



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

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">1. Определить понятия: физическая величина, измерение, измеряемая величина.2. Определить понятия: энергетические и параметрические величины, простые и составные; привести примеры.3. Определить понятия: единицы физических величин, средства и методы измерений, результат измерения; привести примеры.4. Объяснить суть метода сравнения; привести примеры методов сравнения.5. Объяснить понятие: мера, привести примеры мер.6. Объяснить понятие: измерительный преобразователь, виды преобразователей.7. Объяснить понятие: измерительный прибор; классификация измерительных приборов по структурному признаку.8. Принцип действия магнитоэлектрического измерительного механизма
Датчики тока и напряжения	<ol style="list-style-type: none">1. Каковы принципы действия и конструктивные особенности измерительного токового шунта и делителя напряжений?2. Каковы принципы действия и конструктивные особенности трансформатора тока и трансформатора напряжения?3. Каковы принципы действия и конструктивные особенности интегральных датчиков тока и напряжения?4. Какие основные погрешности есть у датчиков тока и напряжения, каковы их причины и пути снижения?5. Какими техническими характеристиками должны обладать датчики тока для снижения погрешностей измерения6. Какими техническими характеристиками должны обладать датчики напряжения для снижения погрешностей измерения7. Какие из рассмотренных датчиков обладают наилучшими техническими характеристиками и почему?
Измерение частоты с помощью электронного осциллографа	<ol style="list-style-type: none">1. Изложить суть основных методов измерения частоты.2. Нарисовать схему измерения частоты осциллографическим методом линейной развёртки.3. Изложить методику подсчёта неизвестной частоты при сравнении частот по фигурам Лиссажу.4. Нарисовать схему для сравнения частот при круговой развёртке и методику определения неизвестной частоты.
Исследование моста постоянного тока	<ol style="list-style-type: none">1. В чём различие между пассивным и нагруженным мостами?2. Что называется чувствительностью моста?3. От чего зависит чувствительность пассивного моста?4. Как определить чувствительность нагруженного моста?5. Пусть заданы сопротивление плеча R и его изменение ΔR, внутреннее сопротивление и ток полного отклонения указателя I.

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

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.

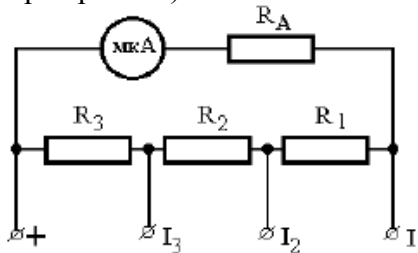
3. Вывести формулу для определения эффективного и средневыпрямленного напряжения и определить значения K_a и K_f для сигнала, заданной формы.

Пример варианта контрольной работы №2

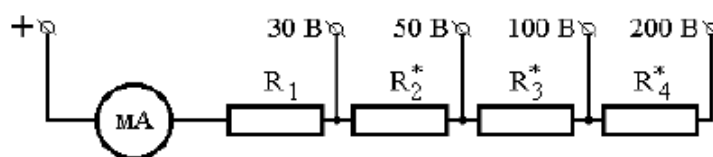
1. Рассчитать значение сопротивлений резисторов шунта для расширения пределов магнитоэлектрического миллиамперметра с током полного отклонения I_0 , внутренним сопротивлением R_0 до значения I . Сделать вывод формулы для определения $R_{ш}$.

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).



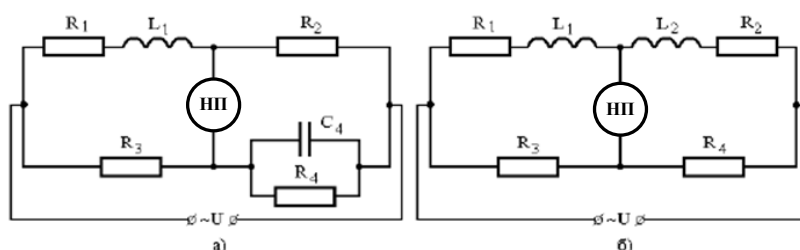
4. Определить значения сопротивлений добавочных резисторов R_1, R_2, R_3, R_4 в цепи многопредельного магнитоэлектрического вольтметра, который предназначен для измерения напряжения в четырех диапазонах с верхними пределами $U_1=30\text{В}$, $U_2=50\text{В}$, $U_3=100\text{В}$, $U_4=200\text{В}$, если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



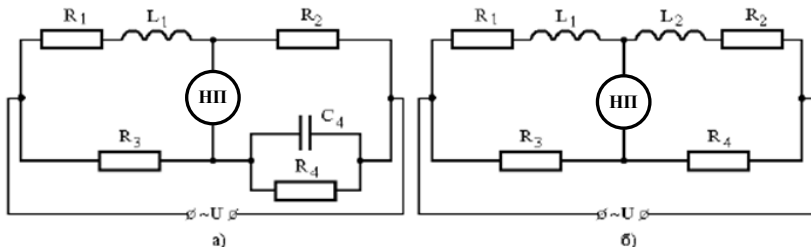
5. Определить сопротивления шунтирующего и добавочного резисторов, которые необходимо подключить к магнитоэлектрическому миллиамперметру с током полного отклонения I_0 , внутренним сопротивлением R_0 , чтобы измерять ток I и напряжение U .

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Примеры практических заданий:</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 $I_n = 30A$, класса точности 1,5, если показания амперметра $I=10A$.</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 прямо угловых импульсов с максимальным значением $U_m=141V$, частотой следования $f_0=10кГц$, периодом следования импульсов $t_i=1мкс$. Найти эффективное значение $U_{эфф}$, используя показания вольтметра. Вольтметр имеет квадратичный преобразователь, вход закрытый, шкала проградуирована в действующих значениях синусоидального напряжения.</p> <p>Во сколько раз действующее значение I измеряемого синусоидального тока $I = I_m \sin \omega t$ больше среднего значения (постоянной составляющей) тока $I_A = I_0$, 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.