

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИКИ ЛАЗЕРНОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/08-577

от 29.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и
энергетические установки

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, экз./зач./КР/КП
8	1	36	12	12	0		12	0	3
Итого	1	36	12	12	0	0	12	0	

АННОТАЦИЯ

Курс знакомит учащихся с экспериментальными методами измерения импульсных потоков нейтронов от различных физических установок, с прохождением и поглощением нейтронов в различных средах, методам защиты от различных нейтронных потоков, учета погрешностей измерения нейтронных потоков, принципами работы измерительных приборов, законами, лежащими в основе физики нейтронов.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются формирование необходимых на практике представлений по нейтронной физике, методах измерения импульсных нейтронных потоков, учета погрешностей этих измерений, изучение физики прохождения и поглощения нейтронов в различных средах, методов защиты от нейтронных потоков установок современной физической лаборатории. Задача курса направлена на развитие знаний о методах и технике физического эксперимента, подготовке студентов к переходу от выполнения лабораторных работ к реальной научно-исследовательской работе в рамках НИРС, обучение работе с экспериментальной техникой и подготовке к работе на учебно-исследовательских установках.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина представляет собой профессиональную дисциплину и базируется на курсах дисциплин по общей физике.

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
расчетно-экспериментальный с элементами научно-исследовательского			
Эксплуатация современных приборов и установок и системы диагностики в области лазерной	Приборы, установки и системы диагностики в области лазерной физики.	ПК-1.2 [1] - Способен эксплуатировать современные приборы и установки и системы диагностики в области лазерной физики.	З-ПК-1.2[1] - Знать: основные современные приборы и установки и диагностические системы, применяемые

физики.		<i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.002	в лазерной физике; принципы действия современных приборов и установок и систем диагностики в области лазерной физики. ; У-ПК-1.2[1] - Уметь: эксплуатировать современные приборы и установки и системы диагностики в области лазерной физики; интерпретировать и оценивать результаты, полученные с помощью современных приборов, установок и систем диагностики в области лазерной физики. ; В-ПК-1.2[1] - Владеть: навыком получения, обработки и анализа экспериментальных результатов с помощью приборов, установок и систем диагностики в области лазерной физики.
организационно-управленческий			
Организация, планирование и проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, работа с соответствующей нормативной документацией.	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, нормативная документация.	ПК-4 [1] - Способен осуществлять элементарную деятельность по охране труда и безопасности жизнедеятельности, применять знания и нормы (не ниже 2-й группы) для обеспечения электробезопасности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.054	3-ПК-4[1] - Знать основы охраны труда и безопасности жизнедеятельности, основные правила и нормы электробезопасности ; У-ПК-4[1] - Уметь осуществлять элементарную деятельность по охране труда и безопасности жизнедеятельности; применять знания и нормы (не ниже 2-й группы) для обеспечения электробезопасности ; В-ПК-4[1] - Владеть

			навыками анализа и оценки безопасности при работе в своей профессиональной деятельности
--	--	--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры безопасности при работе с лазерным излучением (B27)	1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования культуры лазерной безопасности посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с лазерным оборудованием. - формирования

		культуры безопасности при работе на экспериментальных и промышленных установках высокой мощности и имеющими повышенный уровень опасности через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе на оборудовании для исследования высокотемпературной плазмы.
--	--	--

5. 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>8 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/8/0		25	КИ-8	3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Второй раздел	9-12	4/4/0		25	КИ-12	3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		12/12/0		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	3	3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4

* – 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
3	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>8 Семестр</i>	12	12	0
1-8	Первый раздел	8	8	0
1	Основы нейтронной физики. Понятие и свойства нейтронов. Физические величины в нейтронной физике и единицы их измерений Многообразие свойств нейтронов: электрические, магнитные и оптические свойства. Виды физических величин. Физические основы измерений. Физические постоянные. Системы единиц физических величин (СГС, СИ).	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Принципы и средства измерения импульсных нейтронных потоков. Длина свободного пробега. Принципы работы и типы детекторов нейтронов. Быстрые и медленные (тепловые) нейтроны. Методы измерения быстрых и тепловых нейтронов. Счетчики нейтронов. Виды и принцип работы.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Источники нейтронных потоков. Ядерные реакции с образованием нейтронов. Синтез и деление ядер. Сечения реакций. Генераторы нейтронов. Изотопные источники. Термоядерные реакции. Солнечный цикл. Другие источники. Проблемы термоядерных реакторов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Детекторы нейтронных потоков. Основные характеристики нейтронных потоков, длина волны де Бройля, Флюенс. Энергетический спектр. Примеры и краткая характеристика различных детекторов нейтронов, применяемых в физических лабораториях.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Ядерные реакции синтеза с генерацией быстрых нейтронов. Понятие термоядерного синтеза. Критерий Лоусона. Дефект масс. Термоядерные установки в физических лабораториях. Генерация нейтронов в ускорительных установках.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-12	Второй раздел	4	4	0
9 - 10	Ядерные реакции под воздействием нейтронов. Нейтронно-активационный анализ. Наведенная активность ядер различных элементов. Применения в радиационной технике и материаловедении.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Нейтроны в различных средах. Прохождение и поглощение нейтронов в различных средах. Методы расчета и конструирование защиты от нейтронных излучений в различных энергетических диапазонах. Специальные методики измерения	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	нейтронных потоков.			
--	---------------------	--	--	--

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия в виде лекций и семинаров, а также самостоятельная работа студентов, повторения ранее пройденного материала.

7. 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-1.2	З-ПК-1.2	З, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-1.2	З, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-1.2	З, КИ-8, КИ-12
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-12

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	Оценка	Требования к уровню освоению
--------------	----------------	--------	------------------------------

	балльной шкале	ECTS	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 твердо 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.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ С51 Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion : , Chen, Francis. , Cham: Springer International Publishing, 2016
2. ЭИ Р 98 Прикладная нейтронная физика Часть 1 Источники нейтронов, Рябева Е.В., Москва: Буки Веди, 2021

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.6 В58 Нейтроны : , Власов Н.А., М.: Наука, 1971
2. 621.3 М 43 Применение лазерных технологий для решения задач по физике высоких плотностей энергии. Т.1 , , Саров: ФГУП РФЯЦ - ВНИИЭФ, 2019

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Студентам перед началом занятий надо учесть, что курс является авторским и полноценного учебника по нему не существует. Поэтому следует аккуратно посещать лекции, перед очередной лекцией прорабатывать предыдущий материал и не стесняться задавать вопросы преподавателю. Следует учесть, что изучаемый курс опирается на многие вопросы, изучаемые в курсах по общей физике и электротехнике. Можно обращаться к соответствующим разделам этих курсов, конспектам и рекомендованной для них литературе.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач. Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы. В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам. Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений. Следует работать с рекомендованными литературными источниками.

На практических занятиях рекомендуется особое внимание уделять демонстрациям работы измерительных приборов.

Отдельное внимание в курсе уделено разработке методов измерения импульсных нейтронных потоков с микросекундной и менее длительностью. При изучении данного раздела необходимо понять физический смысл протекающих процессов при регистрации нейтронов. Необходимо разобраться с ядерными реакциями под действием нейтронов различной энергии, понять принципиальное отличие проникающей способности нейтронных потоков в различных средах от прохождения заряженных частиц и рентгеновского излучения. Необходимо также понять всю физическую картину прохождения нейтронных потоков через различные среды и степени активации элементов в средах.

Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю. 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.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

На первой лекции сделать общий обзор содержания курса. Дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников. Провести

входной контроль знаний в форме устной беседы или опроса. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов. Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения. При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, формируя у студентов образное мышление, не следует увлекаться математическими выкладками. Активная форма проведения лекционных занятий предполагает, в частности, что студенты самостоятельно прорабатывают отдельные разделы лекционного курса, на основе которых выполняется ряд заданий. На последней лекции делается обзор наиболее важных положений.

Следует учесть, что данная дисциплина изучается студентами в одном семестре с дисциплиной "Введение в лазерный термоядерный синтез" и то, что данные дисциплины тесно связаны.

Лекции по курсу можно при необходимости проводить в дистанционном формате.

Автор(ы):

Вовченко Евгений Дмитриевич, к.ф.-м.н.