

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 3

от 30.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**МОЩНАЯ ИМПУЛЬСНАЯ ТЕХНИКА**

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, экс./зач./КР/КП
3	4	144	16	32	32		28	0	Э
Итого	4	144	16	32	32	0	28	0	

## АННОТАЦИЯ

Изучаются: пассивные устройства мощной импульсной техники (линии передачи, формирование импульсов с помощью линии, трансформаторы импульсов с сосредоточенными и распределенными параметрами), коммутирующие устройства (вакуумные, газоразрядные и полупроводниковые приборы), а также схемы формирования импульсов широкого применения.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- овладение обучающимися физическими принципами формирования мощных импульсов электропитания электрофизического оборудования любого назначения, включая ускорители заряженных частиц;
- усвоение методов инженерного расчета систем МИТ, включая методы компьютерного моделирования;
- ознакомление с современными элементной базой и характерными схемами построения систем МИТ, отвечающими требованиям электромагнитной совместимости.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

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

Усвоение курса должно предшествовать курсам конструирования радиоаппаратуры и ускорителей, а также производственной практике и дипломному проектированию, а раздел курса, посвященный силовым устройствам электропитания, – и физической электронике, радиотехнике и технике СВЧ.

### 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	Модели, методы и средства фундаментальных и	ПК-3 [1] - Способен профессионально работать с	3-ПК-3[1] - Знать основные методы исследований,

<p>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; участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в</p>	<p>прикладных исследований и разработок в медицине структурной биологии, материаловедении, физики</p>	<p>исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>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</p>
---	---	--	--

<p>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</p>			
<p>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</p>	<p>модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области физики</p>	<p>ПК-4.2 [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</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>3-ПК-4.2[1] - Знать основные принципы составления плана поиска, сбора и исследования научно-технической информации по разработке ускорителей заряженных частиц; У-ПК-4.2[1] - Уметь проводить поиск и анализ научно-технической информации на поставленные исследовательские задачи в области инновационных разработок заряженных частиц и радиационных технологий; В-ПК-4.2[1] - Владеть методами представления информации в систематизированном виде, оформлять научно-технические отчеты.</p>

<p>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</p>			
<p>участие в создании новых объектов техники и технологии (в сфере наукоемких технологий)</p>	<p>инновационный; модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области физики</p>	<p>ПК-6 [1] - Способен разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности научно-производственного коллектива, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>3-ПК-6[1] - Знать основы планирования и организации научных инновационных исследований в профессиональной области; правила и принципы научной этики, методики оценки инновационных проектов. ; У-ПК-6[1] - Уметь оценивать и развивать инновационный потенциал новых научных и научно-технологических разработок, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов.; В-ПК-6[1] - Владеть</p>

			навыками планирования организации инновационной деятельности научно- производственного коллектива и технико- экономической оценки (экспертизы) инновационных проектов
--	--	--	---

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (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	Раздел 1	1-8	8/16/16		25	КИ-8	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4.2, У-ПК-4.2, В-ПК-4.2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
2	Раздел 2	9-16	8/16/16		25	КИ-15	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4.2,

							У-ПК-4.2, В-ПК-4.2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		16/32/32		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4.2, У-ПК-4.2, В-ПК-4.2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6

\* – 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
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	16	32	32
1-8	<b>Раздел 1</b>	8	16	16

1	<b>Введение</b> Введение. Предмет курса. Характерные диапазоны напряжений, токов, мощностей и частот повторения импульсов мощного электропитания электрофизических установок. Основные параметры импульсов и требования к устройствам их формирования. Обобщенная структурная схема устройств МИТ.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
1 - 5	<b>Тема 1</b> Линии передачи. Назначение и классификация линий передачи. Однородные и неоднородные линии. Переходные процессы в электрических цепях, содержащих отрезки линий передачи. Конструктивные типы линий передачи, используемых в устройствах МИТ. Искажения наносекундных импульсов при их передаче по линии. Трансформаторы на линиях передачи.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
6 - 8	<b>Тема 2</b> Импульсные трансформаторы с сосредоточенными параметрами. Принцип действия и устройство импульсного трансформатора. Эквивалентная схема трансформатора. Переходный процесс формирования импульсов. Процессы в сердечниках импульсных трансформаторов. Паразитные параметры трансформаторов. Последовательность расчета импульсных трансформаторов. Трансформаторы для получения больших импульсных токов	Всего аудиторных часов		
		8	16	16
		Онлайн		
9-16	<b>Раздел 2</b>	8	16	16
9 - 10	<b>Тема 3</b> Тема 4. Накопители энергии. Емкостные накопители. Индуктивные накопители. Прочие виды накопителей.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
11 - 12	<b>Тема 4</b> Физические принципы формирования импульсов с использованием отрезков линий передачи. Одинарная формирующая линия. Двойная формирующая линия. Формирование импульсов из исходного перепада напряжения. Формирование перепадов напряжений и токов в нелинейных цепях.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
13 - 14	<b>Тема 5</b> Основные типы, области применения и параметры коммутирующих устройств. Импульсные модуляторные лампы. Тиристоры. Особенности управления. Переходные процессы при включении и выключении. Разрядники. Управление искровыми разрядниками.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
15	<b>Тема 6</b> Генераторы импульсов на модуляторных лампах. Типы импульсных генераторов. Схемы и расчет элементов схемы ламповых генераторов. Линейные модуляторы. Схемы линейных модуляторов. Расчет элементов схем.	Всего аудиторных часов		
		8	16	16
		Онлайн		
0	0	0		

Сокращенные наименования онлайн опций:

<b>Обозна</b>	<b>Полное наименование</b>
---------------	----------------------------



<b>чение</b>	
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>3 Семестр</i>
	<b>1</b> Линии передачи. Назначение и классификация линий передачи. Однородные и неоднородные линии. Переходные процессы в электрических цепях, содержащих отрезки линий передачи. Конструктивные типы линий передачи, используемых в устройствах МИТ. Искажения наносекундных импульсов при их передаче по линии. Трансформаторы на линиях передачи.
	<b>2</b> Генераторы импульсов на модуляторных лампах. Типы импульсных генераторов. Схемы и расчет элементов схемы ламповых генераторов. Линейные модуляторы.. Схемы линейных модуляторов. Расчет элементов схем.

#### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>3 Семестр</i>
	<b>1</b> Линии передачи. Назначение и классификация линий передачи. Однородные и неоднородные линии. Переходные процессы в электрических цепях, содержащих отрезки линий передачи. Конструктивные типы линий передачи, используемых в устройствах МИТ. Искажения наносекундных импульсов при их передаче по линии. Трансформаторы на линиях передачи.
	<b>2</b> Генераторы импульсов на модуляторных лампах. Типы импульсных генераторов. Схемы и расчет элементов схемы ламповых генераторов. Линейные модуляторы.. Схемы линейных модуляторов. Расчет элементов схем.

### 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;
- выполнение практических работ в форме компьютерного моделирования основных устройств мощной импульсной техники и их взаимодействия: импульсного трансформатора, линий передачи (в том числе, искусственных), генераторов на основе одинарной и двойной формирующих линий и компрессоров энергии радиоимпульсов.
- применение форм дистанционного (внеаудиторного) обучения. Предусмотрено, что часть практических работ может выполняться студентами в удаленном режиме в любое удобное для них время.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, с учетом особенностей контингента студентов, в целом в учебном процессе составляет не менее 50% аудиторных занятий. Лекции составляют 60% аудиторных занятий.

## 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-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-4.2	З-ПК-4.2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4.2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4.2	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-6	З-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-6	Э, 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 – «неудовлетворительно»	F	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. 621.37 П56 Мощная импульсная техника Ч.1 Элементы схем и источники питания, , : МИФИ, 2007
2. ЭИ П56 Мощная импульсная техника Ч.1 Элементы схем и источники питания, , : МИФИ, 2007
3. ЭИ М87 Мощные электроимпульсные системы Ч. 2 Формирование и передача импульсной электромагнитной энергии экстремально высокой мощности, , Москва: МИФИ, 2008
4. 621.37 М87 Мощные электроимпульсные системы Ч. 2 Формирование и передача импульсной электромагнитной энергии экстремально высокой мощности, , Москва: МИФИ, 2008

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.38 Г55 Современная электронная элементная база в приборах и системах физики высоких энергий, космофизики и медицины : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. ЭИ М87 Мощные электроимпульсные системы Ч. 1 Сильноточные диоды и системы диагностики, , : МИФИ, 2008
3. 621.37 М87 Мощные электроимпульсные системы Ч. 1 Сильноточные диоды и системы диагностики, , : МИФИ, 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. 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 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).

Автор(ы):

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