



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.  
Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Филиала в г. Белорецк  
Д.Р. Хамзина  
г. Белорецк  
12.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

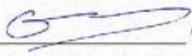
Институт/ факультет	Филиал в г. Белорецк
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	2
Семестр	4

Белорецк  
2021 год

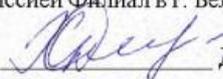
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

15.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филлиал в г. Белорецк  
12.03.2021 г. протокол № 7

Председатель  Д.Р. Хамзина

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиС, канд. техн. наук  О.А. Сарапулов

Рецензент:

Начальник ЦРЭО АО "БМК"  Д.О. Тертычный

### **Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от 15 октября 2021 г. № 2  
Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Электрические измерения» являются: обучение студентов важнейшим научным принципам электрических измерений учитывая современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности. Обучение современным средствам и методам электрических измерений, методам решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, правильно проводить эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Электрические измерения входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Метрология и средства измерений  
Теоретические основы электротехники  
Математика  
Физика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электрические измерения» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-6	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности
ОПК-6.1	Определяет способы, необходимый объем и осуществляет измерения физических величин на объектах электроэнергетики

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 54,15 академических часов;
- аудиторная – 51 академических часов;
- внеаудиторная – 3,15 академических часов
- самостоятельная работа – 18,15 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Основы электрических измерений								
1.1 1.1 Метрологические основы измерений	4	2			2	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспекта лекции	Устный опрос	ОПК-6.1
1.2 1.2 Электротехнические измерительные приборы		2	4			Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Устный опрос Тестирование, Лабораторная работа	ОПК-6.1
1.3 1.3 Электрические измерительные преобразователи		2			8	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспекта лекции	Устный опрос Лабораторные работы, Контрольная работа	ОПК-6.1
1.4 1.4 Измерение электрических величин: тока, напряжения, э.д.с.		2	12/10И			Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Устный опрос Лабораторные работы, Контрольная работа,	ОПК-6.1
Итого по разделу		8	16/10И		10			
2. Раздел 2 Измерение параметров электрических цепей								
2.1 2.1 Основные понятия. Общие сведения об элементах цепей. Измерение сопротивления постоянному току.	4	2			2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	ОПК-6.1

2.2 2.2 Измерение ёмкости, индуктивности, взаимной индуктивности. Измерение мощности. Мостовые методы измерения параметров цепей.		2	6/4И			Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Устный опрос, Лабораторные работы Проверка инд. заданий	ОПК-6.1
Итого по разделу		4	6/4И		2			
3. Раздел 3 Измерение магнитных величин								
3.1 3.1 Магнитные преобразователи: индукционные, гальваноманитные, магниторезистивные. Измерение магнитного потока в постоянном и переменном магнитном поле.	4	2	8			Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Устный опрос, Лабораторные работы	ОПК-6.1
3.2 3.2 Измерение магнитных характеристик магнитных материалов.		1			2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос Контрольная работа	ОПК-6.1
Итого по разделу		3	8		2			
4. Раздел 4 Электрические измерения неэлектрических величин								
4.1 4.1 Общие положения. Чувствительные элементы и преобразователи: реостатные, индуктивные, трансформаторные.	4	1			2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	ОПК-6.1
4.2 4.2 Тензометрические измерения и преобразователи. Устройства измерения деформаций и усилий.		1	4		2,15	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Устный опрос Лабораторные работы Контрольная работа	ОПК-6.1
Итого по разделу		2	4		4,15			
Итого за семестр		17	34/14И		18,15		экзамен	
Итого по дисциплине		17	34/14И		18,15		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электрические измерения» используются:

Традиционные образовательные технологии – информационная лекция (вводная лекция, где дается первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссии в поисках ответов на эти вопросы; лабораторные работы.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные работы с использованием проблемного обучение, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной работе для получения знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

-использование электронного демонстрационного материала по современной измерительной технике;

-использование электронных учебников по отдельным темам занятий;

-встречи с представителями проектных и обслуживающих предприятий; предполагаемые темы -встреч: «Инновации в области контрольно-измерительной техники», «Интеллектуальные мехатронные системы»;

-активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, контрольная работа, тестовый опрос, индивидуальная «защита» лабораторных работ и т.д.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Артамонов, Ю. С. Электрические измерения : учебно-методическое пособие / Ю. С. Артамонов, В. В. Гребенникова. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1000.pdf&show=dcatalogues/1/1119172/1000.pdf&view=true> (дата обращения: 14.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Муханин, Л. Г. Схемотехника измерительных устройств : учебное пособие / Л. Г. Муханин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 284 с. — ISBN 978-5-8114-0843-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

— URL: <https://e.lanbook.com/book/111201> (дата обращения: 16.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Хромоин, П. К. Электротехнические измерения : учебное пособие / П.К. Хромоин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 288 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-462-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1071959> (дата обращения: 20.09.2020).

3. Волегов, А.С. Метрология и измерительная техника: электронные средства измерений электрических величин: учебное пособие для среднего профессионального образования / А. С. Волегов, Д. С. Незнахин, Е. А. Степанова. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 103 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10717-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456821> (дата обращения: 16.09.2020).

4. Электротехника и электроника в 3 т. Том 3. Основы электроники и электрические измерения : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. В. Кузнецов, Е. А. Куликова, П. С. Культиасов, В. П. Лунин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 234 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-03756-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453882> (дата обращения: 16.09.2020).

5. Атабеков, Г. И. Основы теории цепей : учебник / Г. И. Атабеков. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 424 с. — ISBN 978-5-8114-4959-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129222> (дата обращения: 16.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Шишов, О. В. Технические средства автоматизации и управления : учебное пособие / О. В. Шишов. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 396 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010325-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1157118> (дата обращения: 20.09.2020).

#### **в) Методические указания:**

1. Артамонов, Ю.С. Измерение магнитной индукции постоянного магнитного поля с помощью измерительной катушки: метод. указания / Артамонов Ю.С. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2011. – 14 с. — Текст: непосредственный.

2. Артамонов, Ю.С. Измерение деформаций с помощью тензорезисторов: метод. указания /Ю.С. Артамонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2011. – 15 с. — Текст: непосредственный.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
MS Windows XP Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
MS Windows 7(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
MS Office 2007(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория электрических измерений: лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ; универсальные стенды; персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал): персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
4. Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций: доска, мультимедийный проектор, экран;
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи для хранения учебно-методической документации.

## Приложение 1

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине «Электрические измерения» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение и защиту лабораторных работ, решение контрольных задач.

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
Поверка амперметров, вольтметров	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Определить понятия: физическая величина, измерение, измеряемая величина.</li><li>2. Определить понятия: энергетические и параметрические величины, простые и составные; привести примеры.</li><li>3. Определить понятия: единицы физических величин, средства и методы измерений, результат измерения; привести примеры.</li><li>4. Объяснить суть метода сравнения; привести примеры методов сравнения.</li><li>5. Объяснить понятие: мера, привести примеры мер.</li><li>6. Объяснить понятие: измерительный преобразователь, виды преобразователей.</li><li>7. Объяснить понятие: измерительный прибор; классификация измерительных приборов по структурному признаку.</li><li>8. Принцип действия магнитоэлектрического измерительного механизма</li></ol>
Датчики тока и напряжения	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Каковы принципы действия и конструктивные особенности измерительного токового шунта и делителя напряжений?</li><li>2. Каковы принципы действия и конструктивные особенности трансформатора тока и трансформатора напряжения?</li><li>3. Каковы принципы действия и конструктивные особенности интегральных датчиков тока и напряжения?</li><li>4. Какие основные погрешности есть у датчиков тока и напряжения, каковы их причины и пути снижения?</li><li>5. Какими техническими характеристиками должны обладать датчики тока для снижения погрешностей измерения</li><li>6. Какими техническими характеристиками должны обладать датчики напряжения для снижения погрешностей измерения</li><li>7. Какие из рассмотренных датчиков обладают наилучшими техническими характеристиками и почему?</li></ol>
Измерение частоты с помощью электронного осциллографа	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Изложить суть основных методов измерения частоты.</li><li>2. Нарисовать схему измерения частоты осциллографическим методом линейной развёртки.</li><li>3. Изложить методику подсчёта неизвестной частоты при сравнении частот по фигурам Лиссажу.</li><li>4. Нарисовать схему для сравнения частот при круговой развёртке и методику определения неизвестной частоты.</li></ol>
Исследование моста постоянного тока	<ol style="list-style-type: none"><li>1. В чём различие между пассивным и нагруженным мостами?</li><li>2. Что называется чувствительностью моста?</li><li>3. От чего зависит чувствительность пассивного моста?</li><li>4. Как определить чувствительность нагруженного моста?</li><li>5. Пусть заданы сопротивление плеча <math>R</math> и его изменение <math>\Delta R</math>, внутреннее сопротивление и ток полного отклонения указателя <math>I</math>.</li></ol>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	Остальные плечи моста можно выбирать произвольно. Какими они должны быть, чтобы при данном значении $\Delta R$ и неизменном напряжении источника питания получить наибольшее отклонение стрелки указателя?
Измерение магнитной индукции постоянного магнитного поля с помощью измерительной катушки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарисовать эскизы первичных эталонов магнитной индукции и магнитного потока.</li> <li>2. Вывести формулу э.д.с., индуктируемой в ИК при её внесении в магнитное поле.</li> <li>3. Определить ожидаемую полярность э.д.с. ИК при её внесении в магнитное поле.</li> <li>4. Написать формулу для определения напряжённости магнитного поля с помощью ИК.</li> <li>5. Вывести формулу для определения эффективного сечения ИК.</li> <li>6. Вывести формулу для определения чувствительности ИК к изменению магнитного потока.</li> <li>7. Вывести формулу для измерения магнитного потока в синусоидальном магнитном поле.</li> <li>8. Написать формулу для определения напряжённости магнитного поля в центре катушки Гельмгольца.</li> <li>9. Сформулировать условия увеличения чувствительности к изменению индукции схемы с ИК и интегратором напряжения.</li> <li>10. Сформулировать условия увеличения чувствительности к изменению индукции схемы с ИК и интегратором тока.</li> </ol>
Датчики магнитного поля	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каков принцип работы геркона, основные преимущества и недостатки таких датчиков?</li> <li>2. Каков принцип работы датчиков Холла, основные преимущества и недостатки таких датчиков?</li> <li>3. Каков принцип работы магниторезисторов, основные преимущества и недостатки таких датчиков?</li> <li>4. Опишите общую структуру датчиков магнитного поля?</li> <li>5. Назовите диапазоны измерения магнитных полей датчиков Холла и магниторезисторов?</li> <li>6. Какова предпочтительна область применения каждого из датчиков, представленных в лабораторной работе?</li> </ol>
Измерение деформаций с помощью тензорезисторов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое тензочувствительность материала?</li> <li>2. Как зависит тензочувствительность наклеенного тензорезистора от его конструкции и материала связующего?</li> <li>3. Как, зная относительное изменение сопротивления тензорезистора, найти его относительное удлинение?</li> <li>4. Определить понятия: сила, деформация, напряжение.</li> <li>5. Определить понятия: модуль упругости и коэффициент Пуассона.</li> <li>6. Чему равны модуль упругости и коэффициент Пуассона для стали?</li> <li>7. Как, зная деформацию стержня, определить усилие, действующее на стержень?</li> <li>8. Как и чем измерить коэффициент тензочувствительности тензорезистора?</li> </ol>

### Пример варианта контрольной работы №1

1. Измерение напряжения треугольной формы ( $k_a = 1,33$ ;  $k_f = 1,25$ ) осуществляется

пиковым вольтметром. Определить средневыпрямленное и эффективное значение измеряемого напряжения, если в процессе измерения вольтметр показал 110 В.

2. Измерение напряжения в виде последовательных импульсов  $\tau=5\text{мс}$ ;  $T=100\text{мс}$  ( $k_a = k_f = 1/\sqrt{k_z}$ ) осуществляется вольтметром эффективных значений. Определить средневыпрямленное значение измеряемого напряжения и относительную погрешность измерения, если в процессе измерения вольтметр показал 250 В.

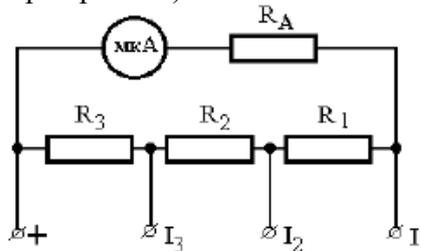
3. Вывести формулу для определения эффективного и средневыпрямленного напряжения и определить значения  $K_a$  и  $K_f$  для сигнала, заданной формы.

### Пример варианта контрольной работы №2

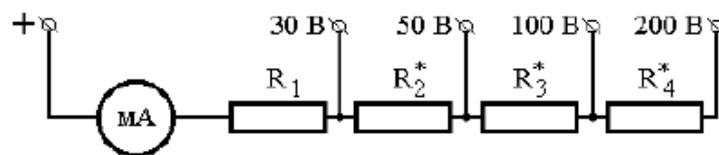
1. Рассчитать значение сопротивлений резисторов шунта для расширения пределов магнитоэлектрического миллиамперметра с током полного отклонения  $I_0$ , внутренним сопротивлением  $R_0$  до значения  $I$ . Сделать вывод формулы для определения  $R_{ш}$ .

2. Определить значение добавочного сопротивления для расширения пределов магнитоэлектрического вольтметра с пределом измерения  $U_0$  и  $R_0$  для расширения пределов измерения до  $U$ .

3. Рассчитать значения сопротивлений резисторов  $R_1, R_2, R_3$  многопредельного шунта для расширения пределов магнитоэлектрического микроамперметра с током полного отклонения  $I_0$ , внутренним сопротивлением  $R_0$ . Новые пределы измерения токов:  $I_1, I_2$  и  $I_3$  ( $I_1 < I_2 < I_3$ ). Принять равным  $200 \cdot N$  Ом ( $N$  – номер варианта).



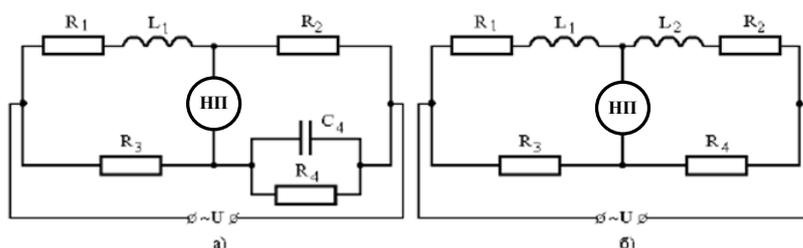
4. Определить значения сопротивлений добавочных резисторов  $R_1, R_2, R_3, R_4$  в цепи многопредельного магнитоэлектрического вольтметра, который предназначен для измерения напряжения в четырех диапазонах с верхними пределами  $U_1=30\text{В}$ ,  $U_2=50\text{В}$ ,  $U_3=100\text{В}$ ,  $U_4=200\text{В}$ , если ток полного отклонения вольтметра равен  $(10+N)$  мА, а сопротивление  $R_0=(400+10N)$  Ом.



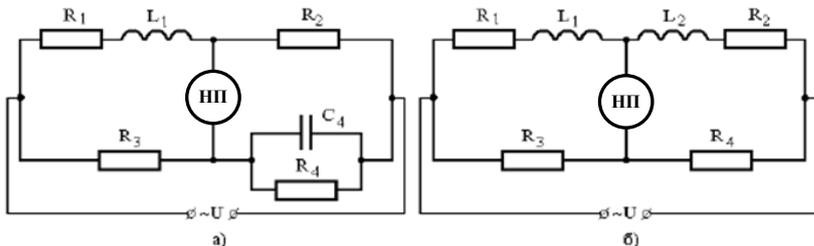
5. Определить сопротивления шунтирующего и добавочного резисторов, которые необходимо подключить к магнитоэлектрическому миллиамперметру с током полного отклонения  $I_0$ , внутренним сопротивлением  $R_0$ , чтобы измерять ток  $I$  и напряжение  $U$ .

### Пример варианта контрольной работы №3

1. Мостовые схемы, предназначенные для измерения индуктивностей катушек  $L_1$  (с активным сопротивлением  $R_1$ ), уравновешены. Записать условие равновесия и определить индуктивность катушки  $L_1$  и сопротивления резистора  $R_1$  по варианту.



2. Мостовые схемы, предназначенные для измерения емкостей  $C_1$  конденсаторов с потерями (потери учитываются сопротивлениями  $R_1$ ) уравновешены. Записать условие равновесия и определить параметры  $R_1$ ,  $C_1$  и  $\text{tg } \delta_1$ , где  $\delta_1$  – угол диэлектрических потерь конденсаторов  $C_1$ . Расчеты выполнить при условии, что конденсаторы  $C_2$ ,  $C_3$  и  $C_4$  не имеют потерь, мостовая схема питается переменным напряжением с частотой  $f=50$  Гц (а) и  $f=0,5$ кГц (б).



## Приложение 2

### Оценочные средства для проведения текущей аттестации по дисциплине:

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности		
ОПК-6.1	<p>Определяет способы, необходимый объем и осуществляет измерения физических величин на объектах электроэнергетики</p>	<p><b>Перечень тем к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить основные параметры переменного тока: частота, период, амплитуду или пиковое значение, эффективное значение, среднее и средневывпрямленное значения.</li> <li>2. Определить понятия: физическая величина, измерение, измеряемая величина.</li> <li>3. Определить понятия: энергетические и параметрические величины, простые и составные; привести примеры.</li> <li>4. Определить понятия: единицы физических величин, средства и методы измерений, результат измерения; привести примеры.</li> <li>5. Объяснить суть метода сравнения; привести примеры методов сравнения.</li> <li>6. Объяснить понятие: мера, привести примеры мер.</li> <li>7. Объяснить понятие: измерительный преобразователь, виды преобразователей.</li> <li>8. Объяснить понятие: измерительный прибор; классификация измерительных приборов по структурному признаку.</li> <li>9. Объяснить работу измерительного прибора со структурной схемой уравнивания.</li> <li>10. Объяснить работу измерительного прибора со структурной схемой смешанного преобразования.</li> <li>11. Добавочные резисторы, уравнения преобразования, конструктивное исполнение, особенности исполнения и применения при переменном токе.</li> <li>12. Делители напряжения, возможные конструкции, коэффициент преобразования, достижение его постоянства на переменном токе.</li> <li>13. Шунты, уравнение преобразования, конструктивное исполнение, подбор величины шунта, способ включения.</li> <li>14. Конденсаторные и индукторные делители напряжения, их конструкции, уравнения преобразования, погрешности.</li> <li>15. Измерительные трансформаторы напряжения, стандарты, режим работы, маркировка выводов, фазовые соотношения, способы включения.</li> <li>16. Номинальный и действительный коэффициент трансформации трансформатора напряжения, классы точности, фазовый сдвиг между первичным и вторичным напряжениями.</li> <li>17. Измерительные трансформаторы тока стандарты, режим работы, конструкция, маркировка выводов, фазовые соотношения, способы включения.</li> <li>18. Как рассчитать величину нагрузки, подключаемой к трансформатору тока на частоте <math>f</math>, используя паспортные данные трансформатора тока для частоты 50 Гц.</li> <li>19. Принцип действия и конструкция термоэлектрических преобразователей переменного тока в постоянное напряжение; уравнение преобразования, класс точности.</li> <li>20. Измерительные выпрямители среднего значения; схемы, уравнения преобразования.</li> <li>21. Измерительный выпрямитель амплитудного значения с открытым входом, схема, входное сопротивление, какое напряжение им измеряют.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><b>Примеры практических заданий:</b></p> <p>1. Магнитоэлектрический измерительный механизм: нарисовать конструкцию и объяснить принцип действия; написать основное уравнение, характеризующее зависимость угла поворота от измеряемого тока; объяснить какой ток можно измерять; вид шкалы.</p> <p>2. Определить погрешность при измерении тока амперметром с номинальным током <math>I_n = 30A</math>, класса точности 1,5, если показания амперметра <math>I=10A</math>.</p> <p>3. Электромагнитный измерительный механизм: нарисовать конструкцию и объяснить принцип действия;- написать основное уравнение, характеризующее зависимость угла поворота от измеряемого тока;- объяснить какой ток можно измерять; если измерять постоянный ток при увеличении и уменьшении силы тока, будут ли показания одинаковы (ответ объяснить).</p> <p>4. Определить показания вольтметра, если на его вход подана периодическая последовательность прямоугольных импульсов с максимальным значением <math>U_m=141V</math>, частотой следования <math>f_0=10кГц</math>, периодом следования импульсов <math>t_i=1мкс</math>. Найти эффективное значение <math>U_{эфф}</math>, используя показания вольтметра. Вольтметр имеет квадратичный преобразователь, вход закрытый, шкала проградуирована в действующих значениях синусоидального напряжения.</p> <p>Во сколько раз действующее значение <math>I</math> измеряемого синусоидального тока <math>I = I_m \sin \omega t</math> больше среднего значения (постоянной составляющей) тока <math>I_A = I_0</math>, на который реагирует выпрямительный (детекторный) миллиамперметр:</p> <p>1) с однополупериодной схемой выпрямления;</p> <p>2) с двухполупериодной схемой выпрямления?</p>

### б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Для подготовки к экзамену студент должен освоить все изучаемые темы, в том числе и отведенные для самостоятельного изучения, выполнить и защитить лабораторные работы.

Критерии оценки экзамена:

– на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.