

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СПЕЦИАЛЬНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
3	3	108	18	18	0	72	0	3
Итого	3	108	18	18	0	72	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе освещаются основные разделы метрологии, теория измерений, вероятностный и информационный подход к оценке погрешностей, обработка результатов измерения: современные электронные приборы и их применение для целей измерения электрических величин.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе освещаются основные разделы метрологии, теория измерений, вероятностный и информационный подход к оценке погрешностей, обработка результатов измерения: современные электронные приборы и их применение для целей измерения электрических величин.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Настоящая учебная дисциплина является базовой при подготовке студентов инженерно-физического профиля, специализирующихся в области исследования электрофизических процессов микро, нано, импульсной и сильноточной электроники, а также при конструировании элементов автоматики, электроники и ускорительной техники.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З-ОПК-1 [1] – Знать базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-1 [1] – Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат В-ОПК-1 [1] – Владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общефизических законов и принципов

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
<p>изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок</p>	<p>математические модели для теоретического и экспериментального исследований объектов, установок и систем в области физики ядра, частиц, ядерно-физических установок.</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-3[1] - знать основные физические законы и методы обработки данных ; У-ПК-3[1] - уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций; В-ПК-3[1] - владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией</p>

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	9/9/0		25	к.р-8	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
2	Второй раздел	9-16	9/9/0		25	к.р-16	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		18/18/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	3	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ПК-3, У-

							ПК-3, В- ПК-3
--	--	--	--	--	--	--	---------------------

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
к.р	Контрольная работа
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Неделя	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	18	18	0
1-8	Первый раздел	9	9	0
1	Значение метрологии, стандартизации и сертификации в прогрессе науки, техники. Основные понятия, связанные с объектами измерения. Теоретическая, прикладная и законодательная метрология. Государственная Значение метрологии, стандартизации и сертификации в прогрессе науки, техники. Основные понятия, связанные с объектами измерения. Теоретическая, прикладная и законодательная метрология. Государственная система обеспечения единства измерения РФ.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Основные характеристики физических процессов: детерминированных и случайных. Классификация методов и средств измерений электрических Основные характеристики физических процессов: детерминированных и случайных. Классификация методов и средств измерений электрических	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Виды измерений. Структурная схема измерений и анализ погрешностей измерения. Случайные и систематические погрешности. Вероятностные основы анализа случайных погрешностей. Законы распределения случайны Виды измерений. Структурная схема измерений и анализ погрешностей измерения. Случайные и систематические погрешности. Вероятностные основы анализа случайных погрешностей. Законы распределения случайных погрешностей. Прямые однократные равноточные измерения. Многократные равноточные и неравноточные измерения. Обработка результатов измерения. Точность, правильность и форма представления результатов измерения.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

4	Косвенные измерения. Погрешности косвенных измерений. Критерий ничтожных погрешностей. Суммирование погрешностей. Информационные основы анализа случайных погрешностей. Классификация и структура постро Косвенные измерения. Погрешности косвенных измерений. Критерий ничтожных погрешностей. Суммирование погрешностей. Информационные основы анализа случайных погрешностей. Классификация и структура построения электронных прибо	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Аналоговые и цифровые измерительные генераторы синусоидальных колебаний – низкочастотные и высокочастотные. Импульсные генераторы. Генераторы сигналов специальной формы. Аналоговые и цифровые измерительные генераторы синусоидальных колебаний – низкочастотные и высокочастотные. Импульсные генераторы. Генераторы сигналов специальной формы. Электронные приборы, измеряющие параметры и характеристики электрического сигнала.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Двухканальные аналоговые осциллографы. Основные узлы. Режимы работы. Внутренняя и внешняя синхронизация. Требования, предъявляемые к выбору осциллографа и его метрологические характеристики. Двухканальные аналоговые осциллографы. Основные узлы. Режимы работы. Внутренняя и внешняя синхронизация. Требования, предъявляемые к выбору осциллографа и его метрологические характеристики.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Цифровые двухканальные осциллографы. Преимущества и недостатки в сравнении с аналоговыми. Люминофорные осциллографы. Цифровые двухканальные осциллографы. Преимущества и недостатки в сравнении с аналоговыми. Люминофорные осциллографы.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Методы измерения тока и напряжения. Аналоговые электронные вольтметры постоянного и переменного тока. Погрешности измерений, влияние формы кривой измеряемого напряжения на показания вольтметров. Методы измерения тока и напряжения. Аналоговые электронные вольтметры постоянного и переменного тока. Погрешности измерений, влияние формы кривой измеряемого напряжения на показания вольтметров.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	9	9	0
9	Цифровые вольтметры постоянного и переменного тока. АЦП с кодо, время, частотно – импульсным преобразованием. Цифровые вольтметры с двухтактным интегрированием. Аддитивные и мультипликативные составля Цифровые вольтметры постоянного и переменного тока. АЦП с кодо, время, частотно – импульсным преобразованием. Цифровые вольтметры с двухтактным интегрированием. Аддитивные и мультипликативные	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

	составляющие погрешности цифровых вольтметров.			
10	Методы и погрешности измерения частоты, временных интервалов, фазы. Методы и погрешности измерения частоты, временных интервалов, фазы.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Методы и погрешности измерения параметров компонент электрических цепей. Методы и погрешности измерения параметров компонент электрических цепей.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Автоматизация измерений. Измерительные системы, структура построения, условия совместимости. Современные приборные интерфейсы и их характеристики. Функции, выполняемые микропроцессорами в электронных Автоматизация измерений. Измерительные системы, структура построения, условия совместимости. Современные приборные интерфейсы и их характеристики. Функции, выполняемые микропроцессорами в электронных измерительных системах.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Пути улучшения метрологических характеристик приборов с микропроцессором. Микропроцессоры в цифровых мультиметрах, частотомерах, мостах переменного тока, логгерах, осциллографах. Анализатор логических Пути улучшения метрологических характеристик приборов с микропроцессором. Микропроцессоры в цифровых мультиметрах, частотомерах, мостах переменного тока, логгерах, осциллографах. Анализатор логических состояний и временных диаграмм при тестировании цифровых устройств.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Виртуальные приборы на основе персонального компьютера. Встроенные в ПК и внешние устройства сбора данных. Виртуальные двухканальные осциллографы, анализаторы спектра частоты, мультиметры, измерительн Виртуальные приборы на основе персонального компьютера. Встроенные в ПК и внешние устройства сбора данных. Виртуальные двухканальные осциллографы, анализаторы спектра частоты, мультиметры, измерительные генераторы.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Государственная система стандартизации. Основные принципы и методы стандартизации. Категории и виды стандартов Российской Федерации. Государственные и отраслевые системы стандартов. Государственный на Государственная система стандартизации. Основные принципы и методы стандартизации. Категории и виды стандартов Российской Федерации. Государственные и отраслевые системы стандартов. Государственный надзор за соблюдением стандартов. Основные вопросы стандартизации в областях: электронной техники, микроэлектроники, систем автоматического управления и вычислительной техники. Международная организация по	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

	стандартизации ("International Organization for standardization" - ИСО).			
16	Государственная система сертификации. Термины и определения. Организационная база сертификации. Объекты сертификации. Порядок проведения сертификации. Органы по сертификации и испытательные лаборатории Государственная система сертификации. Термины и определения. Организационная база сертификации. Объекты сертификации. Порядок проведения сертификации. Органы по сертификации и испытательные лаборатории. Аккредитация в органах по сертификации. Сертификация систем качества.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>3 Семестр</i>
1 - 2	1. Семинар. Параметры аналоговых сигналов. 1. Значения сигналов различной формы: мгновенное, среднее, средневыпрямленное, среднеквадратическое, амплитудное. 2. Типы амперметров и виды значений, на которые они реагируют, уравнение шкалы магнитоэлектрического микроамперметра. 3. Схемы электромеханических вольтметров постоянного переменного тока. 4. Алгоритм расчета показаний амперметров и вольтметров при несинусоидальном сигнале. Введение градуировочных поправок. 5. Расчет показаний вольтметров и амперметров с различным преобразованием для сигналов различной формы: прямоугольные импульсы, двухполярные прямоугольные импульсы, треугольное напряжение, пилообразное напряжение, синусоида, синусоида после однополупериодного выпрямления.
3 - 4	2. Семинар. Различные виды разверток осциллографа. Влияние входного сопротивления и входных емкостей

	<p>на искажение формы сигнала.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изображения сигналов на экране осциллографа для развертывающих напряжений различной формы: синусоида, прямоугольный импульс, треугольное напряжение. 2. Влияние входной емкости осциллографа на искажения формы коротких импульсов. 3. Влияние емкости разделительного конденсатора закрытого входа осциллографа на искажение формы импульсов большой длительности и возрастание погрешности измерений низкочастотных сигналов. 4. Расчет длительности неискаженного фронта импульса на основе значения полосы пропускания. Формула Котельникова.
5 - 6	<p>3. Семинар. Измерение параметров сигнала двухканальным осциллографом.</p> <p>Контрольная работа семестрового контроля (1 час).</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Оценки погрешностей амплитудных и временных параметров сигнала при измерении осциллографом. 3 Измерение тока. 4 Измерение разности фаз. 5 Измерение мощности. 6. Схема измерения ВАХ диода.
7 - 8	<p>4. Семинар. Оценка результатов измерения напряжения аналоговыми, цифровыми и электронными вольтметрами с различными преобразователями.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Типы преобразователей вольтметров. Алгоритм расчета показаний вольтметра для сигналов различной формы: прямоугольный импульс, меандр, пилообразное напряжение, синусоида. 2. Характеристики, по которым происходит выбор вольтметра для измерений синусоидальных сигналов. 3. Класс точности вольтметров
9 - 10	<p>5. Семинар. Погрешности косвенных измерений.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Суммирование погрешностей. 2. Расчет погрешностей прямых измерений. 3. Расчет погрешностей косвенных измерений
11 - 12	<p>6. Семинар. Статистическая обработка результатов измерений.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определение равнооточных и неравнооточных измерений. 2. Алгоритм расчета равнооточных измерений. 3. Алгоритм расчета неравнооточных измерений. 4. Рекомендации по повышению точности измерений.
13 - 14	<p>7. Семинар. Применение измерительной системы на основе персонального компьютера и платы ввода/вывода для измерения параметров цифровых микросхем.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Схема измерения таблицы истинности интегральной микросхемы с помощью платы ввода/вывода данных в компьютер.

	2. Таблица истинности интегральной логической микросхемы 2И-НЕ. 3. Алгоритм программирования платы ввода/вывода.
15 - 16	8. Семинар. Измерительная система на основе измерительных модулей. 1. Применение осциллографического модуля. Функциональные возможности. 2. Применение генераторного модуля для измерений. Интерфейс управления модулем.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проводится обучение в форме лекций, практических занятий в активной форме.

В процессе освоения курса студенты выполняют большое число заданий, которые ориентированы на формирование у них навыков активной творческой деятельности, необходимой для их успешного выполнения.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-1	З-ОПК-1	З, к.р-8, к.р-16
	У-ОПК-1	З, к.р-8, к.р-16
	В-ОПК-1	З, к.р-8, к.р-16
ПК-3	З-ПК-3	З, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-3	З, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-3	З, к.р-8, к.р-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно,

			четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	В	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ А 92 Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи : учебное пособие для вузов, Санкт-Петербург: Лань, 2021
2. ЭИ А 92 Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2020

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Основное условие успеха-систематические занятия. Конспектировать свои мысли, задавать вопросы, учиться давать определения, прорабатывать материал, пользоваться разными учебниками (основной и дополнительной литературой).

Перед посещением лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

Перед посещением практического занятия уясните его тему и самостоятельно изучите связанные с ней понятия и методы решения задач. Перед решением задач активно участвуйте в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия. В процессе решения задач ведите дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

Перед выполнением лабораторной работы (до проведения занятия) проведите самостоятельно подготовку к работе, изучив основные теоретические положения и методические указания, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы. Соблюдайте требования техники безопасности, для чего необходимо прослушать разъяснения о правильности поведения в лаборатории, ознакомиться с инструкцией по охране труда и технике безопасности в лаборатории и расписаться в журнале по технике безопасности. В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, по возможности избегая неправильных действий. Основные результаты экспериментов, зафиксированные в письменном виде, предъявляются в конце занятия на утверждение преподавателя.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Давать перечень основной и дополнительной литературы. Напоминать основные выводы предыдущих занятий. Освещать важные вопросы. Проводить контроль знаний студентов.

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса. Дать перечень рекомендованной основной литературы и вновь появившихся литературных источников. Перед изложением текущего лекционного материала кратко напомнить об основных выводах по материалам предыдущей лекции. Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения.

На семинаре следует подробно рассматривать примеры задач, приведенные на лекциях. В процессе разработки задач вести дискуссию со студентами. Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

На первом занятии рассказать о лабораторном практикуме в целом (о целях практикума, инструментальных средствах для выполнения лабораторных работ, о порядке отчета по лабораторным работам), провести инструктаж по технике безопасности при работе в лаборатории.

При принятии отчета по каждой лабораторной работе обязательно побеседовать с каждым студентом, задавая контрольные вопросы, направленные на понимание изучаемой в лабораторной работе проблемы.

Автор(ы):

Пашенцев Владимир Николаевич, к.ф.-м.н., доцент