

7. <http://window.edu.ru>
8. <http://www.akc.ru>
9. <http://elibrary.rsl.ru>
10. <http://www.prlib.ru>
11. <http://www.engineer.bmstu.ru>
12. <http://mirknig.com/>
13. <http://bookfi.org/>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудиторные занятия (лекции и лабораторные занятия) со студентами по учебной дисциплине «Электрические измерения» проводятся на основе материальной базы кафедры «Управление качеством и техническое регулирование» в специализированной для изучения данной дисциплины мультимедийной аудитории 302 б учебного корпуса №2 ВлГУ.

При проведении всех видов занятий преподавателем используется: мультимедийный проектор, ноутбук, раздвижной экран, текстовая и графическая информация (представленная в электронном виде и в виде набора слайдов), стеклянная доска для работы с мелом, стенды с графической и текстовой информацией, измерительные приборы для проведения лабораторных занятий и контрольной работы, методические указания для выполнения лабораторных работ, демонстрационные электромеханические и электронные измерительные приборы, методические указания для выполнения контрольной работы, классные столы и стулья, вопросы для подготовки рейтинговых контрольных мероприятий, билеты для проведения рейтинговых контрольных мероприятий, вопросы для подготовки к экзамену, билеты для проведения экзамена.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология».

Рабочую программу составил к.т.н., доцент В.Е. Куприянов

Рецензент

*Зам. директора ЦСМ*  
*Смирнов С.И.*

(ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Протокол № 7 от 09.04.2015 года

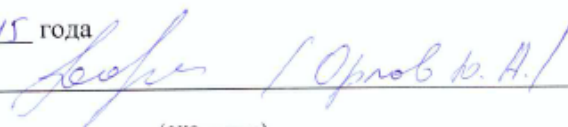
Заведующий кафедрой

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Протокол № 7 от 09.04.2015 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_

 / Орлов А. А. /

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016-2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 6.09.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  


Рабочая программа одобрена на 2017-2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 5.09.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  


Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_