

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 «Квантовой электроники»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, д.ф.-м.н.

_____ **А.К. Чернышев**

« ___ » _____ **2023г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ДИАГНОСТИКА ПЛАЗМЫ

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	<u>03.04.01 Прикладные математика и физика</u>
Наименование образовательной программы	<u>Квантовая электроника</u>
Квалификация (степень) выпускника	<u>магистр</u>
Форма обучения	<u>очная</u>
Программа одобрена на заседании кафедры	Зав. кафедрой КЭ д.ф.-м.н., профессор _____ Ф.А. Стариков
<u>протокол №</u>	« ___ » _____ 2023г.

г. Саров, 2023 г.

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 Зав. кафедрой КЭ д.ф.-м.н., профессор Ф.А. Стариков

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 Зав. кафедрой КЭ д.ф.-м.н., профессор Ф.А. Стариков

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 Зав. кафедрой КЭ д.ф.-м.н., профессор Ф.А. Стариков

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 Зав. кафедрой КЭ д.ф.-м.н., профессор Ф.А. Стариков

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоёмкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КР	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗСО/
1	32	3	108	32	32	-	8	0	Экзамен
ИТОГО	32	3	108	32	32	-	8	0	36

АННОТАЦИЯ

Дисциплина “ Диагностика плазмы ”, входящая в часть, формируемую участниками образовательных отношений по направлению подготовки 03.04.01 «Прикладные математика и физика», должны иметь представление о проблемах управляемого термоядерного синтеза и основных принципах диагностики плазмы на мощных лазерных установках. Знать основные определения плазмы, основные характеристики лазерного излучения, различия в принципах построения систем с магнитным удержанием плазмы и систем на основе инерциального удержания и т.д..

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса - обучить студентов основным методам диагностики параметров инерциально удерживаемой плазмы и высокотемпературной нестационарной плотной плазмы, получаемой при нагреве и сжатии термоядерных мишеней, облучаемых мощным лазерным излучением. При этом предполагается освоение студентами основных методов измерения различных рентгеновских и корпускулярных потоков, возникающих при облучении мишеней и ознакомление студентов с различной диагностической аппаратурой, применяемой на мощных лазерных установках, в частности на установке «Искра-5».

1. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс “Диагностика плазмы” опирается на материал следующих дисциплин, читаемых студентам физико-математических специальностей: спектроскопия атомов и молекул, физика высоких плотностей энергии, ядерная физика, квантовая оптика и физика лазеров.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по курсам общей физики, основам теоретической физики и университетскому курсу математики. Необходимо уметь работать с приборами, широко используемыми в лазерных лабораториях (осциллограф, спектрограф, калориметр, юстировочный He-Ne лазер). Необходимо знать статистику и теорию обработки экспериментальных измерений, уметь определять погрешности измерений.

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			
<p>планирование и проведение научных работ в соответствии с утвержденным направлением исследований в области лазерной физики</p>	<p>мощные импульсные лазерные установки РФЯЦ ВНИИЭФ для исследований плотной горячей плазмы с диагностическими комплексами и основным и вспомогательным оборудованием; системы мощных импульсных и непрерывных лазеров различного назначения для лазерно-физических исследований со средствами управления лазерным пучком и контроля лазерного излучения; производственные и технологические процессы лазерно-физических и лазерно-плазменных исследований, средства их технологического, инструментального, метрологического, диагностического, информационного и управленческого обеспечения.</p>	<p>ПК-1 Способен самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств</p> <p>Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по Научно-исследовательским и Опытно-конструкторским разработкам»</p>	<p>З-ПК-1 Знать основные методы и принципы научных исследований, математического моделирования, основные проблемы профессиональной области, требующие использования современных научных методов исследования для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств. У-ПК-1 Уметь ставить и решать прикладные исследовательские задачи, оценивать результаты исследований; проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива</p> <p>В-ПК-1 Владеть навыками выбора и использования математических моделей для научных исследований и (или) разработки новых технических средств самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы.</p>
		<p>ПК-2 Способен критически оценивать применяемые методики и методы исследования</p>	<p>З-ПК-2 Знать методики оценки и выбора методов исследования.</p>

		<p>Профессиональный стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами»</p>	<p>У-ПК-2 Уметь критически оценивать применяемые методики и методы исследования В-ПК-2 Владеть навыками оценки методов исследования по выбранным критериям</p>
<p>планирование и проведение научных работ в соответствии с утвержденным направлением исследований в области лазерной физики</p>		<p>ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра</p> <p>Профессиональный стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами»</p>	<p>З-ПК-3 Знать основные методы исследований, принципы работы приборов и установок в 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.</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
			32	32	-	8			
Семестр №1									
1.	Название раздела								
1.1.	Тема 1. Что такое плазма?	1	3	3	-	-	ДЗ-2	5	
1.2.	Тема 2. Управляемый термоядерный синтез и физика высоких плотностей энергии	2	2	2	-	1	КР-4	6	
1.3	Тема 3. Детекторы рентгеновского излучения и их применение	3	4	4	-	1	ДЗ-6	3	
1.4	Тема 4. Формирование рентгеновских изображений	4	3	3	-	1	КР-8	3	
1.5	Тема 5. Спектрографы для рентгеновского излучения	5	3	3	-	1		3	
	Рубежный контроль	9					Тест,	5	
2.	Название раздела								
2.1.	Тема 6 Спектрометрия импульсного рентгеновского излучения	6	4	4	-	1	ДЗ-12	3	
2.2.	Тема 7 Корпускулярная диагностика плазмы	11	3	3	-	1	КР-14	3	
2.3	Тема 8 Нейтронные измерения	12	3	3	-	1	УО	3	
2.4	Тема 9 Диагностика сжатого ядра мишени	13-14	4	4	-	1	КР-17	3	

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
			32	32	-	8			
2.5	Тема 10 Диагностика загрязненных продуктов термоядерных реакций	15-16	3	3	-	1	УО	3	
Рубежный контроль		16	Тест, Контр. и т.п.					5	
Промежуточная аттестация		Экзамен					36 / 0	0 - 50	
Посещаемость							5		
Итого:								100	

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

КР – контрольная работа

Тест – тестирование (письменный опрос)

ДЗ – домашнее задание

РГР – расчетно-графическая работа

Э– экзамен

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Название раздела 1	
1.1.	Тема 1. Что такое плазма?	Определение плазмы Радиус (расстояние) Дебаевского экранирования.
1.2.	Тема 2. Управляемый термоядерный синтез и физика высоких плотностей энергии	УТС с магнитным удержанием плазмы Минимально необходимая температура плазмы Критерий Лоусона Инерциальный термоядерный синтез: Основные понятия Аналог критерия Лоусона Минимальная требуемая энергия лазера для зажигания твердой сплошной мишени Мишени прямого облучения. Мишени непрямого облучения (цилиндрический и сферический кожух-конвертер)
1.3	Тема 3. Детекторы рентгеновского излучения и их применение	Фотоэмульсионный детектор: Сцинтилляционный детектор Приборы с зарядовой связью Вакуумные рентгеновские диоды Полупроводниковые рентгеновские диоды Электронно-оптические рентгеновские регистраторы(хронограф, лупа времени) Микроканальные регистраторы Рентгеновский калориметр
1.4	Тема 4. Формирование рентгеновских изображений	Камера – обскура (оптическая схема, увеличение, пространственное разрешение) Рентгеновские микроскопы: Схема Киркпатрика — Баеза. Схема Вольтера. Использование многослойных интерференционных структур. Использование кристаллов Зонные пластины Френеля.
1.5	Тема 5. Спектрографы для рентгеновского излучения	Спектрографы с кристаллическими диспергирующими элементами: Спектрограф с плоским кристаллом Спектрограф с выпуклым кристаллом Спектрограф с фокусировкой по схеме Иоганна Спектрограф с кристаллом, изогнутым по сферической поверхности Спектрографы с диспергирующими элементами на основе многослойных интерференционных зеркал. Спектрографы с отражающими дифракционными решетками Спектрографы с пропускающими дифракционными решетками
2.	Название раздела 2	
2.1.	Тема 6 Спектрометрия импульс-	Метод краевых фильтров(К-фильтров) Метод фильтров Росса

	ного рентгеновского излучения	Метод флуоресцентного конвертера Метод поглощающих ("серых") фильтров
2.2.	Тема 7 Корпускулярная диагностика плазмы	Ионный коллектор Трековые детекторы. Масс-спектрограф Томсона
2.3	Тема 8 Нейтронные измерения	Измерения интегрального нейтронного выхода Метод протонов отдачи Метод активационных детекторов Метод затянутой регистрации Измерения ионной температуры по уширению нейтронного импульса на заданном расстоянии (время-пролетная методика)
2.4	Тема 9 Диагностика сжатого ядра мишени	Регистрация изображений в собственном излучении ядра Излучение примесных газов. Спектроскопия линий примесных ионов Рентгеновское зондирование с использованием внешнего источника
2.5	Тема 10 Диагностика заряженных продуктов термоядерных реакций	Спектры заряженных истиц Ядра отдачи. Активационная диагностика параметров Вторичные термоядерные реакции. Спектры вторичных протонов и нейтронов Выходы вторичных частиц

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Название раздела 1	
1.1.	Тема 1	Методы обработки фотоэмульсионных детекторов и изображающих пластин
1.2.	Тема 2	Количественная обработка рентгеновских изображений
1.3	Тема 3	Осциллографическая регистрация импульсных излучений, обработка осциллограмм.
1.4	Тема 4	Обработка результатов и нахождение погрешностей проведенных измерений.

Лабораторные занятия

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. Н.Г. Басов, Ю.А.Захаренков, А.А.Рупасов, Г.В.Склизков, А.С.Шиканов. Диагностика плотной плазмы. Под редакцией Н.Г.Басова. Москва, "Наука", 1989г.
2. Таблицы физических величин. Справочник под редакцией академика И.К.Кикоина. Москва, Атомиздат, 1976г.
3. А.И. Веретенников, В.М. Горбачёв, Б.А. Предеин. Методы исследования импульсных излучений. Москва, Энергоатомиздат, 1985г.

Дополнительная литература:

1. J. Lindl, "Development of the indirect-drive approach to inertial confinement fusion and the target physics basis for ignition and gain", Phys. Plasmas, 2 (11), 3933, 1995.

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 1				
Раздел 1	Тема 1. Что такое плазма?	ПК-1, ПК-2	3-ПК-1, У – ПК-1, В – ПК-1 3 –ПК-2, У – ПК-2, В- ПК-2	УО
	Тема 2. Управляемый термоядерный синтез и физика высоких плотностей энергии			
	Тема 3. Детекторы рентгеновского излучения и их применение			
	Тема 4. Формирование рентгеновских изображений			
	Тема 5. Спектрографы для рентгеновского излучения			
Рубежный контроль		ПК-1, ПК-2, ПК-3	3-ПК-1, У – ПК-1, В – ПК-1 3 –ПК-2, У – ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3	Тест
Раздел 2	Тема 6 Спектрометрия импульсного рентгеновского излучения	ПК-2, ПК-3	3 –ПК-2, У – ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3	3 –ПК-2, У – ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3

	Тема 7 Корпускулярная диагностика плазмы			
	Тема 8 Нейтронные измерения			
	Тема 9 Диагностика сжатого ядра мишени			
	Тема 10 Диагностика заряженных продуктов термоядерных реакций			
	Рубежный контроль	ПК-1, ПК-2, ПК-3	3-ПК-1, У – ПК-1, В – ПК-1 3 –ПК-2, У – ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3	Тест
	Промежуточная аттестация	ПК-1, ПК-2, ПК-3	3-ПК-1, У – ПК-1, В – ПК-1 3 –ПК-2, У – ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3	Экзамен

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 вопросы к экзамену или зачету

1. Определение плазмы
2. Радиус (расстояние) Дебаевского экранирования
3. УТС с магнитным удержанием плазмы Минимально необходимая температура плазмы
4. Инерциальный термоядерный синтез. Основные понятия
5. Инерциальный термоядерный синтез. Аналог критерия Лоусона
6. Инерциальный термоядерный синтез. Минимальная требуемая энергия лазера для зажигания твердой сплошной мишени
7. Мишени прямого облучения.
8. Мишени непрямого облучения (цилиндрический и сферический кожух-конвертер)
9. Фотоэмульсионный детектор
10. Сцинтилляционный детектор
11. Приборы с зарядовой связью
12. Вакуумные рентгеновские диоды
13. Полупроводниковые рентгеновские диоды

14. Электронно-оптические рентгеновские регистраторы (хронограф, лупа времени)
15. Микроканальные регистраторы
16. Рентгеновский калориметр
17. Камера – обскура (оптическая схема, увеличение, пространственное разрешение)
18. Рентгеновские микроскопы:
Схема Киркпатрика — Баеза.
19. Рентгеновские микроскопы: Схема Вольтера.
20. Рентгеновские микроскопы:
Использование многослойных интерференционных структур.
21. Рентгеновские микроскопы:
Использование кристаллов
22. Зонные пластины Френеля.
23. Спектрографы с кристаллическими диспергирующими элементами: спектрограф с плоским кристаллом
24. Спектрографы с кристаллическими диспергирующими элементами: спектрограф с фокусировкой по схеме Иоганна
25. Спектрограф с кристаллом, изогнутым по сферической поверхности
26. Спектрографы с диспергирующими элементами на основе многослойных интерференционных зеркал.
27. Спектрографы с отражающими дифракционными решетками
28. Спектрографы с пропускающими дифракционными решетками
29. Метод краевых фильтров (К-фильтров)
30. Метод фильтров Росса
31. Метод флуоресцентного конвертера
32. Метод поглощающих ("серых") фильтров
33. Ионный коллектор
34. Трековые детекторы
35. Масс-спектрограф Томсона
36. Измерения интегрального нейтронного выхода: метод протонов отдачи, метод активационных детекторов
37. Метод затянутой регистрации
Измерения ионной температуры по уширению нейтронного импульса на заданном расстоянии (время-пролетная методика)
38. Рентгеновская диагностика сжатого ядра.
Регистрация изображений в собственном излучении ядра
Излучение примесных газов.

39. Спектроскопия линий примесных ионов

Рентгеновское зондирование с использованием внешнего источника

40. Диагностика заряженных продуктов термоядерных реакций. Спектры заряженных частиц. Ядра отдачи.

41. Диагностика заряженных продуктов термоядерных реакций. Активационная диагностика параметров $\langle r \rangle$ и $\langle r \Delta r \rangle$

42. Вторичные термоядерные реакции. Спектры вторичных протонов и нейтронов

43. Вторичные термоядерные реакции. Выходы вторичных частиц

44. Области применимости методов диагностики $\langle r \rangle$.

5.2.3. Примерные темы домашнего задания

Используя материал оригинальной статьи из реферируемого журнала на английском языке выполнить перевод и разобраться с диагностическими методами, применяемыми авторами статьи. Написать реферат на тему, описанную в статье.

5.2.4. ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел учебной дисциплины	Интерактивная форма	Количество часов	Методы и средства контроля
Раздел 2. Управляемый термоядерный синтез и физика высоких плотностей энергии	Мозговой штурм, круглый стол, дискуссия	2	Оценка активности участия студента. Презентация результатов деятельности студентов
Раздел 4. Формирование рентгеновских изображений	Мозговой штурм, круглый стол, дискуссия	2	Оценка активности участия студента. Презентация результатов деятельности студентов
Раздел 7. Корпускулярная диагностика плазмы	Мозговой штурм, круглый стол, дискуссия	2	Оценка активности участия студента. Презентация результатов деятельности студентов
Раздел 10. Диагностика заряженных продуктов термоядерных реакций	Мозговой штурм, круглый стол, дискуссия	2	Оценка активности участия студента. Презентация результатов деятельности студентов

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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	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 – <i>«удовлетворительно»</i>	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 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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. Виртуальная образовательная лаборатория (<http://www.virtulab.net>), раздел «Оптика».
5. Научно-образовательный портал «Вся физика» (<http://sfiz.ru>), раздел «Учебные материалы».

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Диагностическая и измерительная аппаратура, используемая в экспериментах на установке «Искра-5» - в режиме ознакомления.

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание находится в режиме свободного доступа для студентов.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При чтении лекционного материала используется электронное сопровождение курса: справочно-иллюстративный материал воспроизводится и озвучивается в аудитории с использованием проектора и переносного компьютера в реальном времени. Электронный материал доступен студентам для использования и самостоятельного изучения на сайте кафедры по адресу <http://dozen.mephi.ru>.

На сайте кафедры также находится методический и справочный материал, необходимый для проведения лабораторного практикума по курсу.

Рабочая Программа составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ (ФГОС) и учебным планом основной образовательной программы (программ) Государственными требованиями к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по специальности: 03.04.01 – «Прикладная математика и физика», профиль подготовки: «Квантовая электроника»

Автор(ы): старший преподаватель кафедры КЭ

Рецензент(ы): Завкафедрой КЭ