

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор Белорусско-Российского  
университета

  
А.В. Машин

«22» 12 2023 г.

Регистрационный № УД-130302/Б.Р.В.1 /р

**ИЗМЕРЕНИЯ В ТЯГОВОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ**  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Направленность (профиль) Электрооборудование автомобилей и электромобили**

**Квалификация Бакалавр**

	Форма обучения
	Очная
Курс	2
Семестр	4
Лекции, часы	16
Лабораторные занятия, часы	34
Курсовая работа, семестр	4
Зачёт, семестр	4
Контактная работа по учебным занятиям, часы	50
Самостоятельная работа, часы	94
Всего часов / зачетных единиц	144 / 4

Кафедра-разработчик программы: Электропривод и автоматизация промышленных установок

Составитель: старший преподаватель Третьяков А.С.

Могилев, 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №144 от 28.02.2018, учебным планом, утвержденным Советом университета 28.04.2023, рег. 130302-2.1.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

23 мая 2023 г., протокол № 9.

Зав. кафедрой



А. С. Коваль

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета

20.12.2023 г., протокол № 3

Зам. председателя  
Научно-методического совета

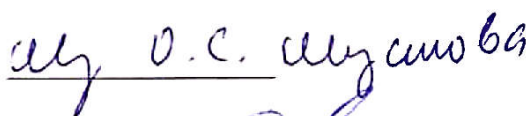


С. А. Сухоцкий

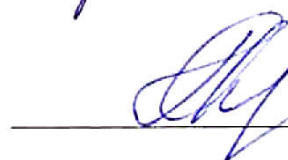
Рецензент:

А. В. Яровой, директор частного производственного унитарного предприятия «Инвестпрограмма»

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического  
отдела



О. Е. Печковская

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## 1.1 Цель учебной дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Измерения в тяговом электроприводе» является изучение студентами основных координат тягового электропривода, их видов и разновидностей, технических средств, а также способов измерения этих координат.

Достижение этой цели обеспечивается всем комплексом учебных занятий по дисциплине: лекционным курсом, лабораторным практикумом, курсовым проектированием, а также самостоятельной работой.

## 1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

Студент, изучивший дисциплину, должен **знать**:

- Основы метрологии;
- Виды и разновидности технических средств для измерения координат тягового электропривода;
- Основные способы прямого и косвенного измерения координат тягового электропривода.

Студент, изучивший дисциплину, должен **уметь**:

- Пользоваться современными техническими средствами измерений;
- Определять статические погрешности измерений и их составляющие.

Студент, изучивший дисциплину, должен **владеть**:

- Методами определения статических погрешностей;
- Основными способами прямого и косвенного измерения координат тягового электропривода

## 1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" (часть блока 1, формируемая участниками образовательных отношений, Б1В1).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- Физика;
- Математика;
- Электротехнические чертежи и схемы.

Перечень учебных дисциплин, которые будут опираться на данную дисциплину:

- Электрический привод;
- Тяговый электропривод;
- Основы инженерного проектирования в специальности.

Результаты изучения дисциплины используются в ходе прохождения ознакомительной, технологической, эксплуатационной, и преддипломной практик, выполнения расчетно-графических заданий, курсовых работ (проектов), и при подготовке выпускной квалификационной работы.

## 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-6	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности
ПК-5	Способен рассчитывать режимы работы объектов ПД, обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Вводная лекция. Основные понятия метрологии Основы измерений	Метрология и измерительная техника. Основные проблемы метрологии. Объекты и современные средства измерений (СИ). Понятие электропривода и измеряемых координат. Абсолютные и относительные погрешности измерений. Статические погрешности измерений и их составляющие: методическая, инструментальная, из-за внутренних дестабилизирующих факторов и внешних возмущений. Основная, дополнительная, эксплуатационная, субъективная составляющие погрешности измерений. Систематические и случайные составляющие погрешностей измерений. Измеряемые электрические величины. Методы прямого и косвенного измерений частоты импульсов и переменных синусоидальных напряжений. Методы измерения фазовых сдвигов переменных синусоидальных напряжений. Методы измерения постоянных напряжений. Измеряемые параметры и методы измерения переменных напряжений; термоэлектрические и выпрямительные измерительные преобразования. Методы измерения сопротивлений, ёмкостей, индуктивностей.	ОПК-6, ПК-5
2	Аналоговые измерительные приборы. Цифровые измерительные приборы.	Виды аналоговых измерительных приборов. Основные характеристики приборов. Конструкция приборов. Виды измерительных систем Виды цифровых измерительных приборов. Основные характеристики приборов. Конструкция приборов. Виды измерительных систем	ОПК-6, ПК-5
3	Аналоговые и цифровые измерительные датчики	Виды и разновидности аналоговых и цифровых измерительных датчиков. Основные характеристики приборов. Конструкция. Виды измерительных систем	ОПК-6, ПК-5

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
4	Виды и разновидности измеряемых координат тягового электропривода Основные способы и методы измерения координат электропривода. Прямое и косвенное измерение.	Понятием координат тягового электропривода. Виды и разновидности. Особенности и характеристики. Виды прямого и косвенного измерения координат электропривода. Необходимое оборудование для измерения координат.	
5	Механические координаты. Способы и методы измерения механических координат.	Виды и разновидности. Особенности и характеристики. Способы и методы прямого измерения механических координат электропривода. Необходимое оборудование для измерения координат.	ОПК-6, ПК-5
6	Электрические координаты Способы и методы измерения электрических координат.	Виды и разновидности. Особенности и характеристики. Способы и методы прямого измерения электрических координат электропривода. Необходимое оборудование для измерения координат.	ОПК-6, ПК-5
7	Энергетические координаты Способы и методы измерения энергетических координат.	Виды и разновидности. Особенности и характеристики. Способы и методы прямого измерения энергетических координат электропривода. Необходимое оборудование для измерения координат.	ОПК-6, ПК-5
8	Косвенное измерение координат электропривода.	Основные способы косвенного измерения координат электропривода. Основы теории наблюдателей. Учет переменны параметров схемы замещения.	ОПК-6, ПК-5

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
<b>Модуль 1</b>							
1	Тема 1. Вводная лекция.	2	ЛР № 1. Измерение параметров RLC-элементов	2	1	ЗЛР	4
2			ЛР № 2 Обработка результатов эксперимента	2	1	ЗЛР	4
3	Тема 2. Аналоговые измерительные приборы. Цифровые измерительные приборы.	2	ЛР №2	2	1	ЗЛР	4
4			ЛР №3 Изучение аналоговых приборов	2	1	ЗЛР	4
5	Тема 3. Аналоговые и цифровые измерительные датчики	2	ЛР№3	2	1	ЗЛР	4
6			ЛР №4 Изучение цифровых прибо-	2	1	ЗЛР	4

			ров				
7	Тема 4. Аналоговые и цифровые измерительные датчики	2	ЛР №4	2	0,5	ЗЛР	4
8			ЛР №5 Работа с осциллографом	2	0,5	ЗЛР ПКУ	2 30
<b>Модуль 2</b>							
9	Тема 5. Основные способы и методы измерения координат электропривода. Прямое и косвенное измерение.	2	ЛР №6 Измерение механических координат	2	0,5	ЗЛР	4
10			ЛР №6	2	0,5	ЗЛР	4
11	Тема 6. Способы и методы измерения механических координат.	2	ЛР №7 Измерение электрических координат	2	0,5	ЗЛР	4
12			ЛР №7	2	0,5	ЗЛР	4
13	Тема 7. Способы и методы измерения электрических координат.	2	ЛР №8 Измерение энергетических координат	2	1	ЗЛР	4
14			ЛР №8	2	1	ЗЛР	4
15	Тема 8. Способы и методы измерения энергетических координат.	2	ЛР №9 Разработка и исследование наблюдателей состояния	2	1	ЗЛР	2
16			ЛР №9	2	1	ЗЛР	2
17			ЛР №9	2	1	ЗЛР ПКУ ПА (зачет)	2 30 40
1-17	Выполнение курсовой работы				36	ЗКР	
	Итого	16		34	50		100

Принятые обозначения:

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – текущая аттестация;

ЗКР – защита курсовой работы.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	0-50

### 2.3 Требования к курсовой работе

Целью курсового проектирования является закрепление на практике знаний, полученных при изучении дисциплины.

Студенты выполняют курсовую работу на тему: "Измерение координат электропривода". Каждому студенту выдается индивидуальное задание на курсовую работу. В результате курсового проектирования студент должен разработать решения для измерения (прямого и косвенного) требуемой координаты.

Курсовая работа включает следующие этапы работы:

- 1 Анализ вариантов реализации задания на курсовое проектирование;
- 2 Разработка технического решения для прямого измерения требуемой координаты;
- 3 Разработка технического решения для косвенного измерения требуемой координаты;
- 4 Обработка результатов измерения.

Курсовая работа включает пояснительную записку объемом 25-30 страниц формата А4 и графическую часть в количестве 2 листов формата А1. Рекомендуется пояснительную записку и графическую часть работы выполнять автоматизированным способом, используя изученные программные продукты.

Перечень этапов выполнения курсовой работы и количества баллов за каждый из них представлен в таблице.

№	Этап выполнения	Минимум	Максимум
1	Анализ вариантов реализации задания на курсовое проектирование	4	10
2	Разработка технического решения для прямого измерения требуемой координаты	6	10
3	Разработка технического решения для косвенного измерения требуемой координаты	8	10
4	Обработка результатов измерения	8	10
5	Оформление чертежей	4	8
6	Оформление пояснительной записки	6	12
	<b>Итого за выполнение курсовой работы</b>	<b>36</b>	<b>60</b>
	<b>Защита курсовой работы</b>	<b>15</b>	<b>40</b>

Итоговая оценка курсовой работы представляет собой сумму баллов за его выполнение и защиту и выставляется в соответствии со шкалой:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50



### 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	Тема 1...4		8
2	Мультимедиа	Тема 5...9		8
3	С использованием ПЭВМ		№1 ... №9	34
	<b>ИТОГО</b>	16	34	50

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Перечень вопросов к зачету	1
2	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ	1
3	Перечень тем курсовых работ	1
4	Задания для диагностической работы, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине	1

### 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

#### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<b>Компетенция ОПК-6</b>			
<b>Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности</b>			
<b>Индикатор ИОПК-6.1</b>			
<b>Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин</b>			
1	Пороговый уровень	Обладает минимумом навыков по планированию, подготовке и выполнению типовых экспериментальных исследований по заданной методике	Знание и понимание основ проведения эксперимента по заданной методике
2	Продвинутый уровень	Обладает достаточным набором навыков и умений по планированию, подготовке и выполнению типовых экспериментальных исследований по заданной методике	Планирование и проведение эксперимента по заданной методике с помощью преподавателя
3	Высокий уровень	Обладает глубокими знаниями по планированию, подготовке и выполнению типовых экспериментальных исследований по заданной методике	Полностью самостоятельный анализ, планирование и проведение эксперимента по заданной методике
<b>Индикатор ИОПК-6.2</b>			
<b>Анализирует результаты измерений электрических и неэлектрических величин, оценивает</b>			

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>погрешность измерений</i>			
1	Пороговый уровень	Обладает минимумом навыков по планированию, подготовке и выполнению типовых экспериментальных исследований по заданной методике с использованием аналоговых приборов	Знание и понимание основ проведения эксперимента по заданной методике с использованием аналоговых приборов
2	Продвинутый уровень	Обладает достаточным набором навыков и умений по планированию, подготовке и выполнению типовых экспериментальных исследований по заданной методике с использованием цифровых приборов	Планирование и проведение эксперимента по заданной методике с использованием цифровых приборов
3	Высокий уровень	Обладает глубокими знаниями по планированию, подготовке и выполнению типовых экспериментальных исследований по заданной методике с использованием программно-аппаратного комплекса	Полностью самостоятельный анализ, планирование и проведение эксперимента по заданной методике с использованием программно-аппаратного комплекса
<b>Компетенция ПК-5</b>			
<b>Способен рассчитывать режимы работы объектов ПД, обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике</b>			
<i>Индикатор ИПК-5.1</i>			
<i>Рассчитывает режимы работы объектов ПД</i>			
1	Пороговый уровень	Обладает минимумом навыков по работе с аналоговыми измерительными приборами	Знание и понимание основ работы с аналоговыми измерительными приборами
2	Продвинутый уровень	Обладает минимумом навыков по работе с цифровыми измерительными приборами	Знание и понимание основ работы с цифровыми измерительными приборами
3	Высокий уровень	Может использовать программно-аппаратный комплекс для проведения исследования	Использование программно-аппаратного комплекса для проведения исследования
<i>Индикатор ИПК-5.2</i>			
<i>Обеспечивает требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике</i>			
1	Пороговый уровень	Обладает минимумом навыков по измерению и контролю основных параметров технологических процессов с помощью аналоговых измерительных приборов	Знание и понимание основ измерения и контроля основных параметров технологических процессов с помощью аналоговых измерительных приборов
2	Продвинутый уровень	Обладает минимумом навыков по измерению и контролю основных параметров технологических процессов с помощью цифровых измерительных приборов	Знание и понимание основ измерения и контроля основных параметров технологических процессов с помощью цифровых измерительных приборов
3	Высокий уровень	Может использовать программно-аппаратный комплекс для измерений и контроля основных параметров технологических процессов	Использование программно-аппаратного комплекса для измерений и контроля основных параметров технологических процессов

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция ОПК-6</i> <i>Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности</i>	
<i>Индикатор ИОПК-6.1</i> <i>Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин</i>	
Знание и понимание основ проведения эксперимента по заданной методике	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
Планирование и проведение эксперимента по заданной методике с помощью преподавателя	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
Полностью самостоятельный анализ, планирование и проведение эксперимента по заданной методике	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
<i>Индикатор ИОПК-6.2</i> <i>Анализирует результаты измерений электрических и неэлектрических величин, оценивает погрешность измерений</i>	
Знание и понимание основ проведения эксперимента по заданной методике с использованием аналоговых приборов	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
Планирование и проведение эксперимента по заданной методике с использованием цифровых приборов	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
Полностью самостоятельный анализ, планирование и проведение эксперимента по заданной методике с использованием программно-аппаратного комплекса	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
<i>Компетенция ПК-5</i> <i>Способен рассчитывать режимы работы объектов ПД, обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике</i>	
<i>Индикатор ИПК-5.1</i> <i>Рассчитывает режимы работы объектов ПД</i>	
Индикатор ИПК-5.1 Рассчитывает режимы работы объектов ПД	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
Индикатор ИПК-5.2 Обеспечивает требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
<i>Индикатор ИПК-5.2</i> <i>Обеспечивает требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике</i>	
Знание и понимание основ измерения и контроля основных параметров технологических процессов с помощью аналоговых измерительных приборов	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
Знание и понимание основ измерения и контроля основных параметров технологических процессов с помощью цифровых измерительных приборов	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
Использование программно-аппаратного комплекса для измерений и контроля основных параметров технологических процессов	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ

### 5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Минимальный балл за выполненную лабораторную работу выставляется в случае: отчет оформлен в соответствии с методическими указаниями, индивидуальное задание выполнено в полном объеме.

Максимальный балл за выполненную лабораторную работу выставляется в случае представления отчета по лабораторной работе в полном варианте: отчет оформлен в соответствии с рекомендациями ГОСТ 2.105-95, выполнено задание на защиту и даны исчерпывающие ответы на заданные вопросы по теме лабораторной работы

При оценивании лабораторных работ учитывается правильность оформления отчёта, защита работы и уровень знаний студента по тематике работы. Если лабораторная работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются, и она попадает в разряд задолженностей.

Лабораторные работы оцениваются в соответствии с таблицей:

Номера лабораторных работ	Критерий оценки	Баллы
№1-4, 6-8	Отчет оформлен в соответствии методическими рекомендациями, защищен вовремя, задание выполнено в полном объеме и без ошибок. Студент демонстрирует высокую степень владения материалом по теме лабораторной работы.	4
	Отчет оформлен в соответствии методическими указаниями, защищен вовремя, задание выполнено в полном объеме, но с незначительными ошибками или задание выполнено правильно и в полном объеме, но отчёт защищён со значительным отставанием от графика учебного процесса. Достаточно полные и систематизированные знания по тематике выполняемой работы, грамотное использование научной терминологии.	3
	Отчет оформлен в соответствии методическими указаниями, но защищен со значительным отставанием от графика учебного процесса, задание выполнено с незначительными ошибками. Студент допускает неточности, даёт недостаточно правильные формулировки, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала. На поставленные вопросы по материалу лабораторной работы даёт неполные ответы.	2
	Отчет оформлен в соответствии методическими указаниями, но защищен со значительным отставанием от графика учебного процесса, задание выполнено с незначительными ошибками. Студент знает менее 50% проверяемого материала, допускает значительные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи.	1
№5, 9	Отчет оформлен в соответствии методическими рекомендациями, защищен вовремя, задание выполнено в полном объеме и без ошибок. Студент демонстрирует высокую степень владения материалом по теме лабораторной работы.	2
	Отчет оформлен в соответствии методическими указаниями, но защищен со значительным отставанием от графика учебного процесса, задание выполнено с незначительными ошибками. Студент знает менее 50% проверяемого материала, допускает значительные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи.	1

### 5.4 Критерии оценки курсовой работы

К защите допускаются студенты, курсовые работы которых подписаны руководителем работы «к защите».

Защита курсовой работы производится в присутствии комиссии, состоящей из двух человек. На изложение основных итогов по теме курсовой работы отводится 5 минут. Далее отводится 10 минут на уточнение отдельных вопросов со стороны комиссии.

При оценке курсовой работы комиссия принимает во внимание:

- обоснованность принятых в проекте технических решений;
- глубину проработки основных вопросов;

- качество оформления пояснительной записки и графической части работы;
- умение кратко и технически грамотно доложить суть работы и методику оригинальных решений в отведенное для доклада время;

– правильность и полноту ответов на вопросы, заданные членами комиссии.

Ответ при защите курсовой работы оценивается по сорокабалльной шкале в соответствии с таблицей:

Баллы	Описание
30-40	Дан абсолютно точный исчерпывающий ответ на вопрос при защите курсовой работы. Материал излагается последовательно и логично.
19-29	Дан точный и полный ответ на поставленный вопрос при защите курсовой работы. Студент демонстрирует глубокое понимание материала, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы.
13-18	Дан правильный и достаточно полный ответ на вопрос при защите курсовой работы. При ответе допущены отдельные несущественные ошибки.
9-12	Дан неполный ответ на вопрос при защите курсовой работы. Студент демонстрирует понимание курсовой работы, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.
5-8	Дан краткий ответ на вопрос при защите курсовой работы. Студент допускает неточности и ошибки.
2-4	Дан ответ на вопрос, демонстрирующий отрывочное представление о курсовой работе. Незнание, неумение оперировать научно-технической терминологией.
1	Дан ответ на вопрос, демонстрирующий незнание курсовой работы. Нет ответа или отказ от ответа.

### 5.5 Критерии оценки зачета

К зачету допускаются студенты, отработавшие и защитившие лабораторные работы.

В билет включено два вопроса (теоретический и практический), соответствующие содержанию формируемых компетенций. Зачет проводится в устной форме и с применением персонального компьютера при решении практического задания. На ответ и решение задачи студенту отводится 45 минут. За ответ студент может получить максимально 40 баллов согласно таблице:

Баллы	Описание
39-40	Дан абсолютно точный исчерпывающий ответ на вопрос с использованием научно-технической информации, являющейся дополнением к изучаемому программному материалу. Материал излагается последовательно и логично.
27-38	Дан точный и полный ответ на поставленный вопрос согласно требованиям рабочей программы курса. Студент демонстрирует глубокое понимание материала, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы.
13-26	Дан правильный и достаточно полный ответ на вопрос. При ответе допущены отдельные несущественные ошибки.
9-12	Дан неполный ответ на вопрос. Студент демонстрирует понимание учебного материала, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.
5-8	Дан краткий ответ на вопрос. Студент допускает неточности и ошибки, нарушает последовательность в изложении программного материала, материал не систематизирован.
2-4	Дан ответ на вопрос, демонстрирующий отрывочное представление о программном материале. Незнание, неумение оперировать научно-технической терминологией.
1	Дан ответ на вопрос, демонстрирующий незнание программного материала. Нет ответа или отказ от ответа.

## **6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- Выполнение тестовых заданий;
- Изучение нормативных документов;
- Конспектирование;
- Обзор литературы;
- Ответы на контрольные вопросы;
- Подготовка к зачету;
- Работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- Работа со справочной литературой.

### **Контроль самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы является мотивирующим фактором образовательной деятельности студента.

Контроль выполнения самостоятельной работы, отчет по самостоятельной работе должны быть индивидуальными.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента могут являться:

- Уровень освоения студентом учебного материала;
- Умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических, творческих заданий;
- Обоснованность и четкость изложения ответа;
- Оформление письменных работ в соответствии с предъявляемыми в университете требованиями;
- Сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении А и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Кол. экз. / URL
1	Метрология: учебник / О.Б. Бавькин, О.Ф. Вячеславова, Д.Д. Грибанов [и др.] ; под общ. ред. С.А. Зайцева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2021. — 522 с.	Рекомендовано Учебно-методическим советом ВО в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки (квалификация (степень) «бакалавр»)	Электронный ресурс <a href="https://znanium.com/catalog/product/1541964">https://znanium.com/catalog/product/1541964</a>
2	Молдабаева, М.Н. Контрольно-измерительные приборы и основы автоматики: учеб. пособие / М. Н. Молдабаева. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 332 с.	–	Электронный ресурс <a href="https://znanium.com/catalog/product/1048719">https://znanium.com/catalog/product/1048719</a>
3	Богомолова, С. А. Метрология и измерительная техника : технические требования к средствам измерений : учебник / С. А. Богомолова, И. В. Муравьева. - Москва : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. - 172 с.	Допущено Федеральным Учебно-методическим объединением по укрупненной группе специальностей и направлений 22.00.00 «Технологии материалов» в качестве учебного пособия при подготовке бакалавров и магистров, обучающихся по направлениям 22.03.02. и 22.04.02 «Металлургия»	Электронный ресурс <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=374345#bib">https://znanium.com/catalog/document?id=374345#bib</a>

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Астайкин, А. И. Метрология и радиоизмерения: Учебное пособие / Астайкин А.И., Помазков А.П., Щербак Ю.П. – Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2010. – 405 с.	–	Электронный ресурс <a href="https://znanium.com/catalog/product/413191">https://znanium.com/catalog/product/413191</a>

### 7.3 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

#### 7.3.1 Методические рекомендации

7.3.1.1 Третьяков А. С. Измерения в тяговом электроприводе. Методические рекомендации по лабораторным работам для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника дневной формы обучения – Могилев: БРУ, 2023. – 48 с (электронный вариант).

7.3.1.2 Третьяков А. С. Измерения в тяговом электроприводе. Методические рекомендации к курсовому проектированию для студентов направления подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника дневной формы обучения – Могилев: БРУ, 2023. – 48 с (электронный вариант).

### **7.3.2 Информационные технологии**

Тема 1. Вводная лекция.

Тема 2. Аналоговые измерительные приборы. Цифровые измерительные приборы.

Тема 3. Аналоговые и цифровые измерительные датчики

Тема 4. Основные способы и методы измерения координат электропривода. Прямое и косвенное измерение.

Тема 5. Способы и методы измерения механических координат.

Тема 6. Способы и методы измерения электрических координат.

Тема 7. Способы и методы измерения энергетических координат.

Тема 8. Косвенное измерение координат электропривода.

### **7.3.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе**

Лицензионное программное обеспечение:

1 MS Word 2010

2 MS Excel 2010

3 PTC Mathcad 14

4 Matlab

Свободное программное обеспечение:

- LibreOffice;

- Maxima;

- OpenModelica;

- Scilab.

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории № 204/к2 «Теория электропривода», рег. номер ПУЛ-4.205-204/2-22.



## Приложение А

### Список вопросов по курсу «Измерения в тяговом электроприводе»

1. Метрология и измерительная техника. Основные проблемы метрологии. Объекты и современные средства измерений (СИ).
2. Основные термины, используемые в метрологии.
3. Понятие электропривода и измеряемых координат.
4. Классификация измерений.
5. Прямые, косвенные, совокупные, совместные измерения.
6. Единицы измерения физических величин. Система СИ.
7. Основные характеристики измерений.
8. Погрешности измерений и их классификация.
9. Качество измерительных приборов.
10. Аналоговые измерительные приборы. Общая характеристика.
11. Приборы магнитоэлектрической системы.
12. Приборы электродинамической системы
13. Приборы ферродинамической системы
14. Приборы электромагнитной системы
15. Приборы электростатической системы
16. Приборы индукционной системы
17. Средства расширения пределов измерений
18. Шунты.
19. Добавочные сопротивления
20. Измерительные трансформаторы тока.
21. Измерительные трансформаторы напряжения.
22. Мостовые схемы измерения параметров электрических цепей.
23. Мосты переменного тока.
24. Измерение емкости конденсатора.
25. Измерение индуктивности катушки.
26. Метрологические характеристики мостов.
27. Аналого-цифровые преобразователи.
28. Метрологические характеристики аналого-цифровых и цифроаналоговых измерительных преобразователей.
29. Цифровые измерительные приборы.
30. Помехи и борьба с ними.
31. Средства и методы измерения температуры.
32. Пирометры.
33. Измерение деформаций.
34. Тензорезистивные датчики.
35. Пьезоэлектрические датчики.
36. Потенциометрические датчики.
37. Емкостные датчики.
38. Индуктивные датчики.
39. Гальваномагнитные датчики.
40. Датчики скорости вращения.
41. Метрологические характеристики датчиков.