

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Саровский физико-технический институт -

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, член корр.РАН, д.ф.м.н.

_____ А.К.Чернышев

«___» _____ 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МОЩНЫЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	<u>3.04.01 «Прикладные математика и физика»</u>
Наименование образовательной программы	<u>электрофизика</u>
Квалификация (степень) выпускника	<u>магистр</u>
Форма обучения	<u>очная</u>

Программа одобрена на заседании кафедры

Заведующий кафедрой «ЭФ»,
д.ф.м.н., доцент

протокол № 2 от 03.02.2023г.

_____ Ю.Б. Кудасов
03.02.2023г.

г. Саров, 2023г.

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/
3	32	2	72	16	16	-	40	0	зСоц
ИТОГО	32	2	72	16	16	-	40	0	зСоц

АННОТАЦИЯ

В курсе «Мощные электрофизические установки» даются основные представления о месте МЭФУ в физике высоких плотностей энергии, о роли МЭФУ в развитии фундаментальных знаний о природе. Проводится ознакомление с основными принципами и схемами построения МЭФУ на основе емкостного и индуктивного (в том числе и взрывного на принципе магнитной кумуляции) накопления энергии. Обеспечивается необходимый объем знаний об основных методах диагностики параметров МЭФУ и их нагрузок для дальнейшего углубленного изучения и проведения самостоятельных научных исследований в области физики высоких плотностей энергии.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины «Мощные электрофизические установки» необходимы знания по курсам общей физики, университетскому курсу математики и курсу физики твердого тела в объеме двух семестров. Необходимо иметь начальные навыки обращения с чертежами и электронными схемами, обладать знаниями основ электроники и электротехники.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Мощные электрофизические установки», входит в первый блок части: Дисциплины, формируемая участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки 03.04.01 «Прикладная математика и физика» по программе «Электрофизика». Является дисциплиной по выбору.

Опирается на материал следующих дисциплин, читаемых студентам физико-технических специальностей: высшая математика (дифференциальные уравнения и интегральное исчисление), общая физика (электричество и магнетизм).

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

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	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский			
планирование и проведение научных работ в соответствии с утвержденным направлением исследований в области электрофизики	мощные электрофизические установки: мощные источники электрических импульсов, крупномасштабные лабораторные электрофизические установки высоковольтные и сильноточные системы, ускорители заряженных частиц, мощные ВЧ- и СВЧ-генераторы, взрывомагнитные источники энергии, диагностические комплексы, и вспомогательное оборудование	ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательски испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра	З-ПК-3 Знать основные методы исследований, принципы работы приборов избранной предметной области У-ПК-3 Уметь выбирать необходимые технические средства для проведения экспериментальных исследований в избранной предметной области, обрабатывать полученные экспериментальные результаты В-ПК-3 Владеть навыками работы с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинар ы	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальн ый балл (см. п. 6.3)
			16	16	-	40		
Семестр № 3								
1.	РАЗДЕЛ 1	1-8	8	8	-	20		
1.1.	1 тема. Назначение, принцип действия и устройство основных типов МЭФУ. История развития, уровни тока, энергии и мощности современных МЭФУ.	1	1	2	-	4	УО	3
1.2.	2 тема. Емкостные накопители энергии (ЕНЭ), их устройство, схема действия. Уравнения, описывающие разряд емкости на L и LE нагрузки. Их решение.	2-3	1	2	-	4	УО	3
1.3	3 тема. Силовые высоковольтные конденсаторы. Коммутаторы различных типов в цепи ЕНЭ: тригатроны, разрядники вакуумные, с твердым диэлектриком, с поверхностным пробоем, взрывные.	4-5	1	2	-	4	УО	3
1.4	4 тема. Индуктивные накопители энергии (ИНЭ). Проблемы создания мощных ИНЭ: термическая и динамическая устойчивость. Запитка индуктивных накопителей.	6-7	1	2	-	4	ДЗ	3
Рубежный контроль		8	ДЗ					5
2.	РАЗДЕЛ 2		8	16		20		
2.1	5 тема. Проблемы вывода энергии и ИНЭ в нагрузку. Размыкатели тока, их принцип действия. Типы размыкателей: электровзрывные, плазменно-эрозионные, взрывные плазменнопоточные, другие.	9	1	1	-	4	УО	3

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			16	16	-	40		
2.2	6 тема. Формирование высоковольтных импульсов. Сжатие импульса тока во времени. Установки «Сатурн» Z, ZR и другие.	10-11	1	1	-	4	УО	3
2.3	7 тема. Диагностические методы импульсных магнитных полей токов и напряжений. Метод Фарадея, пояса Роговского делители напряжений.	12	1	2	-	4	УО	3
2.4	8 тема. Взрывные электрофизические установки. Принцип работы ВМГ. Основные соотношения магнитной кумуляции.	13-14	1	1	-	4	УО	3
2.5	9 тема. Спиральные и дисковые ВМГ. Их устройство, назначение, выходные параметры. Применение ВМГ в научных исследованиях.	15	1	1	-	4	ДЗ	3
Рубежный контроль		15	ДЗ					5
Промежуточная аттестация			Зачет С оценкой				27	0-50
Посещаемость								5
Итого:			16			40	27	100

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

ДЗ – домашнее задание

зСоц-зачет с оценкой

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	РАЗДЕЛ 1	
1.1	1 тема. Назначение, принцип действия и устройств основных типов МЭФУ. История развития, уровни тока, энергии и мощности современных МЭФУ.	Дано определение мощной электрофизической установки (МЭФУ). Определено место МЭФУ в физике высоких плотностей энергии. Показана роль МЭФУ в развитии фундаментальных знаний о природе. Кратко описаны принцип действия и устройство основных типов МЭФУ. Кратко рассмотрены история развития, уровни тока энергии и мощности современных МЭФУ.

1.2	2 тема. Емкостные накопители энергии (ЕНЭ) их устройство, схема действия. Уравнения описывающие разряд емкости на L и LR нагрузки. Их решение.	Рассмотрен вывод уравнений, описывающих разряд емкости на индуктивную и активно-индуктивную нагрузки и их решение. Описаны устройство и схема действия емкостных накопителей энергии. Отмечено, что проблему получения высокой энергии емкостных накопителей решают, используя большое количество конденсаторов, поэтому удельные характеристики накопителя несколько раз хуже, чем у отдельного конденсатора.
1.3	3 тема. Силовые высоковольтные конденсаторы. Коммутаторы различных типов в цепях ЕНЭ: тригatronные разрядники вакуумные, твердым диэлектриком, поверхностным пробоем взрывные.	Представлены характеристики некоторых типов высоковольтных низкоиндуктивных конденсаторов. Рассмотрены устройство и принцип действия различных типов коммутаторов, применяемых в цепи емкостных накопителей: тригatronов, вакуумных разрядников, разрядников с твердым диэлектриком, разрядников с поверхностным пробоем, взрывных разрядников.
1.4	4 тема. Индуктивные накопители энергии (ИНЭ). Проблемы создания мощных ИНЭ: термическая, динамическая устойчивость. Запитка индуктивных накопителей.	Отмечены проблемы, возникающие при создании мощных индуктивных накопителей: динамическая и термическая устойчивость, и пути уменьшения их влияния. Перечислены устройства, использующиеся для запитки индуктивных накопителей. Рассмотрены схемы генераторов на основе индуктивных накопителей.
1.2	РАЗДЕЛ 2	
1.3	5 тема. Проблемы вывод энергии из ИНЭ в нагрузку. Размыкатели тока, и принцип действия. Типы размыкателей: электровзрывные, плазменно-эрозионные, взрывные плазменнопоточные, другие.	Отмечены проблемы, возникающие при коммутации тока и индуктивного накопителя в нагрузку. Рассмотрен вывод уравнений для расчета коммутации тока индуктивного накопителя в нагрузку размыкателем с известной зависимостью сопротивления от времени и их решение. Описаны устройство и принцип действия различных типов размыкателей: электровзрывных, плазменно-эрозионных, взрывных, плазменнопоточных и других.
1.4	6 тема. Формирование высоковольтных импульсов. Сжатие импульса тока во времени. Установка «Сатурн», Z, ZR и другие.	Рассмотрено использование схемы Маркса для формирования высоковольтных импульсов. Отмечено, что для формирования импульсов длительностью менее микросекунды используются коаксиальные или полосковые формирующие линии, распределенными параметрами с жидким диэлектриком между электродами. Представлены характеристики установок «Сатурн», Z, ZR и других.
2.3	7 тема. Диагностические методы импульсных магнитных полей, токов и напряжений. Метод Фарадея пояса Роговского, делители напряжений.	Рассмотрен принцип работы и условия использования некоторых диагностических методик измерения импульсных магнитных полей, токов и напряжений: индукционных датчиков, поясов Роговского, магнитооптических датчиков и делителей напряжения и кратко рассказано о других методиках.
2.4	8 тема. Взрывные электрофизические установки. Принцип работы ВМГ. Основные соотношения магнитной кумуляции.	Рассмотрены основные соотношения магнитной кумуляции и факторы, влияющие на магнитную кумуляцию. Описаны устройство и принцип работы различных типов взрывомагнитных генераторов (ВМГ). Показано, что для расчета характеристик импульса тока ВМГ используется его представление электрическим контуром. Рассмотрены некоторые электрофизические установки на основе взрывомагнитных генераторов.
2.5	9 тема. Спиральные дисковые ВМГ. Их устройство, назначение	Рассмотрены устройство, назначение, принцип работы и выходные параметры наиболее часто используемых взрывомагнитных генераторов – спиральных и дисковых. Отмечены их достоинства

	выходные параметры недостатка. Описано применение устройств на основе Применение ВМГ в научных исследованиях. взрывомагнитных генераторов в научных исследованиях в области исследованиях. физики высоких плотностей энергии.
--	---

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины/Содержание
1.	Программные средства для численного решения задач в рамках данной дисциплины.
2.	Определение параметров импульса тока в нагрузке при ее запитке от конденсаторной батареи.
3	Определение индуктивности и сопротивления в цепи разряда конденсаторной батареи при известном максимальном токе и моменте времени, в который он достигается.
4	Определение параметров импульса тока в нагрузке при ее запитке от индуктивного накопителя с размыкателем тока.
5	Определение сопротивления размыкателя по известным значениям производной тока в индуктивном накопителе и в нагрузке.
6	Определение параметров импульса тока в нагрузке при ее запитке от индуктивного накопителя с электровзрывным размыкателем тока.
7	Обработка результатов опыта с ВМГ по данным с индукционных датчиков и поясов Роговского.
8	Оценка параметров импульса тока в нагрузке при её запитке от ВМГ.
9	Расчет разлета центральной трубы в спиральном ВМГ под действием продуктов детонации.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

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

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр № 3				
Раздел 1	1 тема. Назначение, принцип действия и устройство основных типов МЭФУ. История развития, уровни тока, энергии и мощности современных МЭФУ.	ПК-3	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО-1,2
	2 тема. Емкостные накопители энергии (ЕНЭ), их устройство, схема действия. Уравнения, описывающие разряд емкости на L и LR нагрузки. Их решение.		3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО-3,4,5
	3 тема. Силовые высоковольтные конденсаторы. Коммутаторы различных типов в цепи ЕНЭ: тригатроны, разрядники вакуумные, с твердым диэлектриком, с поверхностным пробоем, взрывные.		3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО-6,7

	4 тема. Индуктивные накопители энергии (ИНЭ). Проблемы создания мощных ИНЭ: термическая и динамическая устойчивость. Запитка индуктивных накопителей.		3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО-8
Рубежный контроль		ПК-3	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	ДЗ-9
Раздел 2	5 тема. Проблемы вывода энергии из ИНЭ в нагрузку. Размыкатели тока, их принцип действия. Типы размыкателей: электровзрывные, плазменно-эрозионные, взрывные, плазменнопоточные, другие.		3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО-10
	6 тема. Формирование высоковольтных импульсов. Сжатие импульса тока во времени. Установки «Сатурн», Z, ZR и другие.		3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО-11
	7 тема. Диагностические методы импульсных магнитных полей, токов и напряжений. Метод Фарадея, пояса Роговского, делители напряжений.		3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО-12
	8 тема. Взрывные электрофизические установки. Принцип работы ВМГ. Основные соотношения магнитной кумуляции.		3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО-13
	9 тема. Спиральные и дисковые ВМГ. Их устройство, назначение, выходные параметры. Применение ВМГ в научных исследованиях.		3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО-14
Рубежный контроль		ПК-3	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	ДЗ-15
Промежуточная аттестация		ПК-3	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	зСо-16

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.2.1 Примерные темы домашнего задания (ДЗ)

1. Определить зависимости от времени тока разряда конденсаторной батареи и напряжения на ней при заданных параметрах разрядного контура и начальном напряжении на конденсаторной батарее. Решить задачу аналитически и численно. Сравнить результаты. Проконтролировать правильность решения задачи по балансу энергии.
2. Найти индуктивность и сопротивление разрядного контура конденсаторной батареи, если известны ёмкость батареи и начальное напряжение на ней, а также зависимость тока разряда батареи от времени. Проверить правильность решения задачи путем расчета разрядного тока при найденных значениях индуктивности и сопротивления.
3. Определить зависимости от времени тока в индуктивном накопителе и в нагрузке при заданных значениях индуктивности накопителя и нагрузки, разрываемом токе и заданной постоянной скорости нарастания сопротивления размыкателя. Решить задачу аналитически и численно. Сравнить результаты. Проконтролировать правильность решения задачи по балансу магнитного потока и

энергии.

4. Определить зависимость сопротивления размыкателя от времени по заданным значениям зависимости производной тока в индуктивном накопителе и производной тока в нагрузке от времени и при известных значениях разрываемого тока и индуктивности нагрузки.
5. Определить моменты начала и окончания плавления и испарения проводника электровзрывного размыкателя при заданном импульсе тока через него.
6. Найти зависимость тока ВМГ от времени по результатам измерений производной тока индуктивным датчиками и результатам измерений тока начальной запитки ВМГ поясами Роговского.
7. Определить зависимость тока ВМГ от времени, если известна зависимость индуктивности ВМГ от времени и его коэффициент совершенства.
8. Найти скорость движения внешней границы центральной трубы спирального ВМГ под действием продуктов детонации при заданных её размерах и заданных параметрах взрывчатого вещества.

5.2.2. Примерные задания к устному опросу (УО) и Зачету с оценкой (зСо)

1. Назначение, устройство, принцип действия и основные типы МЭФУ. Емкостные накопители энергии.
2. Разряд емкости на L и LR нагрузки. Основные уравнения и их решение.
3. Силовые электрические конденсаторы. Основные требования
4. Твердая изоляция и пропитывающие жидкости.
5. Разрядники в цепи емкостного накопителя энергии. Основные требования к ним, технические решения.
6. Индуктивные накопители энергии. Принцип действия, проблемы, возникающие при создании мощных ИНЭ.
7. Требования к размыкателям тока.
8. Электровзрывные размыкатели тока.
9. Плазменно-эрозионные размыкатели тока.
10. Взрывные размыкатели тока.
11. Плазменно-поточный размыкатель тока.
12. Формирование высоковольтных импульсов путем сжатия импульса тока во времени.
13. Установки «Сатурн», Z, ZR и другие.
14. Диагностика импульсных магнитных полей, токов и напряжений. Эффект Фарадея. Пояса Роговского и делители напряжения.
15. Взрывные электрофизические установки. Принцип действия. Основные уравнения магнитной кумуляции.
16. Спиральные ВМГ.
17. Дисковые ВМГ.
18. Применение ВМГ в научных экспериментах. Основные достижения в физике высоких плотностей энергии.

5.2.3. Интерактивная форма, используемая в реализации дисциплины (УО)

При выполнении интерактивных занятий студентам предлагается решить следующие проблемы:

- Мозговой штурм;
- Case-study (анализ конкретных задач или ситуаций);

№	Проблемы для интерактивных занятий	Условия	Методы и средства контроля
1	Определение параметров импульса тока в нагрузке при ее запитке от конденсаторной батареи	Заданы емкость, индуктивность, сопротивление и начальное напряжение конденсаторной батареи, а также индуктивность и сопротивление нагрузки. Определить максимальный ток в нагрузке и время его достижения.	Оценка активности участия студента. Презентация результатов деятельности студентов
2	Определение параметров импульса тока в нагрузке при ее запитке от индуктивного накопителя с размыкателем тока.	Заданы индуктивность, сопротивление и начальный ток накопителя, сопротивление размыкателя, а также индуктивность и сопротивление нагрузки. Определить максимальный ток в нагрузке и характерное время его нарастания.	
3	Оценка параметров импульса тока в нагрузке при ее запитке от ВМГ.	Заданы начальная индуктивность и начальный ток ВМГ, время работы ВМГ, а также индуктивность и сопротивление нагрузки. Оценить максимальный ток в нагрузке и характерное время его нарастания, используя различные модели для учета потерь магнитного потока.	
4	Расчет результатов опыта с ВМГ по данным с индукционных датчиков и поясов Роговского.	Даны результаты одного из опытов с ВМГ в виде сигналов с индукционных датчиков и поясов Роговского. Определить параметры импульса тока ВМГ.	
5	Расчет индуктивности спирального ВМГ.	Заданы количество секций статора, длина секций и шаг витков в каждой из них, а также толщина лайнера и толщина заряда ВВ спирального ВМГ. Определить индуктивность ВМГ.	

5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

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.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. «Физика и техника мощных импульсных систем», под редакцией Е.П. Велихова, М.: Энергоатомиздат, 1987 г.

2. «Взрывные генераторы мощных импульсов электрического тока», под редакцией В.Е. Фортова. М.: Наука, 2002.
3. Магнитокумулятивные генераторы – импульсные источники энергии: Монография. В 2 томах / Под ред. В.А. Демидова, Л.Н. Пляшкевича, В.Д. Селемира. – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ. – Том 1 – 2011. – 439 С., Том 2 – 2019. – 274 С.
4. Г.А.Месяц «Импульсная энергетика и электроника» М.:Наука, 2004г.
5. Г. Кнопфель «Сверхсильные импульсные магнитные поля» М.: Мир, 1972 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. «Вопросы современной экспериментальной и теоретической физики», под редакцией А.П. Александрова, М.: Наука, 1984 г.
2. Г.С. Кучинский «Силовые импульсные конденсаторы» М.: Энергия, 1975.

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>)
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>)
3. Сайт СарФТИ НИЯУ МИФИ (<http://sarfti.ru>), раздел «Учебно-методические пособия»
4. программное обеспечение (среда для LMTD расчетов MindLab 5.0, LMTART), интернет-ресурсы среда Maple, MatLab, базы данных aps.org, Elsevier.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины производится на базе учебной лаборатории кафедры в СарФТИ НИЯУ МИФИ учебного корпуса. Лаборатория оснащена современным оборудованием, позволяющим проводить практические занятия. Здесь же проводятся консультации по текущим вопросам и по квалификационным проектам.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Практические работы являются частью занятия и выполняются под контролем наставника с использованием результатов практических занятий, в том числе – и в качестве практических занятий.

В качестве материально-технического обеспечения используются также ресурсы и программно-аппаратное обеспечение компьютерного класса.

При выполнении практических, научно-исследовательских, опытно-конструкторских, хозяйственных и госбюджетных работ используются современные средства измерения и контроля разных фирм и др.

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении дисциплины применяются активная и интерактивная формы обучения в сочетании с самостоятельной работой. На аудиторных занятиях происходит изложение нового теоретического материала в виде лекций, разбираются решения типичных задач на применение полученных сведений для более глубокого понимания, проводится контроль выполнения домашних работ. Во время лекционных и практических занятий используются презентации и обсуждаются новые эксперименты, проводимые на мощных электрофизических

установках, а также новые работы по численному моделированию этих экспериментов, которые появились в научной литературе.

Организация занятий обязательно включает диалог со студентами по вопросам решения задач. Во время контроля выполнения заданий, предложенных для внеаудиторной самостоятельной работы, производится выступление студентов с вариантами решений.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов состоит из двух взаимосвязанных частей. Первая представляет собой освоение теоретического материала, вторая – приобретение практических навыков решения задач. Освоение теоретического материала производится по лекциям и указанной основной и дополнительной литературе. Решение задач, предложенных в качестве домашнего задания, позволяет студентам научиться решать типичные задачи, возникающие при работе с электрофизическими установками.

Для решения воспитательных и учебных задач дисциплины используется 16 занятий в интерактивной форме (из РУПа).

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки: 03.04.01 «Прикладные математика и физика», профиль подготовки: «Электрофизика»

Автор: доцент кафедры ЭФ, к.ф.-м.н. Власов Юрий Валентинович

Рецензент(ы): доцент кафедры ЭФ к.ф.м.н. Тренькин Алексей Александрович