

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Кафедра «Электрофизические установки»

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан факультета «Автоматика и электроника»

_____ / **Першенков В.С.** /

« ____ » _____ **2009**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Радиотехника и техника СВЧ: Мощная импульсная техника»

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ))

Специальность / направление подготовки

«Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника»

Специализация / профиль подготовки

«Физика пучков заряженных частиц и электрофизических установок»

Квалификация (степень) выпускника магистр

Форма обучения очная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО.

Автор(ы) Пономаренко Алексей Гаврилович _____

Рецензент(ы) _____

Зав.кафедрой

_____ / **Диденко А.Н.** /

Программа одобрена на заседании кафедры
от 2009 года, протокол № 2.

« ____ » _____ **2009**

г. Москва – 2009 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) «Радиотехника и техника СВЧ: Мощная импульсная техника (МИТ)» 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 ВПО

Данная дисциплина относится к разделу «Радиотехника и техника СВЧ».

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

Усвоение курса МИТ 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. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины студент должен:

1) Знать:

- физические принципы формирования мощных импульсов электропитания;
- элементы схем систем МИТ;
- принципы построения современных источников силового электропитания;
- коммутаторы и особенности их применения в милли-, микро- и наносекундном диапазонах времен;
- характерные схемы построения систем МИТ, методы и средства обеспечения их электромагнитной совместимости с сетью энергоснабжения и другим физическим оборудованием.

2) Уметь:

- сравнивать варианты и выбирать структуру системы МИТ в зависимости от особенностей решаемой задачи;
- выбирать элементную базу, выполнять инженерный расчет и конструирование систем МИТ;
- строить адекватные расчетные модели проектируемых систем для их компьютерного моделирования.

3) Владеть:

- средствами компьютерного моделирования процессов в цепях МИТ и силового электропитания с помощью универсальных программ типа Micro-Cap или аналогичных.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Структура курса.

Лекции – 51 час, практические занятия (семинары) – 17 час., лабораторные работы – 17 час.

Формы контроля.

Промежуточный - СК-8; итоговый - зачет;

Содержание курса. Лекции.

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. Электромагнитная совместимость и ее значение для устройств МИТ.

Часть 1. Источники питания устройств МИТ.¹

Тема 1. Системы электроснабжения установок. Классификация источников вторичного электропитания. Структурные схемы источников электропитания. Способы регулирования выходного напряжения. Общие требования к источникам электропитания установок. Требования ГОСТ и международных стандартов к электромагнитной совместимости установок.

Тема 2. Выпрямители. Двухполупериодный выпрямитель со средней точкой. Однофазная мостовая схема выпрямителя. Особенности работы выпрямителей при прямоугольной форме входного напряжения. Трехфазные выпрямители. Особенности построения высоковольтных и высокопотенциальных выпрямителей. Сглаживающие фильтры.

Тема 3. Тиристорные источники питания с фазовым управлением. Схема тиристорного выпрямителя со средней точкой. Тиристорный выпрямитель с обратным диодом. Мостовые схемы с тиристорами. Регулируемый выпрямитель с вольтодобавкой. Включение тиристорov в цепи выпрямленного тока и первичной обмотки трансформатора.

Тема 4. Импульсные стабилизированные источники электропитания. Стабилизаторы непрерывного действия и их недостатки. Классификация импульсных источников электропитания. Чопперный DC/DC-преобразователь. Бустерный DC/DC-преобразователь. Применение синхронных выпрямителей в DC/DC-преобразователях. Инвертирующий преобразователь. Импульсные корректоры коэффициента мощности. Однотактные преобразователи с гальванической развязкой. Пуш-пушная схема двухтактного преобразователя. Полумостовая схема DC/DC-преобразователя. Мостовая схема DC/DC-преобразователя. Резонансные преобразователи DC/DC.

Часть 2. Элементы схем и принципы формирования импульсов.

Тема 5. 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

Тема 6. 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.

Тема 7. Накопители энергии. Емкостные накопители. Индуктивные накопители. Прочие виды накопителей.

Тема 8. Физические принципы формирования импульсов с использованием отрезков линий передачи. Одинарная формирующая линия. Двойная формирующая линия. Формирование импульсов в цепях с последовательным включением отрезков линий. Формирование импульсов из исходного перепада напряжения. Формирование перепадов напряжений и токов в нелинейных цепях.

¹ Решением заведующего кафедрой А.Н.Диденко данный раздел дисциплины исключен, как наносящий ущерб подготовке специалистов по физике и технике ускорителей. Накануне указанного сокращения общий объем учебных часов дисциплины составлял 68лек + 17сем + 17лаб = 102 аудиторных часа на 8 семестре и 36лек + 18лаб = 54 часа – на 9 семестре.

Часть 3. Коммутирующие устройства.

Тема 9. Основные типы, области применения и параметры коммутирующих устройств.

Тема 10. Импульсные модуляторные лампы. Конструкции, характеристики, параметры. Особенности работы ламп в милли- и наносекундном диапазоне длительностей импульсов.

Тема 11. Транзисторы. Конструкции. Характеристики. Параметры. Переходные процессы при включении и выключении.

Тема 12. Тиристоры. Конструкции. Характеристики. Параметры. Особенности управления. Переходные процессы при включении и выключении. Ограничения в режимах формирования милли- и наносекундных импульсов.

Тема 13. Разрядники. Конструкции. Характеристики. Параметры. Управление искровыми разрядниками. Формирование газового разряда. Процессы в контуре с разрядником. Обостряющий и закорачивающий разрядники.

Часть 4. Схемы мощных импульсных устройств широкого применения.

Тема 14. Генераторы импульсов на модуляторных лампах. Типы импульсных генераторов. Схемы и расчет элементов схемы ламповых генераторов.

Тема 15. Линейные модуляторы. Схемы линейных модуляторов. Расчет элементов схем.

Тема 16. Специальные схемы импульсных генераторов. Генераторы импульсов миллисекундного и микросекундного диапазонов. Генераторы с мягким коммутатором и частичным разрядом. Транзисторные генераторы мощных импульсов. Генератор на основе трансформатора Тесла. Формирование прямоугольных импульсов на емкостной нагрузке. Генераторы импульсов напряжения и тока специальной формы. Генераторы наносекундных импульсов на линиях с ударной волной. Генераторы импульсов в схемах с нелинейной индуктивностью.

Часть 5. Генераторы больших импульсных напряжений (ГИН) и токов (ГИТ)

Тема 17. Генераторы импульсов напряжения мегавольтного диапазона. Схема умножения напряжения Аркадьева-Маркса. Процессы заряда и разряда. Двухкаскадные генераторы мощных наносекундных импульсов для ускорителей прямого действия. Генераторы высоковольтных импульсов с индуктивным накопителем.

Тема 18. Генераторы больших импульсов тока. Варианты схем с емкостными накопителями. Особенности параллельной работы разрядников. Формирование униполярных импульсов тока. Схемы ГИТ с индуктивными накопителями энергии. Рекуперация энергии в ГИТ. Управление полярностью импульсов тока.

Лабораторные работы на основе компьютерного моделирования.

Лабораторная работа №1. Исследование переходных процессов в длинных линиях. (4 часа).

Лабораторная работа №2. Исследование импульсных трансформаторов. (8 часов).

Лабораторная работа №3. Формирующие линии и их применение для генерации мощных прямоугольных видеоимпульсов и компрессии энергии радиоимпульсов. (5 часов аудиторных и 10 часов в удаленном режиме).

Примечание. Лабораторные работы №1 и №2 выполняются в дисплейном классе кафедры ЭФУ или дисплейном классе МИФИ (под ОС Windows). Лабораторная работа №3 выполняется частично в МИФИ (под ОС Windows), а частично – в удаленном режиме в среде программы Micro-Cap.

Практические занятия.

Практические занятия проводятся в диалоговом режиме в форме консультаций по разбору конкретных ситуаций расчета и проектирования устройств МИТ, подлежащих изучению на лабораторных работах (обсуждается выполнение индивидуального предварительного задания к лабораторной работе).

Часть практических занятий посвящена защите лабораторных работ и критическому анализу полученных результатов.

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 лабораторных работ.
- Выполнение лабораторных работ в форме компьютерного моделирования основных устройств МИТ 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 лабораторных 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. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Формы текущего контроля успеваемости:

- учет выполнения индивидуальных заданий к лабораторным работам (регулярно, во время семинарских занятий);
- учет выполнения лабораторных работ (регулярно, по графику лабораторных работ);
- внутрисеместровый промежуточный контроль (на 8-й учебной неделе).

Аттестация по итогам освоения дисциплины: зачет на последней неделе семестра.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:

- описания лабораторных работ с вариантами индивидуальных заданий;
- темы заданий (рефератов) по разделам дисциплины, не охваченным лекциями (для студентов, активно участвующим в занятиях, успешная защита реферата может расцениваться как итоговый зачет по курсу);
- основная и дополнительная литература по МИТ.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература: А.Г. Пономаренко. Мощная импульсная техника, ч. 1: Элементы схем и источники питания. М.: МИФИ, 2007г.

б) дополнительная литература:

- Л.И. Юдин. Мощная импульсная техника. Часть 1. Элементы схем. М. МИФИ. 1976.
- Л.И. Юдин. Мощная импульсная техника. Часть 2. Коммутирующие устройства. М. МИФИ. 1977.
- Л.И. Юдин. Мощная импульсная техника. Часть.3. Импульсные схемы широкого применения. М. МИФИ. 1977.

- Л.И. Юдин. Генераторы импульсов больших напряжений и токов. Учебное пособие. М. МИФИ. 1983.
- в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы
- Пакет программного обеспечения лабораторных работ №1 и №2 в виде файлов исполняемых модулей.
 - Пакет заготовок расчетных моделей к лабораторной работе №3 в форме, принятой в программе Micro-Cap (файлы формата .cir).
 - Пакет программного обеспечения кафедрального сервера.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- Дисплейный класс кафедры Электрофизических установок МИФИ
- Дисплейные классы МИФИ.
- Сервер кафедры Электрофизических установок МИФИ с круглосуточным режимом работы, обеспеченный каналом связи с Internet.