

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Линник Оксана Владимировна
Должность: Руководитель СФТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 13.10.2020 14:19:27
Уникальный программный ключ:
d85fa2f259a0913da9b08799985891736470181f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Снежинский физико-технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СФТИ НИЯУ МИФИ)»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. руководителя по учебной
и научно-методической работе

« _____ » _____ 2020 г.

_____ П.О.Румянцев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Лазерные интерференционные методы для физических исследований

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность) 14.04.02 «Ядерная физика и технологии»

Профиль подготовки «Экспериментальная ядерная физика»

Квалификация (степень) выпускника Магистр

Форма обучения очная

г. Снежинск, 2020 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Лазерные интерференционные методы для физических исследований» является ознакомление студентов с лазерными методами исследования быстропротекающих процессов.

Задача изучения дисциплины «Лазерные интерференционные методы для физических исследований» состоит в формировании представления о принципах работы и типичных схемах лазерных интерферометров, применяемых в ударно-волновых и интенсивных лазерных экспериментах.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 «Лазерные интерференционные методы для физических исследований» относится к дисциплинам по выбору профессионального модуля рабочего учебного плана ООП ВО по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерная физика и технологии». Курс «Лазерные интерференционные методы для физических исследований» посвящен одному из разделов современной экспериментальной физики, очень важном для качественной подготовки инженеров-физиков по специальности ядерная физика. «Лазерные интерференционные методы для физических исследований» изучается на втором курсе в четвертом семестре обучения.

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины:

- 2.1. Экспериментальные методы ядерной физики (Б1.В.05)
- 2.2. Методы и средства диагностики лазерной плазмы (Б1.В.ДВ.02.01)
- 2.2. Высокоинтенсивные лазерные установки в исследованиях по физике высоких плотностей энергий (Б1.В.ДВ.08.01).

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетентностная модель соответствует требованиям ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерная физика и технологии».

В результате изучения дисциплины обучающимися должны быть освоены следующие компетенции:

- ПК-3 – способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности:
- *Знать*: достижения научно-технического прогресса
- *Уметь*: применять полученные знания к решению практических задач
- *Владеть*: методами моделирования физических процессов
- ПК-4 – способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач.

- *Знать*: цели и задачи проводимых исследований, основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных
- *Уметь*: применять методы проведения экспериментов, использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения, оформить результаты научно-исследовательских работ
- *Владеть*: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследований для решения научных и производственных задач

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр	Трудоем- кость, ЗЕТ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	КСР, час.	СРС, час.	Форма контроля, экз./зачет
4	3	108	0	32	36	40	экз.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 ЗЕТ, 108 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттеста- ция раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раз- дел *
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы			
4 семестр								
1	Электромагнитная теория света. Интерференция света Двулучевая интерференция.	1		4		Конспект 1	Защита рефератов (2-8)	1
2	Многолучевая интерференция света. Когерентность света.	2		4		Конспект 2		1
3	Дисперсия. Взаимодействие света с веществом. Рассеяние света.	3		4		Конспект 3		1
4	Схемы интерферометров и их назначение.	4		4		Конспект 4		1
5	Лазерная доплеровская анемометрия (ЛДА).	5		4		Конспект 5		1
6	Симметричные лазерные интерферометры VISAR. Интерферометры line- VISAR и ORVIS.	6		4		Конспект 6		1
7	Оптоволоконные интерферометры.	7		4		Конспект 7		1

8	Оптоволоконный лазерный доплеровский интерферометр PDV (HET-V).	8	4	Конспект 8	1+42
Всего:			32		50
Экзамен					50
Итого за 4 семестр:					100

Раскрытие тем лекций и практических занятий

Тема 1. Электромагнитная теория света. Интерференция света.

Уравнения Максвелла. Плоская монохроматическая волна. Поляризация монохроматической волны.

Волновая природа интерференции. Принцип Гюйгенса-Френеля и опыт Юнга. Интерферометр Майкельсона. Видность интерференционной картины. Интерференция квазимонохроматических волн. Полосы равной толщины и наклона. Кольца Ньютона. Интерференция немонахроматического света.

Тема 2. Многолучевая интерференция света. Когерентность света.

Многолучевая интерференция. Эшелон Майкельсона. Эталон Фабри–Перо. Резкость интерферометра. Временная когерентность света. Спектр мощности сигнала и теорема Винера-Хинчина. Интерферометр как оптический корреляторы. Длина когерентности. Пространственная когерентность и радиус когерентности. Лазерные спеклы и пространственная когерентность лазерного пучка.

Тема 3. Дисперсия. Взаимодействие света с веществом. Рассеяние света.

Дисперсия света. Материальные уравнения среды. Распространение волн в среде с дисперсией. Поглощение света и уширение спектральных линий. Распространение волн в плазме. Рассеяние света. Формула Рэлея. Теория рассеяния Ми.

Тема 4. Схемы интерферометров и их назначение.

Схемы интерферометров смещения, предназначенных для измерения линейных размеров. Гетеродинный и двухволновой интерферометры. Интерферометр Физо. Интерферометр Тваймана-Грина. Микроинтерферометр Линника. Интерферометр Маха-Цендера и шпирен-интерферометр и их применение в газодинамических исследованиях.

Тема 5. Лазерная доплеровская анемометрия (ЛДА).

Эффект Доплера. Физические принципы работы лазерных доплеровских измерительных систем (ЛДИС). Основные оптические схемы ЛДИС. Структура оптического сигнала в различных схемах ЛДА. Интерференция рассеянных на одиночной частице волн. «Некогерентная» и «когерентные» составляющие оптического сигнала. Когерентный, некогерентный и смешанный режимы работы ЛДИС.

Оптические компенсационные схемы ЛДА. Компенсация пьедестала и низкочастотных составляющих. Компенсационные схемы с квадратурным выходом и определение знака скорости, измеряемой ЛДА. Измерение вектора скорости с помощью многоканальных оптических схем. Фазовая доплеровская анемометрия и времяпролетные измерения размеров рассеивающих частиц.

Оптико–волоконные системы ЛДИС. Применение ЛДИС с оптическими дискриминаторами для визуализации полей скорости и измерение пространственного распределения вектора скорости. Применение ЛДИС в газодинамических и гидродинамических экспериментах.

Тема 6. Симметричные лазерные интерферометры VISAR (в том числе line-VISAR и ORVIS).

Устройство интерферометров VISAR. Исследование плазмы с помощью интерферометра VISAR. Применение VISAR в ударно-волновых экспериментах для измерения ускоренного движения свободной поверхности. Пространственное и временное разрешение измерений. Сравнение VISAR и лазерного интерферометра Фабри-Перо.

Тема 7. Оптоволоконные интерферометры.

Элементная база оптоволоконных интерферометров. Оптоволоконный Фабри-Перо. Кольцевой интерферометр. Интерферометр Саньяка. Оптоволоконный VISAR. Особенности и преимущества волоконных интерферометров.

Тема 8. Оптоволоконный лазерный доплеровский интерферометр PDV (HET-V).

Применение PDV-интерферометра для измерения скорости свободной поверхности. Методы математической обработки сигнала PDV с целью восстановления частоты PDV-сигнала как функции времени. Трёхфазный PDV-интерферометр. Временное разрешение PDV-измерений. Сравнение возможностей PDV-интерферометра с возможностями Фабри-Перо и VISAR.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы в рамках курса предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

1. Занятия проводятся с применением мультимедийных средств обучения в виде презентации PowerPoint, с целью представить в наиболее концентрированном виде изучаемый материал с указанием взаимосвязи между разделами дисциплины, с освещением основных изученных подразделов, а также для формирования у студентов общего представления о месте дисциплины в перечне дисциплин ООП ВО 14.04.02 «Ядерная физика и технологии» и о формируемых этой дисциплиной компетенциях.

2. Разбор задач и поиск их решения проводится в рамках практических занятий на каждой учебной неделе и в часы, отведённые на контролирующую самостоятельную работу. Занятия проводятся в интерактивной форме общения студентов между собой при поиске метода решения поставленной задачи и оформлении решения. Преподаватель обеспечивает консультационное сопровождение процесса поиска решения. Через семинар выдается домашнее задание. Решение проверяется на каждом втором семинаре. Защита домашних заданий предусмотрена на 17 учебной неделе семестра. Приём заданий возможен как в рукописном, так и в печатном виде.

3. Один раз в три недели преподавателем проводится текущая консультация. Вопросы можно задавать лично преподавателю в назначенное время.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Часы на самостоятельную работу распределяются равномерно на весь курс обучения. Разделы, выводимые на самостоятельное изучение в рамках лекционных и практических разделов, устанавливаются преподавателем на каждой неделе, в

зависимости от скорости усвоения материала студентами. Темы для самостоятельного изучения оглашаются преподавателем в конце каждого занятия и заносятся студентами в график самостоятельной работы.

Текущий контроль успеваемости проводится посредством проверки конспекта лекции. Рубежный контроль проводится при помощи проверки реферативных работ.

Экзамен проводится по билетам.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

- 7.1. М. Борн, Э. Вольф Основы оптики 5-е изд. (Пер. с англ. Москва Наука 1973)
- 7.2. Бутиков Е.И., Оптика. М.: Высшая школа, 1986.
- 7.3. А. Джеррард, Дж.М. Берч. Введение в матричную оптику, изд. «Мир», М., 1978.
- 7.4. И. Г. Стюард Введение в Фурье оптику (Пер. с англ. Москва Мир 1985) 182с.
- 7.5. Ю.Н. Дубнищев, Б.С. Ринкевичюс Методы лазерной доплеровской анемометрии. М.: Наука, , 1982, 306 с.
- 7.6. Т. Дюррани, К. Грейшид. Лазерные системы в гидродинамических исследованиях. Пер. с англ. / М.: Энергия, 1980, 336 с.
- 7.7. В.Ф. Климкин, А.Н. Папырин, Р.И. Солоухин Оптические методы регистрации быстропротекающих процессов (1980) 203 с
- 7.8. М. Франсон Оптика спеклов (Москва Мир 1980) 171с.

б) дополнительная литература:

- 7.9. Г.И. Канель, С.В. Разоренов, А.В. Уткин, В.Е. Фортов Ударно-волновые явления в конденсированных средах. Москва: «Янус-К», 1996. – 408 с.
- 7.10. М. Баркер, Р.Е. Холленбах Интерференционный метод измерения динамических механических свойств материалов, ПНИ, №11, сс 97-100, 1965
- 7.11. L. M. Barker and R. E. Hollenbach. Laser interferometry for measuring high velocities of any reflecting surface. J. Appl. Phys., 43:4669—4675, November 1972.
- 7.12. W. F. Hemsing. VISAR: some things you should know. In D. L. Paisley, editor, High Speed Photography, Videography, and Photonics, pages 144—148. SPIE, 1983.
- 7.13. Weng J., Tan H., Hu S., Ma Y. and Wang X., New all-fiber velocimeter Rev. Sci. Instrum. **76**, 093301, 2005
- 7.14. C. F. Millan, D. It. Goosman, N. L. Parker, L. L. Steinmetz, H. H. Chan, T. Huen, R. K. Whipkey, and S. J. Perry. Velocimetry of fast surfaces using fabry-perot interferometry. Rev. Sci. Instrum., 59:1, 1988.
- 7.15. Barry T. Neyer Fiber optic velocity interferometry SPIE Vol. 987 High Bandwidth Analog Applications of Photonics II (1988) P35
- 7.16. O.T. Strand, D.R. Goosman, C. Martinez, T.L. Whitworth Compact system for high-speed velocimetry using heterodyne techniques, J. Review of scientific instruments, V 77, P 083108. 2006
- 7.17. J. Benier, P. Mercier, E. Dubreuil, J. Veaux, P.A. Frugier New heterodyne velocimeter and shock physics // J. Sciences, PP. 289-294 2009
- 7.18. Edward Daykin,1,a Carlos Perez,a Araceli Rutkowski,b and Cenobio Gallegosb Advanced PDV Techniques: Evaluation of Photonic Technologies // Photonics FY 2010 P 205
- 7.19. Weng J., Tan H., Wang X., Ma Y., Hu S. and Wang X. Appl. Phys. Lett. 89, 111101 (2006)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:
не предусматривается.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Учебная аудитория для проведения занятий практического типа (л212), укомплектованная специализированной мебелью и средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории:

- Ноутбук HP;
- Проектор ACER X1260

б) Помещение для самостоятельной работы обучающихся (л318), оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду:

- Персональный компьютер на базе Core Dual 2,4 МГц (2009 г.) – 15 шт.
- Принтер HP LJ P3005 DN (2009 г.) – 1 шт.
- Сканер HP SJ 4370 – 1 шт.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерные физика и технологии», утвержденного Ученым советом НИЯУ МИФИ 27.07.2021 г., протокол № 21/11.

Автор: _____ к.ф.-м..н., доцент, Аникин Н.Б.

Рецензент _____

Программа одобрена на заседании кафедры «Ядерной физики и спецтехнологий»
_____ г., протокол № ____.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Выпускающая кафедра курирующая специальность для которой читается данная дисциплина	Ф.И.О. заведующего данной выпускающей кафедрой	Решение заведующего выпускающей кафедрой по согласованию данной рабочей программы	Подпись заведующего выпускающей кафедрой и дата
1	2	3	4

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

на 20__ /20__ учебный год

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры Ядерной физики и спецтехнологий

“ ____ ” _____ 20__ г. Заведующий кафедрой _____ А.П. Журавлев

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой направления подготовки (специальности)

“ ____ ” _____ 20__ г. Заведующий кафедрой _____ А.П. Журавлев

Утверждаю

Зам. руководителя по учебной и научно-методической работе
_____ П.О. Румянцев