

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 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
2	2	72	15	7	0	50	0	3
Итого	2	72	15	7	0	0	50	0

АННОТАЦИЯ

Излагаются основы построения информационно-измерительных систем, методов и технических средств для измерения параметров импульсных электрических сигналов в мощных электрофизических установках. Рассматриваются основные виды измерительных устройств, применяемых для регистрации импульсов высокого напряжения, импульсных токов, магнитных полей, параметров потоков заряженных частиц, обсуждаются вопросы электромагнитной совместимости генерирующего и регистрирующего экспериментального оборудования.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса является знакомство студентов с экспериментальными методами измерения параметров мощных импульсных электрофизических установок. В том числе целью данного курса является формирование у студентов знаний о возможностях применения, принципах функционирования, особенностях конструкции измерительных средств, методах их расчета и проектирования.

В результате освоения данной дисциплины студенты должны знать основные принципы работы, расчетные соотношения и модели, используемые для описания режимов работы измерительных устройств, используемых в измерительных комплексах электрофизических установок. По окончании учебного курса студенты должны уметь проводить оценку условий экспериментальных исследований, делать обоснованный выбор первичных преобразователей измерительных устройств, проводить расчеты их параметров, применять на практике измерительное оборудование электрофизических установок. Студенты должны владеть методами расчетов первичных преобразователей и моделирования процессов их работы при решении задач по разработке измерительных средств и их использования в экспериментах.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина посвящена изучению экспериментальных методов в области мощной импульсной электрофизики, особенностей регистрации микро- и наносекундных сигналов, осциллографии и согласования измерительных линий, методов снижения электромагнитных помех и наводок, различных типов делителей напряжения, шунтов, поясов Роговского, методов измерений параметров пучков заряженных частиц.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения математических, физических дисциплин.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

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			
Выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач	Результаты теоретических и экспериментальных исследований в области ядерного, электрофизического и киберфизического приборостроения	ПК-4 [1] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	З-ПК-4[1] - Знать: цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных ; У-ПК-4[1] - Уметь: применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4[1] - Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач
производственно-технологический			
Эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных	ядерно-физические, электрофизические и киберфизические приборы и устройства	ПК-9 [1] - Способен эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных	З-ПК-9[1] - Знать регламент эксплуатации и ремонта современных

<p>физических установок, выполнять технико-экономические расчеты</p>		<p>физических установок, выполнять технико-экономические расчеты</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>физических установок ; У-ПК-9[1] - Уметь эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок; В-ПК-9[1] - Владеть навыками эксплуатации, проведения испытаний и ремонта современных физических установок</p>
<p>Осуществлять разработку электрофизических и киберфизических измерительных систем для сбора и анализа информации</p>	<p>измерительные системы для сбора и анализа информации</p>	<p>ПК-17.3 [1] - Способен разрабатывать электрофизические и киберфизические измерительные системы для сбора и анализа информации</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-17.3[1] - Знать средства и способы коммуникации измерительных систем. Знать устройство измерительных систем; У-ПК-17.3[1] - Уметь разрабатывать измерительных систем и правильно коммутировать их. Уметь работать с современной измерительной техникой; В-ПК-17.3[1] - Владеть аппаратными средствами для проектирования разработки электрофизические и киберфизические измерительные системы</p>

4. 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>2 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/4/0		25	УО-8	З-ПК-4, У-ПК-4, З-ПК-9, З-ПК-17.3
2	Второй раздел	9-15	7/3/0		25	УО-15	В-ПК-4, У-ПК-9, В-ПК-9, У-ПК-17.3
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		15/7/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	3	З-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-9, З-ПК-17.3, В-ПК-17.3

* – 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
УО	Устный опрос
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	15	7	0
1-8	Первый раздел	8	4	0
1 - 2	Вводное занятие Введение. Структура информационно-измерительных систем в составе мощных импульсных установок. Классификация методов измерения параметров импульсных сигналов. Требования к первичным измерительным преобразователям	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Электромагнитная совместимость Электромагнитная совместимость экспериментального оборудования. Помехи и методы их снижения при измерениях в мощных импульсных установках. Применение современных осциллографов для регистрации импульсных сигналов в физическом эксперименте.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Измерение импульсных напряжений Измерение параметров импульсных напряжений с помощью делителей напряжения. Измерительные цепи и их передаточные характеристики. Омические, емкостные, резистивно-емкостные делители напряжения. Эквивалентные схемы, методы расчета, согласование с измерительным кабелем. Высоковольтные осциллографические пробники.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Измерение импульсных токов Измерение параметров импульсных токов с помощью малоиндуктивных резистивных шунтов. Эквивалентные схемы, разновидности и конструктивные особенности шунтов	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Второй раздел	7	3	0
9 - 11	Датчики электромагнитного поля Измерение параметров импульсных токов с помощью датчиков электромагнитного поля. Емкостные и индуктивные датчики. Магнитоиндукционные преобразователей (пояс Роговского). Классификация и различные режимы работы преобразователей. Датчики импульсов наносекундной длительности. Экранирование датчиков от внешних помех. Современные осциллографические токовые пробники.	Всего аудиторных часов		
		3	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	Датчики холла Измерение импульсных токов и магнитных полей с помощью датчиков Холла. Принципы работы, основные расчетные соотношения. Особенности конструкций и схем включения датчиков	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	Измерение параметров потоков заряженных частиц Измерительные методики и преобразователи для измерения тока и энергетических параметров пучков заряженных частиц. Цилиндр Фарадея. Калориметрические методы измерений. Методы измерения энергетических характеристик пучков	Всего аудиторных часов		
		2	1	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>2 Семестр</i>
1 - 2	Вводное занятие Введение. Структура информационно-измерительных систем в составе мощных импульсных установок. Классификация методов измерения параметров импульсных сигналов. Требования к первичным измерительным преобразователям
3 - 4	Электромагнитная совместимость Электромагнитная совместимость экспериментального оборудования. Помехи и методы их снижения при измерениях в мощных импульсных установках. Применение современных осциллографов для регистрации импульсных сигналов в физическом эксперименте.
5 - 6	Измерение импульсных напряжений Измерение параметров импульсных напряжений с помощью делителей напряжения. Измерительные цепи и их передаточные характеристики. Омические, емкостные, резистивно-емкостные делители напряжения. Эквивалентные схемы, методы расчета, согласование с измерительным кабелем. Высоковольтные осциллографические пробники.
7 - 8	Измерение импульсных токов Измерение параметров импульсных токов с помощью малоиндуктивных резистивных шунтов. Эквивалентные схемы, разновидности и конструктивные особенности шунтов
9 - 11	Датчики электромагнитного поля Измерение параметров импульсных токов с помощью датчиков электромагнитного поля. Емкостные и индуктивные датчики. Магнитоиндукционные преобразователей (пояс Роговского). Классификация и различные режимы работы преобразователей. Датчики импульсов наносекундной длительности. Экранирование датчиков от внешних помех. Современные осциллографические токовые пробники.
12 - 13	Датчики холла Измерение импульсных токов и магнитных полей с

	помощью датчиков Холла. Принципы работы, основные расчетные соотношения. Особенности конструкций и схем включения датчиков
14 - 15	Измерение параметров потоков заряженных частиц Измерительные методики и преобразователи для измерения тока и энергетических параметров пучков заряженных частиц. Цилиндр Фарадея. Калориметрические методы измерений. Методы измерения энергетических характеристик пучков

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Информационно-коммуникационные технологии.
2. Работа в малой группе.
3. Опережающая самостоятельная работа.

6. 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)
ПК-17.3	З-ПК-17.3	З, УО-8
	У-ПК-17.3	УО-15
	В-ПК-17.3	З
ПК-4	З-ПК-4	З, УО-8
	У-ПК-4	УО-8
	В-ПК-4	З, УО-15
ПК-9	З-ПК-9	З, УО-8
	У-ПК-9	УО-15
	В-ПК-9	УО-15

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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 681.5 Т58 Микроэлектронные измерительные преобразователи : учебное пособие для вузов, Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2017
2. ЭИ А 92 Основы теории цепей : Учебник для вузов, Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ М31 Прикладная ядерная физика. Коммутирующие приборы мощных импульсных генераторов : учеб. пособие, Москва: Буки Веди, 2018
4. ЭИ М69 Датчики и детекторы : учебное пособие для вузов, В. П. Михеев, А. В. Просандеев, Москва: МИФИ, 2007
5. 621.3 А92 Приборы и методы измерения электрических величин : учеб. пособие для вузов, Э. Г. Атамалян, Москва: Дрофа, 2005

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.3 А92 Теоретические основы электротехники : линейные электрические цепи: учебное пособие, Г. И. Атабеков, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Общие положения

1.1. Цель методических рекомендаций - обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы

1.2. При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

1.3. Приступая к изучению дисциплины студенту необходимо ознакомиться:

- с содержанием рабочей программы дисциплины,
- с целями и задачами дисциплины,
- рекомендуемыми литературными источниками,
- методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте кафедры

2. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям

2.1. Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Поэтому студентам, пропустившим занятия, необходимо самостоятельно проработать тему.

2.2. Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется:

- вести конспект лекций. Конспектирование представляет собой сжатое и свободное изложение наиболее важных, кардинальных вопросов темы, излагаемой в лекции. Ведение конспекта создает благоприятные условия для запоминания услышанного, т.к. в этом процессе принимают участие слух, зрение и рука. Конспект ведется в тетради или на отдельных листах.

- перед очередной лекцией просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции;
- прорабатывать учебный материал лекции по учебнику и учебным пособиям для успешного освоения материала

- регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам

- записывать возможные вопросы, которые можно задать лектору на лекции

3. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

3.1. Практические занятия служат для закрепления изученного материала. Подготовка к практическому занятию включает в себя текущую работу над учебными материалами с использованием конспектов и рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

3.2. Обучающимся следует при подготовке к практическим занятиям:

- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

- внимательно прочитать материал лекций, относящихся к данному практическому занятию;

- рабочая программа дисциплины может быть использована в качестве ориентира в организации подготовки и обучения;

- в ходе практических занятий давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов, доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

4. Самостоятельная работа обучающихся

4.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

4.2. Качество освоения учебной дисциплины находится в прямой зависимости от способности студента самостоятельно и творчески учиться.

4.3. Обучающимся следует руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным рабочим планом дисциплины и выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельной работы, и представляться в установленный срок

5. Рекомендации по подготовке и сдаче аттестации по дисциплине

5.1. По дисциплине действует балльно-рейтинговая система, которая включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины

5.2. По дисциплине предусмотрены следующие виды аттестации: текущий контроль, рубежный контроль и промежуточная аттестация.

5.3. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к занятиям, могут быть использованы различные проверочные задания.

5.4. Прохождение контрольных рубежей по итогам освоения дисциплины проводится в середине и конце семестра.

5.5. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает сдачу зачета и самостоятельную подготовку к нему

5.6. При подготовке к аттестации необходимо по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал и внимательно изучить материал лекций, соответствующий вопросам, выносимым на аттестацию.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Общие положения

1.1. При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

1.2. На первом занятии преподаватель:

- знакомит студентов с целями и задачами преподаваемой дисциплины, определяет ее место в образовательной программе, обозначает междисциплинарные связи;

- уточняет наполнение лекций и планы практических (семинарских) занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины, с учетом контингента и уровня подготовки студентов;

- рекомендует основную и дополнительную литературу для успешного освоения дисциплины;

- доводит до сведения студентов систему оценки знаний.

2. Рекомендации по подготовке и преподаванию дисциплины

2.1. Рекомендации по подготовке и проведению лекций:

2.1.1. Цель лекции - организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины. При этом лекционный материал рекомендуется постоянно актуализировать (вносить замечания, дополнения, пояснения и т.д.).

2.1.2. К типичным структурным элементам лекции относятся: вступление, основная часть, заключение. В начале лекции преподаватель называет тему лекции, основные вопросы, выносимые на лекцию, указывает основную и дополнительную литературу и главы и параграфы в ней, где изложен материал лекции. После каждого раздела делаются обобщающие выводы и даются указания по самостоятельной работе над материалом лекции.

2.1.3 Рекомендуется максимально использовать наглядные пособия и технические средства обучения. Для этого разрабатываются презентации. Каждый слайд должен содержать основные положения и сопровождаться дополнительными примерами и пояснениями преподавателя.

2.2. Рекомендации по подготовке и проведению практических (семинарских) занятий:

2.2.1. Цель практических (семинарских) занятий - предоставление возможностей для углубленного изучения теории, овладения практическими навыками и выработки самостоятельного творческого мышления у студентов. На каждом таком занятии обучающиеся решают практические задачи и демонстрируют результаты выполнения домашнего задания, выданного на предыдущем занятии.

2.3. Рекомендации по организации руководства самостоятельной работой студентов

2.3.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

2.3.2. В ходе руководства самостоятельной работой студентов преподаватель приобщает их к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2.4. Рекомендации по осуществлению контроля знаний обучаемых

2.4.1. По дисциплине действует балльно-рейтинговая система, которая включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины

2.4.2. По дисциплине предусмотрены следующие виды аттестации: текущий контроль, рубежный контроль и промежуточная аттестация.

2.4.3. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к лекционным, семинарским и практическим занятиям, могут быть использованы различные проверочные задания.

2.4.4. Прохождение контрольных рубежей по итогам освоения дисциплины проводится в середине и конце семестра.

2.4.5. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает приём зачета и самостоятельную подготовку к нему.

Автор(ы):

Масленников Сергей Павлович, д.т.н., доцент