

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Линник Олег Владимирович

Должность: Руководитель СУДАТО

Дата подписания: 13.10.2022 14:19:37

Уникальный программный ключ:

d85fa2f259a0913da9b08299985891736420181f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
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

« ____ » _____ 2022 г.

_____ П.О.Румянцев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дозиметрия рентгеновского излучения большой мощности и интенсивности

наименование дисциплины

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

Профиль подготовки _____ «Экспериментальная ядерная физика»

Квалификация (степень) выпускника _____ Магистр

Форма обучения _____ очная

г. Снежинск, 2022 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Дозиметрия рентгеновского излучения большой мощности и интенсивности» является ознакомление студентов с основами волновой оптики, физики полупроводников и твердотельных лазеров и их применением.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02 «Дозиметрия рентгеновского излучения большой мощности и интенсивности» относится к блоку дисциплин по выбору вариативной части профессионального модуля рабочего учебного плана ООП ВО по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерная физика и технологии». Курс «Дозиметрия рентгеновского излучения большой мощности и интенсивности» посвящен одному из важных разделов современной физики, без изучения которого невозможна качественная подготовка инженеров-физиков. «Дозиметрия рентгеновского излучения большой мощности и интенсивности» изучается на втором курсе в третьем семестре обучения.

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин (практик) учебного плана: Ядерная физика (Б1.О.05), Теория прохождения заряженных частиц и гамма-квантов в веществе (Б1.О.06), Экспериментальные методы ядерной физики (Б1.В.05), Электроника в экспериментальной физике (Б1.В.06), Современные источники и детекторы нейтронов (Б1.В.08), Основы ядерной и радиационной безопасности. Нормативная документация (Б1.В.09), Практикум по средствам дозиметрии ионизирующих излучений (Б1.В.ДВ.04.02).

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для освоения следующих дисциплин (практик) учебного плана: Методы и средства измерений на стендах критических сборок и импульсных ядерных реакторах (Б1.В.ДВ.06.01), Детекторы нейтронов и гамма-квантов в импульсных экспериментах (Б1.В.ДВ.06.02), Производственная практика: научно-исследовательская работа (часть 1) (Б2.В.02(П)), Производственная практика: научно-исследовательская работа (часть 2) (Б2.В.03(П)), Производственная практика: преддипломная практика (Б2.В.04(П)).

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-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 эксперимента, использовать

математические методы обработки результатов исследований и их обобщения, оформлять результаты научно-исследовательских работ

Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследований для решения научных и производственных задач

ПК-23.1 – способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок в области экспериментальной ядерной физики, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам.

Знать: требования и основные правила для обработки технических условий, стандартов и технических описаний установок, материалов и изделий

Уметь: применять требования и основные правила для разработки технических условий, стандартов и технических описаний установок, материалов и изделий в профессиональной области

Владеть: навыками разработки проектов технических условий, стандартов и технических описаний установок, материалов и изделий

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр	Трудоемкость, ЗЕТ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	КСР, час.	СРС, час.	Форма контроля, экз./зачет
3	3	108	-	34	27	47	экзамен

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 и (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел *
			Лекции	Практ. занятия/семинары	Лаб. работы			
3 семестр								
1	Ионизирующее излучение	1-2		4		конспект лекции, контрольные вопросы	КВ – 2	3
2	Дозиметрические величины.	3		2		конспект лекции, контрольные вопросы	КВ – 3	3
3	Рентгеновское излучение	4		2		конспект лекции, контрольные вопросы	КВ – 4	3
4	Источники рентгеновского излучения	5		2		конспект лекции, контрольные вопросы	КВ – 5	3
5	Процессы взаимодействия излучения с веществом	6-7		4		конспект лекции, контрольные вопросы	КВ – 7	3

6	Ослабление рентгеновского излучения в веществе	8		2		конспект лекции, контрольные вопросы	КВ – 8	3
7	Моделирование переноса излучения	9		2		конспект лекции, контрольные вопросы	КВ – 9	3
8	Применение рентгеновского излучения	10		2		конспект лекции, контрольные вопросы	КВ – 10	3
9	Методы дозиметрии гамма излучения.	11		2		конспект лекции		
10	Люминесцентный, фотографический и химический методы дозиметрии	12		2		конспект лекции, контрольные вопросы	КВ – 12	3
11	Особенности дозиметрии рентгеновского излучения высокой интенсивности	13		4		конспект лекции, контрольные вопросы	КВ – 13	3
12	Система уравнений для моделирования динамических процессов в мишени	14		2		конспект лекции, контрольные вопросы	КВ – 14	3
13	Калориметры	15		2		конспект лекции, контрольные вопросы	КВ – 15	3
14	Пьезодатчики	16		2		конспект лекции, контрольные вопросы	КВ – 16	3
15	Защита рефератов	17					РП – 17	11
Всего:				34				50
Экзамен								50
Итого за 3 семестр:								100

Раскрытие тем практических занятий

1. Ионизирующее излучение. Общие характеристики. Поле излучения. Основные понятия. Скалярные характеристики поля излучения. Дифференциальные и векторные характеристики поля излучения. Источники ионизирующего излучения. Токовые и потоковые величины в рассеивающей и поглощающей среде.
2. Дозиметрические величины. Поглощенная энергия излучения. Экспозиционная доза. Коэффициент качества излучения и относительная биологическая эффективность. Эффективная, эквивалентная и коллективная доза. Единицы измерения.
3. Спектр электромагнитного излучения. Характеристики каждого диапазона ЭМ волн. Природа рентгеновского излучения. Виды излучения. Тормозной и характеристический спектры. Закон Мозли.
4. Источники рентгеновского излучения. Рентгеновские трубки. Ускорители и синхротронное излучение. Ядерный взрыв. Характеристики рентгеновского излучения. Индикатриса интенсивности. Плотность потока, спектры.

5. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Фотоэффект. Оже электроны. Зависимость массового коэффициента от длины волны. Квантовая теория эффекта Комптона. Когерентное рассеяние.
6. Закон ослабления излучения в среде для моноэнергетического рентгеновского излучения и излучения с непрерывным спектром. Массовый, атомный и электронный линейный коэффициент ослабления в случае узкого пучка. Приближенные формулы. Сложный элементный состав.
7. Инженерные методы расчета переноса рентгеновского излучения в воздухе и твердом теле. Уравнение переноса излучения. Дифференциальные сечения взаимодействия. Численные методы решения. Метод Монте-Карло.
8. Применение рентгеновского излучения (характеристического и тормозного) в медицине (диагностика, стерилизация инструмента), дифракционных методах исследования в физике твердого тела (дифракция на монокристаллах и поликристаллических системах, уравнение Вульфа-Брегга, порошковая дифрактометрия, метод Лауэ), дефектоскопия, изучение стойкости компонентов электроники.
9. Методы дозиметрии гамма излучения. Ионизационные дозиметрические детекторы. Теория Брега-Грея и электронное равновесие. Связь ионизационного тока с дозой излучения. Полостные ионизационные камеры. Газоразрядные детекторы. Полупроводниковые дозиметрические детекторы.
10. Сцинтилляционный метод дозиметрии фотонного излучения. Дозиметрические характеристики сцинтилляторов. Токовый и счетный режимы работы сцинтилляционных детекторов. Люминесцентный, фотографический и химический методы дозиметрии фотонного излучения.
11. Особенности дозиметрии рентгеновского излучения высокой интенсивности. Воздействие «мягкого» и «жесткого» рентгеновского излучения. Физическая картина возникающих эффектов при воздействии «мягкого» и «жесткого» рентгеновского излучения высокой интенсивности. Возникновение термомеханических напряжений при облучении. Разрушение мишени, отколы. Ограничения на измеряемую плотность потока.
12. Математическая модель механических процессов при воздействии «мягкого» и «жесткого» рентгеновского излучения на мишень.
13. Калориметры. Связь экспозиционной дозы и изменения температуры рабочего тела. Конструкции некоторых калориметрических приборов. Дифференциальный калориметр. Детектор P56-Л2692. Основные характеристики.
14. Пьезодатчики, основанные на термомеханическом эффекте. Методики измерений. Расчетно-экспериментальный метод восстановления спектра рентгеновского излучения.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

1. Практические занятия проводятся с применением мультимедийных средств обучения в виде презентации PowerPoint, с целью в наиболее сжатом концентрированном

виде сделать обзор пройденного материала с указанием взаимосвязи между разделами дисциплины, освещением основных изученных подразделов, а также для формирования у студентов общего представления о месте дисциплины в общем перечне дисциплин ООП ВО 14.04.02 «Ядерные 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.

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 лекций и контрольных вопросов, рубежный контроль проводится при помощи защиты реферативной работы.

Экзамен проводится в виде письменного контрольного опроса.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Климанов, В.А. Дозиметрия ионизирующих излучений [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Климанов, Е. А. Крамер-Агеев, В. В. Смирнов ; ред. В. А. Климанов. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. – ISBN 978-5-7262-2096-3.
2. Черняев, А.П. Ионизирующие излучения [Текст] / А. П. Черняев. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : КДУ, 2014. – 313 с. – ISBN 978-5-906226-65-5.
3. Болоздыня, А.И. Детекторы ионизирующих частиц и излучений. Принципы и применения [Текст] / А. И. Болоздыня, И. М. Ободовский. – Долгопрудный : ИНТЕЛЛЕКТ, 2012. – 204 с. – ISBN 978-5-91559-105-8.
4. Сборник задач по теории переноса, дозиметрии и защите от ионизирующих излучений [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / ред. В. А. Климанов. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. – ISBN 978-5-7262-1487-0.

б) дополнительная литература:

5. Климанов, В.А. Радиационная дозиметрия [Текст] : монография / В. А. Климанов, Е. А. Крамер-Агеев, В. В. Смирнов. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. – 648 с. – ISBN 978-5-7262-2038-3.
6. Тарасенко, Ю.Н. Ионизационные методы дозиметрии высокоинтенсивного ионизирующего излучения [Текст] / Ю. Н. Тарасенко. – Москва : Техносфера, 2013. – 259 с. - ISBN 978-5-94836-349-3.
7. Крамер-Агеев, Е.А. Инструментальные методы радиационной безопасности [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Е. А. Крамер-Агеев, В. С. Трошин. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. - ISBN 978-5-7262-1435-1.
8. Грабовский, Р. И. Курс физики [Электронный ресурс] [Текст] : учебное пособие / Грабовский Р. И. – 12-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 608 с. – ISBN 978-5-8114-0466-7.
9. А.П. Степовик. Термомеханические эффекты в компонентах радиоэлектронной аппаратуры при воздействии импульсов рентгеновского и электронного излучений.- Снежинск, РФЯЦ- ВНИИТФ, 2010. – 256 с.
10. Павлинский Г. В. Основы физики рентгеновского излучения. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 240 с.
11. В.Б. Бычков, А.Г Березовский, В.П. Пудов. Методы дозиметрии импульсного сжр излучения на установке РАПИД-2 // Методика измерений флюенса энергии тормозного излучения диапазона СЖРИ на установке РАПИД-2 Р НИО-5-342-17, РФЯЦ-ВНИИТФ, Снежинск, 2019.
12. Детектор. Руководство по эксплуатации Р56-Л2692РЭ, РФЯЦ-ВНИИТФ, Снежинск, 2017.

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), оснащенное 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 «Ядерная физика и технологии», утвержденного Ученым советом НИЯУ МИФИ 27.07.2021 г., протокол № 21/11

Автор: _____

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 согласована с выпускающей кафедрой направления подготовки
(специальности)

“ _____ ” _____ 2022 г. _____

Утверждаю

Зам. руководителя по учебной и научно-методической работе

_____ П.О. Румянцев