

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФИЛИАЛ МГУ В ДУБНЕ



УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора
филиала МГУ в г.Дубне
/ Э.Э. Боос /
«14» 09 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Детекторы нейтронов

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) ОПОП:

Фундаментальная и прикладная ядерная физика

Форма обучения: Очная форма обучения

Дубна 2022 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки программы магистратуры 03.04.02 «Физика».

Год (годы) приема на обучение _____

Авторы–составители:

1. кандидат физ.-мат. наук, Швецов Валерий Николаевич, почасовик МГУ

Руководитель магистерской программы:

Доктор физ.-мат. наук, академик РАН Г.В. Трубников, по совместительству заведующий кафедрой физического факультета МГУ

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Детекторы нейтронов»

В рамках курса рассматриваются теоретические основы процессов взаимодействия ионизирующего излучения с веществом и их применение в современных детекторах ионизирующего излучения. Целью курса является овладение студентами современными профессиональными знаниями, теоретическими подходами и методами, применяемыми при создании современных детекторов ионизирующего излучения и планировании экспериментов и практическое освоение студентами методов регистрации ионизирующих излучений, статистического анализа и обработки результатов экспериментов.

Разделы рабочей программы

1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО).
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (при наличии)
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями
4. Формат обучения.
5. Язык обучения.
6. Содержание дисциплины.
7. Объем дисциплины
8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий
9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.
10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).
11. Шкала оценивания.
12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.
13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.
14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Детекторы нейтронов» реализуется на 1-ом курсе в 1-ом семестре магистратуры и входит в состав вариативной части.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Базовые знания в области общей и теоретической физики в объеме классических университетских курсов.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
МПК-1 Способен решать практические задачи профессиональной деятельности в области фундаментальной и прикладной ядерной физики на основе фундаментальных знаний	ИМПК-1.1 Способен решать практические задачи профессиональной деятельности в области фундаментальной и прикладной ядерной физики и нейтронографии на основе фундаментальных знаний.	Знать: типы, особенности и области применения различных типов детекторов. Уметь: описывать в общем процессы взаимодействия нейтронов и иных частиц с веществом. Владеть: умением работать с детекторами нейтронов, обрабатывать и использовать полученные с них данные.

2. **Форма обучения:** очная.

3. **Язык обучения:** русский.

4. **Содержание дисциплины**

Тема 1. Взаимодействие ИИ с веществом и основы регистрации ИИ.

Единицы и определения. Источники ИИ. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом. Взаимодействие электронов и гамма-квантов с веществом. Взаимодействие нейтронов с веществом. Биологические эффекты воздействия ИИ. Защита от ИИ. Основные принципы регистрации ИИ. Статистические методы. Точность измерений при регистрации ИИ.

Тема 2. Газовые детекторы.

Физические процессы в газовых детекторах ИИ. Типы газовых детекторов ИИ. Ионизационные камеры, пропорциональные счетчики. Современные газовые детекторы ИИ.

Тема 3. Сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы.

Физические основы работы сцинтилляционных детекторов ИИ. Фотоумножители, фотодиоды и другие фотоприемники. Физические основы работы полупроводниковых детекторов ИИ. Полупроводниковые детекторы высокого разрешения.

Тема 4. Детекторы нейтронов.

Физические основы работы нейтронных детекторов. Детекторы нейтронов высоких энергий. Детекторы нейтронов низких энергий.

Тема 5. Обработка сигналов с детекторов ИИ.

Основы принципов обработки сигналов с детекторов ИИ Формирование импульсов с детекторов ИИ. Амплитудный анализ сигналов с детекторов ИИ. Цифровые методы обработки сигналов с детекторов ИИ.

7. Объем дисциплины

НАЗВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	Трудоемкость в зачетных единицах	объем учебной нагрузки в ак. часах					Самостоятельная работа студентов
		Общая трудоемкость	в том числе ауд.занятий			Учебно-практические занятия	
			Общая аудиторная нагрузка	Лекций	Семинаров		
Детекторы нейтронов	2	72	36	18	18	36	

8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Изучение курса «Детекторы нейтронов» включает в себя лекции, на которых рассматривается теоретическое содержание курса; семинарские занятия, предусматривающие углубленное изучение и обсуждение вопросов, обозначенных в темах дисциплины; самостоятельную работу, заключающуюся в подготовке к лекционным и семинарским занятиям. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на семинарских занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

№ темы	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

		Вс его ча со в	Л е к ц и и	С е м и н а р ы	Учебно- практичес кие занятия (лаборато рные или практичес кие занятия)	Са мо ст оя те ль на я ра бо та	
1	Взаимодействие ИИ с веществом и основы регистрации ИИ	13	4	3		6	Оп
2	Газовые детекторы	13	4	3		6	Оп
3	Сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы	14	4	4		6	КР
4	Детекторы нейтронов	13	3	4		6	Оп
5	Обработка сигналов с детекторов ИИ	13	3	4		6	Реф
	Промежуточная аттестация	6				6	экзамен
ИТОГО:		72	1 8	1 8		36	

ДЗ- домашнее задание, Оп- опрос, КР- контрольная работа, Т- тестирование, Реф - реферат

9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль по дисциплине «Детекторы нейтронов» осуществляется на лекциях и семинарских занятиях и заключается в оценке активности и качества участия в опросах и собеседованиях по проблемам, изучаемых в рамках тем лекционных занятий, аргументированности позиции; оценивается широта используемых теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Детекторы нейтронов» проводится в первом семестре в форме экзамена.

Результаты сдачи экзамена оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Оценочные средства текущего контроля		

Тематический опрос (в форме ответов на вопросы)	Средство контроля, организованное как специальная беседа по тематике предыдущей лекции и рассчитанное на выяснение объема и качества знаний, усвоенных обучающимися по определенному разделу, теме, проблеме.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Собеседование (в форме беседы, дискуссии по теме)	Средство контроля, организованное как свободная беседа, дискуссия по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Тестирование	Средство контроля, позволяющее получить оценку уровня фактических знаний аспиранта по изученной теме.	Образцы тестов
Оценочные средства промежуточной аттестации		
Письменная работа	Средство, позволяющее оценить сформированность систематических представлений о методах научно-исследовательской деятельности.	Перечень вопросов к экзамену
Собеседование	Средство, позволяющее получить экспертную оценку знаний, умений и навыков по для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области.	Требования к порядку проведения собеседования

11. Шкала оценивания.

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
	2/ не зачтено	3/ зачтено	4/ зачтено	5/ зачтено
ЗНАТЬ: типы, особенности и области применения различных типов детекторов	Отсутствие знаний типов, особенностей и областей применения различных типов детекторов	В целом успешные, но не систематически знания типов, особенностей и областей применения различных типов детекторов	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы знания типов, особенностей и областей применения различных типов детекторов	Успешные и систематические знания типов, особенностей и областей применения различных типов детекторов
УМЕТЬ: описывать в общем	Отсутствие умения описывать в	В целом успешное, но не	В целом успешно, но	Успешное и систематическое умение

процессы взаимодействия нейтронов и иных частиц с веществом	общем процессы взаимодействия нейтронов и иных частиц с веществом	систематическое умение описывать в общем процессы взаимодействия нейтронов и иных частиц с веществом	содержащее отдельные пробелы умение описывать в общем процессы взаимодействия нейтронов и иных частиц с веществом	описывать в общем процессы взаимодействия нейтронов и иных частиц с веществом
ВЛАДЕТЬ: умением работать с детекторами нейтронов, обрабатывать и использовать полученные с них данные	Отсутствие/фрагментарное владение умением работать с детекторами нейтронов, обрабатывать и использовать полученные с них данные	В целом успешное, но не систематическое владение умением работать с детекторами нейтронов, обрабатывать и использовать полученные с них данные	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы владение умением работать с детекторами нейтронов, обрабатывать и использовать полученные с них данные	Успешное и систематическое владение умением работать с детекторами нейтронов, обрабатывать и использовать полученные с них данные

12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Задачи можно найти по адресу:

Пример:

Вопросы по теории:

1. Типы газовых детекторов ИИ.
2. Ионизационные камеры.
3. Пропорциональные счетчики.
4. Современные газовые детекторы ИИ.
5. Физические основы работы сцинтилляционных детекторов ИИ.
6. Фотоумножители, фотодиоды и другие фотоприемники.
7. Физические основы работы полупроводниковых детекторов ИИ.
8. Полупроводниковые детекторы высокого разрешения.

13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Экзамен состоит из двух частей.

Первая письменная, в виде теста: студенты группы прежде чем получить билет должны в течение 10 мин экзамена ответить на 10 вопросов по материалу сдаваемого курса.

Вторая часть устная –ответ на вопросы.

Материалы промежуточной аттестации обучающихся

Вопросы к экзамену:

Перечень типовых вопросов к экзамену:

1. Источники ИИ.
2. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом.
3. Взаимодействие электронов и гамма-квантов с веществом.
4. Взаимодействие нейтронов с веществом.
5. Биологические эффекты воздействия ИИ.
6. Защита от ИИ.
7. Основные принципы регистрации ИИ.
8. Статистические методы. Точность измерений при регистрации ИИ.
9. Физические процессы в газовых детекторах ИИ.
10. Типы газовых детекторов ИИ.
11. Ионизационные камеры.
12. Пропорциональные счетчики.
13. Современные газовые детекторы ИИ.
14. Физические основы работы сцинтилляционных детекторов ИИ.
15. Фотоумножители, фотодиоды и другие фотоприемники.
16. Физические основы работы полупроводниковых детекторов ИИ.
17. Полупроводниковые детекторы высокого разрешения.
18. Физические основы работы нейтронных детекторов.
19. Детекторы нейтронов высоких энергий.
20. Детекторы нейтронов низких энергий.
21. Основы принципов обработки сигналов с детекторов ИИ.
22. Формирование импульсов с детекторов ИИ.
23. Амплитудный анализ сигналов с детекторов ИИ.
24. Цифровые методы обработки сигналов с детекторов ИИ.

14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Основная литература

1. В.В. Балашов Строение вещества. М.: МГУ, 1993.
2. Клайнкнехт К. Детекторы корпускулярных излучений. М.: Мир, 1990.
3. К.Н. Мухин, "Экспериментальная ядерная физика", книга 1, М. Энергоатомиздат, 1993.
4. Абрамов А.И., Казанский Ю.А, Матусевич Е.С. Основы экспериментальных методов ядерной физики. М.: Энергоатомиздат, 1985

Дополнительная литература

1. И.И. Гуревич, Л.В. Тарасов. Физика нейтронов низких энергий, «Наука», Москва, 1965.
2. Price W. Nuclear Radiation Detection. New York, McGraw-Hill, 1958.
3. Григорьев В.А., Колюбин А.А. Логинов В.А. Электронные методы ядерно-физического эксперимента. М.: Энергоатомиздат, 1988.

4. А. В. Белушкин и др. Двухкоординатный мониторный позиционно-чувствительный детектор тепловых нейтронов // Журнал технической физики. - 2008. - Т. 78, N 1. - С. 121-125.

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Операционная система Astra Linux (<https://astralinux.ru/>) или аналог, с офисным пакетом.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.edu.ru> – портал Министерства образования и науки РФ
2. <http://www.ict.edu.ru> – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
3. <http://www.openet.ru> - Российский портал открытого образования
4. <http://www.mon.gov.ru> - Министерство образования и науки Российской Федерации
5. <http://www.fasi.gov.ru> - Федеральное агентство по науке и инновациям

Материально-техническое обеспечение

В соответствии с требованиями п. 5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки 03.04.02 «Физика», курс может быть прочитан в поточной аудитории при наличии: работающих электрических розеток, компьютера, проектора, экрана, учебной доски.