

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета

Ю.В. Машин

«22» 12 2023 г.

Регистрационный № УД-130302/Б.1.В.11.2/Р

ОСНОВЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Направленность (профиль) «Электрооборудование автомобилей и электромобили»

Квалификация

Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	6
Лекции, часы	34
Лабораторные занятия, часы	50
Контактная работа по учебным занятиям, часы	84
Экзамен, семестр	6
Самостоятельная работа, часы	96
Всего часов / зачетных единиц	180/5

Кафедра-разработчик программы: «Электропривод и АПУ»

Составитель: ст. преподаватель О. А. Капитонов

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»

2 октября 2023, протокол № 2.

Зав. кафедрой


_____ А. С. Коваль

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

23.12.2023 г., протокол № 3.

Зам. председателя
Научно-методического совета


_____ С.А. Сухоцкий

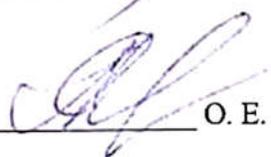
Рецензент:

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

Ведущий библиотекарь


_____ Е.Н. Кессельова

Начальник учебно-методического
отдела


_____ О. Е. Печковская

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Обучение студентов основам метрологии, методам измерений; знакомство с устройством, метрологическими характеристиками наиболее широко применяемых измерительных приборов.

Курс является необходимым для профиля подготовки: «Электрооборудование автомобилей и тракторов», в научной и практической деятельности бакалавра.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основные проблемы метрологии;
- объекты и современные средства измерений (СИ)- классификацию, принципы и методы измерений;
- эталоны основных физических величин: времени, длины и массы;
- государственную систему приборов (ГСП);
- погрешности измерений;
- статическую точность СИ;
- электрические измерения.

уметь:

- пользоваться современными средствами измерений;
- определять статические погрешности измерений и их составляющие.

владеть:

- методами определения статических погрешностей;
- методами измерения электрических величин;

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина «Основы измерительной техники» входит в часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений, элективные дисциплины.

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

- математика;
- физика;
- информатика.

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на лабораторных занятиях будут применены при прохождении преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ПК-5	Способен рассчитывать режимы работы объектов ПД, обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике
ПК-6	Способен осуществлять сбор и анализ данных для проектирования объектов ПД

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.	Метрология и измерительная техника. Основные проблемы метрологии. Объекты и современные средства измерений (СИ).	ПК-5 ПК-6
2	Основные понятия метрологии	Основное уравнение измерения с помощью одной меры. Абсолютные и относительные погрешности измерений. Уравнение измерения с помощью набора мер. Предъявляемые к мерам требования. Измерительные преобразователи; функции преобразования. Измеряемые сигналы (Ис), помехи, шумы. Информативный параметр Ис. Операции дискретизации, квантования и кодирования. Классификация, принципы и методы измерений. Измерительные шкалы и способы их формирования в автоматических измерениях. Разновидности СИ: мера, измерительный преобразователь, АЦП и ЦАП; измерительные прибор, устройство и система. Стандартные образцы и вещества. Эталоны основных физических величин: времени, длины и массы. Государственная система приборов (ГСП). Международные и государственные службы обеспечения единства измерений. Поверка, калибровка, поверочные схемы и методы.	ПК-5 ПК-6
3	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. Экспериментальные и теоретические вероятностные характеристики серии результатов измерений. Вероятности, законы распределения, математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение результатов измерений и их свойства. Теоретические вероятностные характеристики случайных Ис. Законы распределения Ис, помех и шумов: равномерный, нормальный и другие. Динамические составляющие погрешностей измерений и причины их вызывающие.	ПК-5 ПК-6
4	Статическая точность СИ	Статические характеристики СИ: функция преобразования, чувствительность. Характеристики преобразования: идеальная, номинальная, расчётная, действительные. Приведенные ко входу и выходу погрешности СИ; правила трансформации погрешностей. Экспериментальное определение вероятностных характеристик Ис и погрешностей СИ. Систематические составляющие погрешности СИ: аддитивная, мультипликативная, нелинейная. Порог чувствительности и рабочий диапазон СИ. Методы снижения систематических составляющих погрешностей СИ: дифференциальный; регулировкой, градуировкой функции преобразования; коррекцией результатов измерений. Случайные составляющие погрешностей СИ и методы их снижения. Аналитический расчёт эксплуатационной статической погрешности СИ.	ПК-5 ПК-6

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
5	Электрические измерения	Измеряемые электрические величины. Электромеханические измерительные приборы. Методы прямого и косвенного измерений частоты импульсов и переменных синусоидальных напряжений. Методы измерения временных интервалов: электронного нониуса, растяжения временного интервала. Методы измерения фазовых сдвигов переменных синусоидальных напряжений. Частотомеры и фазометры. Методы измерения постоянных напряжений. Преобразование постоянного напряжения в частоту импульсов; развёртывающее временное преобразование и двухтактное интегрирование. Измеряемые параметры и методы измерения переменных напряжений; термоэлектрические и выпрямительные измерительные преобразования. Вольтметры постоянного и переменного тока. Методы измерения сопротивлений, ёмкостей, индуктивностей. Осциллографы; виды развёрток, способы синхронизации и калибровки. Измерительно-вычислительные комплексы и системы.	ПК-5 ПК-6
6	Динамическая точность СИ.	Разновидности Ис. Частотный спектр периодических и преобразование Лапласа неперiodических квазидетерминированных сигналов. Частотная передаточная, передаточная, переходная и весовая функции СИ. Методы расчёта динамических погрешностей СИ квазидетерминированных Ис и измерительных каналов. Нормированная автокорреляционная функция, максимальный интервал корреляции непрерывных случайных Ис. Тепловой и дробовой шум. Расчёт динамических составляющих погрешностей СИ непрерывных случайных Ис. Динамические погрешности выборочных измерений и измерений с восстановлением формы Ис ступенчатой и линейной интерполяциями. Динамические погрешности измерительных устройств	ПК-5 ПК-6
7	Нормируемые метрологические характеристики СИ.	Состав нормируемых метрологических характеристик СИ. Способы нормирования основной и дополнительной составляющих погрешности СИ. Нормирование параметров входных цепей электроизмерительных приборов. Классы точности. Методы поверки и калибровки СИ.	ПК-5 ПК-6

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1							
1	Тема 1. Вводная лекция.	2	Л.Р. № 1 Аналоговые вольтметры	2	4		
2	Тема 2. Основные понятия метрологии	2	Л.Р. № 1	4	4	ЗЛР	7
3	Тема 2. Основные понятия метрологии	2	Л.Р. № 2 Цифровые вольтметры	2	4		
4	Тема 3 Погрешности измерений	2	Л.Р. № 2	4	4	ЗЛР	8

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
5	Тема 3. Погрешности измерений	2	Л.Р. № 3 Аналоговые амперметры	2	4		
6	Тема 4. Статическая точность СИ	2	Л.Р. № 3	4	4	ЗЛР	7
7	Тема 4. Статическая точность СИ	2	Л.Р. № 4 Цифровые амперметры	2	4		
8	Тема 4. Статическая точность СИ	2	Л.Р. № 4	4	4	ЗЛР ПКУ	8 30
Модуль 2							
9	Тема 5 Электрические измерения	2	Л.Р. № 5 Двухлучевой осциллограф	2	4		
10	Тема 5. Электрические измерения	2	Л.Р. № 5	4	4		
11	Тема 5. Электрические измерения	2	Л.Р. № 5	2	4		
12	Тема 6. Динамическая точность СИ	2	Л.Р. № 5	4	4	ЗЛР	15
13	Тема 6. Динамическая точность СИ	2	Л.Р. № 6 Обработка результатов измерений	2	4		
14	Тема 6. Динамическая точность СИ	2	Л.Р. № 6	4	2		
15	Тема 7. Нормируемые метрологические характеристики СИ.	2	Л.Р. № 6	2	2		
16	Тема 7. Нормируемые метрологические характеристики СИ.	2	Л.Р. № 6	4	2		
17	Тема 7. Нормируемые метрологические характеристики СИ.	2	Л.Р. № 6	2	2	ЗЛР ПКУ	15 30
18-20					36	ПА (экзамен)	40
	Итого	34		50	96		100

Принятые обозначения:

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ЗЛР – защита лабораторных работ.

ПА - Промежуточная аттестация.

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

Экзамен

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	Темы: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Л.р. № 1, Л.р. № 2, Л.р. № 3, Л.р. № 4, Л.р. № 5, Л.р. № 6	84
	ИТОГО			84

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

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

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ	1
4	Тестовые 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
ПК-5. Способен рассчитывать режимы работы объектов ПД, обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике			
ИПК-5.1 Рассчитывает режимы работы объектов ПД			
1	Пороговый уровень	Владеет базовыми методиками расчета режимов работы объектов	Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего расчеты режимов работы объектов
2	Продвинутый уровень	Владеет продвинутыми методиками расчета режимов работы объектов	Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего расчеты режимов работы объектов, выполненные по продвинутой методике
3	Высокий уровень	Владеет продвинутыми методиками расчета режимов работы объектов с использованием сведений за пределами учебной программы	Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего расчеты режимов работы объектов, выполненные с использованием сведений за пределами учебной программы
ИПК-5.2 Обеспечивает требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике			

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
1	Пороговый уровень	Владеет базовыми методиками обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса	Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего описание базовых методик обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса
2	Продвинутый уровень	Владеет продвинутыми методиками обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса	Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего описание продвинутых методик обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса
3	Высокий уровень	Владеет продвинутыми методиками обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса с использованием сведений за пределами учебной программы	Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего описание продвинутых методик обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса с использованием сведений за пределами учебной программы
ПК-6. Способен осуществлять сбор и анализ данных для проектирования объектов ПД			
ИПК-6.1 Умеет выполнять сбор данных для проектирования объектов ПД			
1	Пороговый уровень	Владеет базовыми навыками по сбору данных для проектирования объектов	Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего данные для проектирования объектов
2	Продвинутый уровень	Владеет продвинутыми навыками по сбору данных для проектирования объектов	Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего данные для проектирования объектов, собранные с использованием продвинутой методики
3	Высокий уровень	Владеет продвинутыми навыками по сбору данных для проектирования объектов с использованием сведений за пределами учебной программы	Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего данные для проектирования объектов с использованием сведений за пределами учебной программы
ИПК-6.2 Анализирует данные для проектирования объектов ПД			
1	Пороговый уровень	Владеет базовыми навыками по анализу данных для проектирования объектов	Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего анализ данных для проектирования объектов
2	Продвинутый уровень	Владеет продвинутыми навыками по анализу данных для проектирования объектов	Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего анализ данных для проектирования объектов, выполненный с использованием продвинутой методики
3	Высокий уровень	Владеет продвинутыми навыками по анализу данных для проектирования объектов с использованием сведений за пределами учебной программы	Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего анализ данных для проектирования объектов с использованием сведений за пределами учебной программы

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
ПК-5. Способен рассчитывать режимы работы объектов ПД, обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	
Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего расчеты режимов работы объектов	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего расчеты режимов работы объектов, выполненные по продвинутой методике	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего расчеты режимов работы объектов, выполненные с использованием сведений за пределами учебной программы	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
ПК-6. Способен осуществлять сбор и анализ данных для проектирования объектов ПД	
Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего данные для проектирования объектов	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего данные для проектирования объектов, собранные с использованием продвинутой методики	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ
Подготовка отчета о выполнении лабораторных работ, содержащего данные для проектирования объектов с использованием сведений за пределами учебной программы	Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Лабораторная работа	Критерии оценки	
	минимум	максимум
Л.Р. № 1 Аналоговые вольтметры	4	7
Л.Р. № 2 Цифровые вольтметры	5	8
Л.Р. № 3 Аналоговые амперметры	4	7
Л.Р. № 4 Цифровые амперметры	5	8
Л.Р. № 5 Двухлучевой осциллограф	9	15
Л.Р. № 6 Обработка результатов измерений	9	15

5.4 Критерии оценки экзамена

Экзаменационный билет включает в себя 3 теоретических вопроса. Минимальный положительный балл по каждому из вопросов — 5. Максимальный балл по вопросам №1, 2 — 10, по вопросу №3 (повышенной сложности) — 20.

Студент, набравший балл меньше минимального положительного по одному из вопросов, считается не сдавшим экзамен и получает итоговую неудовлетворительную оценку вне зависимости от набранных в течение семестра баллов.

При условии положительного ответа все теоретические вопросы, сумма баллов определяет баллы, набранные на экзамене, и в сумме с семестровыми баллами определяет итоговую оценку (таблица - экзамен).

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:

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

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.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Кол. экз./URL
1. 1	Метрология: учебник / О.Б. Бавыкин, О.Ф. Вячеславова, Д.Д. Грибанов [и др.]; под общ. ред. С.А. Зайцева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2024. — 522 с.	Рекомендовано Учебно-методическим советом ВО в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки (квалификация (степень) «бакалавр»)	https://znanium.com/catalog/product/2058775

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Кол. экз./URL
1	Лобач, О. В. Метрология: учебно-методическое пособие / О. В. Лобач, Т. С. Романова. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. - 67 с.		https://znanium.com/catalog/product/1870011
2	Эрастов, В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / В.Е. Эрастов. — 2-е изд.,	Рекомендовано в кач. учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки	https://znanium.com/catalog/product/1983263

	перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2023. — 196 с.	12.03.01 «Приборостроение», 15.03.01 «Машиностроение», 20.03.01 «Техносферная безопасность»	
3	Сергеев, А. Г. Метрология: история, современность, перспективы: учебное пособие/ А. Г. Сергеев. - Москва: Университетская книга; Логос. 2020. - 384 с.	Доп. Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по университетскому образованию в кач. учеб.пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по напр. «Стандартизация, сертификация и метрология», специальности «Метрология и метрологическое обеспечение»	https://znanium.com/catalog/product/1214519

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

<http://www.znamium.com>

http://studme.org/1957041128667/bzhd/osnovy_izmeritelnoy_tehniki

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

7.4.1 Методические рекомендации

7.4.1.1. Основы измерительной техники. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» дневной формы обучения / составитель О. А. Капитонов. - Могилев: «Белорусско-Российский университет», 2023 (электронный вариант).

7.4.2 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

7.4.2.1 MS Word 2010

7.4.2.2 MS Excel 2010

7.4.2.3 PTC Mathcad Prime 3.1

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории 504/2, рег. № ПУЛ-4.503-504/2-23.