

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

РАДИОТЕХНИКА ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Направление подготовки
(специальность)

[1] 03.04.01 Прикладные математика и физика

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, экз./зач./КР/КП
2	3	108	15	15	30		0	48	30
Итого	3	108	15	15	30	30	0	48	

АННОТАЦИЯ

Ознакомление студентов с методами и средствами амплитудного, частотного и фазового модулирования и детектирования колебаний, преобразования частоты, автоматической подстройки частоты

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) являются:

- овладение обучающимися принципами усиления и генерации высокочастотных колебаний, а также принципами построения систем радиопитания ускорителей заряженных частиц и иных электрофизических установок;
- усвоение методов инженерного расчета радиотехнических устройств, включая пассивные (колебательные системы, линии передачи) и активные (усилители, генераторы, преобразователи, системы автоматического регулирования параметров);
- ознакомление с методами и средствами амплитудного, частотного и фазового модулирования и детектирования колебаний, преобразования частоты, автоматической подстройки частоты.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина относится естественнонаучному модулю.

Данной учебной дисциплине должно предшествовать изучение физики, математики, теоретических основ электротехники.

Усвоение курса должно предшествовать курсам конструирования радиоаппаратуры и ускорителей, а также производственной практике и дипломному проектированию.

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			

Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований; участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации;	Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в медицине структурной биологии, материаловедении, физики	ПК-15.2 [1] - Способен к разработке ускорителей заряженных частиц, предназначенных для научных исследований и решения прикладных задач в области радиационных технологий, включая промышленность, медицину, энергетику, системы безопасности и другие области <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008	З-ПК-15.2[1] - Знать основные принципы составления плана поиска, сбора и исследования научно-технической информации по разработке ускорителей заряженных частиц; У-ПК-15.2[1] - Уметь проводить поиск и анализ научно-технической информации на поставленные исследовательские задачи в области инновационных разработок заряженных частиц и радиационных технологий ; В-ПК-15.2[1] - Владеть методами представления информации в систематизированном виде, оформлять научно-технические отчеты
---	---	---	--

участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок			
Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований; участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных	Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в медицине структурной биологии, материаловедении, физики	ПК-3 [1] - Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008	З-ПК-3[1] - Знать основные методы исследований, принципы работы приборов и установок в избранной предметной области ; У-ПК-3[1] - Уметь выбирать необходимые технические средства для проведения экспериментальных исследований в избранной предметной области, обрабатывать полученные экспериментальные результаты; В-ПК-3[1] - Владеть навыками работы с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области

технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации; участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок			
инновационный			
Участие в создании новых объектов техники и технологий (в сфере наукоемких технологий)	Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в медицине структурной биологии, материаловедении, физики	ПК-15.3 [1] - Способен формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования ускорителей заряженных частиц <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008	3-ПК-15.3[1] - Знать физические процессы в пучках заряженных частиц и ускорителях; У-ПК-15.3[1] - Уметь разрабатывать бизнес-планы и оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность проектируемых электрофизических установок; В-ПК-15.3[1] - Владеть способностью разрабатывать и оформлять проектную документацию, эффективно

			взаимодействовать со специалистами смежных профилей
--	--	--	---

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	Часть 1	1-8	8/8/15		25	КИ-8	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-15.2, У-ПК-15.2, В-ПК-15.2, 3-ПК-15.3, У-ПК-15.3, В-ПК-15.3
2	Часть 2	9-15	7/7/15		25	КИ-15	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-15.2, У-ПК-15.2, В-ПК-15.2, 3-ПК-15.3, У-ПК-15.3, В-ПК-15.3
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		15/15/30		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	30	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-15.2, У-ПК-15.2, В-ПК-15.2, 3-ПК-15.3, У-ПК-15.3, В-ПК-15.3

* – 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
-------------	---------------------

ЗО	Зачет с оценкой
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	15	15	30
1-8	Часть 1	8	8	15
	2 Квадратичный диодный детектор. Линейный детектор. Условие отсутствия искажений АМ детекторов. Схемы сеточного и анодного детекторов. Синхронное детектирование. Частотное детектирование сигналов. Схемы частотных дискриминаторов: с резонансным контуром, с парой расстроенных контуров, с системой связанных контуров, дробный детектор. Фазовые детекторы (дискриминаторы). Простейший ФД, кольцевой ФД, балансный ФД на кольцевой линии передачи, балансный ФД с двойным волноводным тройником, цифровой и стробоскопический ФД	Всего аудиторных часов		
		4	4	8
		Онлайн		
		0	0	0
	3 Сумматоры частот. Умножители частоты: варакторный, с триггером Шмитта, клистронный. Генераторы гармоник. Делители частоты: параметрический, регенеративный, с ключевым элементом. Счетчиковые делители частоты. Спектр выходного сигнала преобразователей частоты.	Всего аудиторных часов		
		4	4	7
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Часть 2	7	7	15
	5 Измерение паразитных отклонений частоты и фазы, уровня побочных спектральных составляющих, времени установления частоты колебаний.	Всего аудиторных часов		
		4	4	8
		Онлайн		
		0	0	0
	6 Факторы, дестабилизирующие ускоряющее поле. Стабилизация в.ч. поля подбором параметров системы питания. Принципы построения систем автоматического регулирования в линейном ускорителе. Системы раздельного регулирования параметров. Комбинированные САР: САРФ-Ч, САРЕу. Система регулирования фазы в.ч. поля по пучку (САРФ-П). Системы стабилизации комплексной амплитуды в.ч. поля. Совместная работа нескольких САРФ-П. Подавление когерентных колебаний пучка с помощью САРФ-П.	Всего аудиторных часов		
		3	3	7
		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 ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
1	Лабораторные генераторы синусоидальных сигналов
2	Лабораторный импульсный генератор сигналов специальной формы

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
1	Системы в.ч. питания технологических установок. Выбор архитектуры системы питания установки на основе реактора с возбуждением реагентов электрическим полем
2	Расчет усилителя на нужную мощность технологического процесса. Проектирование цепей согласования, расчет колебательной системы выходного каскада
3	Схемотехническая реализация режима импульсной модуляции усилительного каскада.
4	Анализ эффективности и устойчивости систем АПЧ методом логарифмических характеристик.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В целях формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения занятий, а именно:

- Разбор конкретных ситуаций проектирования в ходе лекций и на семинарских занятиях.
- Широкое применение индивидуальных заданий при выполнении контрольных работ и домашнего задания.
- Применение экспресс-опросов в ходе лекций и семинарских занятий.
- Использование приемов деловой игры при отработке методологии выполнения домашнего задания

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-15.2	З-ПК-15.2	ЗО, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-15.2	ЗО, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-15.2	ЗО, КИ-8, КИ-15
ПК-15.3	З-ПК-15.3	ЗО, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-15.3	ЗО, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-15.3	ЗО, КИ-8, КИ-15
ПК-3	З-ПК-3	ЗО, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	ЗО, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	ЗО, КИ-8, КИ-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»	B	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		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	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 –	F	Оценка «неудовлетворительно»

	«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. ЭИ М31 Аналоговые интегральные устройства измерительных систем : , Масленников В.В., [Москва]: [МИФИ], 2008
2. ЭИ Б 95 Справочник по основам теоретической электротехники : , Соловьевой Е. Б. [и др.], Санкт-Петербург: Лань, 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.37 Г65 Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие для вузов, Гоноровский И.С., Москва: Дрофа, 2006
2. 621.3 Б53 Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник для вузов, Бессонов Л.А., М.: Гардарики, 2006

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

Методические рекомендации для студентов

1. Рекомендации по работе с лекционной частью дисциплины.

Перед началом занятий необходимо внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не смущайтесь, если вопросы вам кажутся простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности чаще возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь со стороны преподавателя возможен выборочный контроль ваших знаний).

Желательно использовать в конспектах лекций систему обозначений, к которой прибегает преподаватель.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными и вновь появляющимися литературными источниками.

2. Рекомендации для проведения практических занятий.

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.

При проведении вычислений придерживайтесь следующего формата:

(Обозначение искомой величины) = (буквенная формула расчёта) = (подстановка численных значений величин, входящих в формулу, с указанием их размерностей) = (результат вычислений с указанием его размерности).

Это поможет вам избежать некоторых ошибок, либо выявить их и исправить.

По возможности самостоятельно доводите решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выясните у преподавателя неясные вопросы (если вы не прояснили их ранее).

3. Рекомендации для проведения лабораторных занятий.

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.

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.

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.

Для защиты отчета по работе подготовьте отчет о проделанной работе в соответствии с указаниями; в отчёте должны быть отражены основные результаты и выводы.

4. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Получите у преподавателя задание и список рекомендованной литературы в самом начале семестра.

Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовьте письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Чтение лекций.

Первая лекция должна быть введением к дисциплине (разделу дисциплины, читаемому в начинающемся семестре). Она должна содержать общий обзор содержания дисциплины. В ней следует отметить методические инновации в решении задач, рассматриваемых в дисциплине, дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников, обратив внимание студентов на обязательную и дополнительную литературу.

Изложению текущего лекционного материала должна предшествовать вводная часть, содержащая краткий перечень вопросов, рассмотренных на предыдущих лекциях. На этом этапе полезно задать несколько вопросов аудитории, осуществить выборочный контроль знания студентов.

При изложении лекционного материала следует поощрять вопросы непосредственно в процессе изложения, внимательно относясь к вопросам студентов и при необходимости давая дополнительные, более подробные пояснения.

При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, опуская простые математические выкладки, либо рекомендуя выполнить их самим студентам, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

В процессе лекционного курса необходимо возможно чаще возвращаться к основным вопросам дисциплины, проводя выборочный экспресс-контроль знаний студентов.

Принятая преподавателем система обозначений должна чётко разъясняться в процессе её введения и использоваться в конспектах лекций

В лекциях, предшествующих практическим занятиям, следует кратко излагать содержание и основные задачи практического занятия, дать рекомендации студентам для подготовки к нему.

На последней лекции важно найти время для обзора основных положений, рассмотренных в дисциплине, перечню и формулировке вопросов, выносимых на экзамен или зачёт.

2. Указания для проведения практических занятий.

Тема практического занятия и его цели должны быть чётко обозначены.

В начале практического занятия полезно обсудить основные понятия, связанные с его темой.

В ходе решения задач следует вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний на отдельных этапах решения.

Рекомендуется отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях, как вслух, так и в книжке преподавателя. Передавать эту информацию ответственному по текущей успеваемости.

В конце практического занятия предложить аудитории несколько контрольных вопросов.

3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов.

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе, проводить его обсуждение.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

4. Лабораторная работа — это форма организации учебного процесса, когда студенты по заданию и под руководством преподавателя самостоятельно проводят элементарные исследования на основе специально разработанных заданий. Лабораторная работа как вид учебного занятия должна проводиться в специально оборудованных учебных лабораториях. Продолжительность - не менее двух академических часов. Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы. Дидактические цели лабораторных занятий: - овладение техникой эксперимента; - формирование умений решать практические задачи путем постановки опыта; - экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений, экспериментальная проверка формул, расчетов. Формируемые умения и навыки (деятельность студента): - наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения; - самостоятельно вести исследования; - пользоваться различными приемами измерений, оформлять результат в виде таблиц, схем, графиков; - получать профессиональные умения и навыки обращаться с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами при проведении опытов. Содержание лабораторного занятия определяется перечнем умений по конкретной учебной дисциплине (модулю), а также характеристикой профессиональной деятельности выпускников, требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы.

Автор(ы):

Пономаренко Алексей Гаврилович, к.т.н., доцент