

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

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

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, экс./зач./КР/КП
7	4	144	48	16	16		37	0	Э
8	3	108	20	0	20		41	0	Э
Итого	7	252	68	16	36	18	78	0	

АННОТАЦИЯ

Курс является неотъемлемой частью подготовки выпускников. Изучаются различные типы детекторов излучений, взаимодействие излучений с веществом детектора, методы формирования сигнала, его аналоговая обработка и преобразование в цифровой код. Изучаются характеристики спектрометрических усилителей, амплитудно-цифровые и время-цифровые преобразователи, методы дискриминации частиц по различным параметрам импульса детектора.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются углубленное изучение принципов работы и применения современных детекторов излучения в экологии и охране окружающей среды, а также электронных методов съема и обработки информации, поступающей с детекторов излучения.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина является основой обучения студентов, логически и содержательно-методически дисциплина является неотъемлемой частью знаний выпускника в области экспериментальной ядерной физики, физики ионизирующих излучений и элементарных частиц.

«Входными» знаниями являются знания общей физики, ядерной физики, теоретической физики, электротехники и электроники. Для освоения данной дисциплины необходимо предшествующее освоение разделов общей физики: механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, атомной физики; освоение разделов ядерной физики, классической и квантовой механики и электродинамики, основ электротехники и электроники.

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
научно-исследовательский			

<p>Получение новых знаний в области физики элементарных частиц и космологии, описание явлений в данной области. Участие в решении задач по физике элементарных частиц и космологии.</p>	<p>Элементарные частицы, детекторы элементарных частиц, ускорители элементарных частиц (Большой Адронный Коллайдер и др.), нейтрино, экзотические ядра, кварк-глюонная материя, скрытая масса и темная энергия, гравитация с многомерными обобщениями, и космология.</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчеты по анализу результатов и подготовке научных публикаций</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-3[1] - знать основные физические законы и методы обработки данных ; У-ПК-3[1] - уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций; В-ПК-3[1] - владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией</p>
<p>проектный</p>			
<p>Участие в формировании целей проекта, решения задач, критериев и показателей достижения целей, в построении структуры их взаимосвязей, выявлении приоритетов решения задач с учетом аспектов деятельности;</p>	<p>Ускорители заряженных частиц и детекторы элементарных частиц</p>	<p>ПК-4 [1] - Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-4[1] - знать типовые методики планирования и проектирования систем ; У-ПК-4[1] - уметь использовать стандартные средства автоматизации проектирования;; В-ПК-4[1] - владеть методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием , требованиями безопасности и принципами CDIO</p>
<p>Участие в формировании целей проекта, решения задач, критериев и показателей достижения целей, в</p>	<p>Ускорители заряженных частиц и детекторы элементарных частиц</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование</p>	<p>3-ПК-5[1] - знать методы анализа для технико-экономического обоснования проектных решений</p>

<p>построении структуры их взаимосвязей, выявлении приоритетов решения задач с учетом аспектов деятельности;</p>		<p>проектных решений при разработке установок и приборов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>при разработке установок и приборов; ; У-ПК-5[1] - уметь проводить предварительные технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов; В-ПК-5[1] - владеть методами проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов</p>
производственно-технологический			
<p>участие в разработке способов проведения экспериментов по физике элементарных частиц; разработка методов регистрации элементарных частиц, основываясь на различных видах процессов взаимодействия элементарных частиц с веществом.</p>	<p>Разработка и совершенствование современных ускорительно-накопительных комплексов.</p>	<p>ПК-6 [1] - Способен к контролю соблюдения технологической дисциплины и обслуживания оборудования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-6[1] - знать технические характеристики и принципы безопасного обслуживания технологического оборудования ; У-ПК-6[1] - уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины и обслуживание оборудования; В-ПК-6[1] - владеть методами контроля, проверок и испытаний систем и навыками выявления неисправностей в работе оборудования</p>

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты

	исследований и их последствия (B17)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (B23)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры ядерной безопасности (B24)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за обеспечение кибербезопасности объектов атомной отрасли (B25)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственной экологической позиции (B26)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	24/8/8		25	КИ-8	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4,

							У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
2	Часть 2	9-16	24/8/8		25	КИ-16	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		48/16/16		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
	<i>8 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/0/16		25	КИ-8	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
2	Часть 2	9-10	4/0/4		25	КИ-10	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		20/0/20		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	Э	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4,

							В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
--	--	--	--	--	--	--	--

* – 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
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	48	16	16
1-8	Часть 1	24	8	8
1 - 2	Вводная лекция Введение в курс "Детекторы ядерных излучений"	Всего аудиторных часов		
		3	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 8	Принципы работы газонаполненных детекторов (СГ, ИК, ГЧД) Изучение принципов работы	Всего аудиторных часов		
		21	8	8
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Часть 2	24	8	8
9 - 15	Принципы работы твердотельных детекторов (ПД, СцД, ЧД) Изучение принципов работы	Всего аудиторных часов		
		21	8	8
		Онлайн		
		0	0	0
16	Зачетное занятие Проведение тестирования	Всего аудиторных часов		
		3	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>8 Семестр</i>	20	0	20
1-8	Часть 1	16	0	16
1 - 2	Вводная лекция Введение в измерительную технику ЯФИ	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 8	Электронные узлы съема информации и предварительного отбора событий Изучение узлов детекторной электроники (ПУ, УФ,	Всего аудиторных часов		
		14	0	16
		Онлайн		

	дискриминаторы, ФСП, ФПП и др.)	0	0	0
9-10	Часть 2	4	0	4
9 - 10	Электронные узлы накопления и обработки информации Изучение узлов электроники для накопления и обработки информации	Всего аудиторных часов		
		2	0	4
10	Заключительная лекция Подведение итогов изучения курса	Онлайн		
		0	0	0
10	Заключительная лекция Подведение итогов изучения курса	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
10	Заключительная лекция Подведение итогов изучения курса	Онлайн		
		0	0	0

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

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 4	Вводное занятие Инструктаж на рабочем месте. Проведение вводного лабораторного занятия.
5 - 8	л.р.1 Изучение ионизационной камеры
9 - 12	л.р.2 Изучение сцинтилляционного детектора
13 - 16	л.р.3 Изучение полупроводникового детектора
	<i>8 Семестр</i>
1 - 2	Вводное занятие Инструктаж. Вводное лабораторное занятие
3 - 4	л.р.1 Метод совпадений
5 - 6	л.р.2 Время-цифровой преобразователь
7 - 8	л.р.3 Амплитудно-цифровой преобразователь
9 - 10	л.р.4 Спектрометрический усилитель

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе освоения курса помимо лекций используются:

- семинарские занятия с разбором типичных ситуаций, встречающихся при постановке эксперимента и решением типичных задач, а также самостоятельная работа студентов.

- физический семинар-изучение оригинальных статей на английском языке по тематике «современные детекторы излучений» с обязательными консультациями и докладом по изученной статье перед студентами группы

- двухсеместровый лабораторный практикум:

- Практикум по детекторам излучения

- Практикум по электронным методам ядерной физики

Оба практикума предусматривают самостоятельную внеаудиторную работу – обработку полученных экспериментальных данных, их анализ и интерпретацию, сравнение с расчетными данными.

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)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8	Э, КИ-8
	У-ПК-3	Э, КИ-8	Э, КИ-8
	В-ПК-3	Э, КИ-8	Э, КИ-8
ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-10
	У-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-10
	В-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-10
ПК-5	З-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-10
	У-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-10
	В-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-10
ПК-6	З-ПК-6	Э, КИ-16	Э, КИ-10
	У-ПК-6	Э, КИ-16	Э, КИ-10
	В-ПК-6	Э, КИ-16	Э, КИ-10

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-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«Зачтено»	A

85-89	4 – «хорошо»		В
75-84			С
70-74			Д
65-69	3 – «удовлетворительно»		Е
60-64			Е
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«Не зачтено»	Ф

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 N94 Introduction to Polarization Physics : Original Russian edition published by Moscow Engineering Physics Institute, 2007, Strikhanov M.N., Runtso M.F., Nurushev S.B., New York: Springer Heidelberg, 2013
2. ЭИ К96 Методы регистрации излучений (итоговое занятие) : лабораторный практикум, Кушин В.В., Покачалов С.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
3. 539.1 К96 Методы регистрации излучений (итоговое занятие) : лабораторный практикум, Кушин В.В., Покачалов С.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
4. 539.1 Г95 Полупроводниковые детекторы ядерных излучений : , Лапушкин С.В., Гуров Ю.Б., Исаков С.В., Москва: МИФИ, 2007

5. ЭИ С23 Сборник лабораторных работ по ядерной физике Ч.3 Элементарные частицы: свойства и взаимодействия, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
6. 539.1 А39 Фотонные методы регистрации излучений : , Акимов Ю.К., Дубна: ОИЯИ, 2014
7. ЭИ Э41 Экспериментальная физика : лабораторный практикум, Григорьев Ф.В. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Е56 English-russian dictionary for nuclear english : англо-русский словарь с дефинициями к учебнику Сержа Горлина "Nuclear english", , Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
2. 8(Англ) Е56 English-russian dictionary for nuclear english : англо-русский словарь с дефинициями к учебнику Сержа Горлина "Nuclear english", , Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
3. И Е97 Exciting Interdisciplinary Physics : quarks and Gluons Atomic Nuclei Relativity and Cosmology Biological Systems, , New York: Springer Cham Heidelberg, 2013
4. 33 Х20 Динамика развития ядерной энергетики. Экономико-аналитические модели : , Харитонов В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
5. 539.1 Г83 Лабораторная работа "Исследование характеристик амплитудно-цифрового преобразователя" : , Колюбин А.А., Григорьев В.А., Каплин В.А., М.: МИФИ, 2004
6. 539.1 С23 Сборник лабораторных работ по ядерной физике Ч.3 Элементарные частицы: свойства и взаимодействия, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
7. 621.039 Ф50 Физико-технические основы современной ядерной энергетики. Перспективы и экологические аспекты : учебное пособие, Шмелев А.Н. [и др.], Долгопрудный: Интеллект, 2014
8. 539.1 А39 Фотонные методы регистрации излучений : , Акимов Ю.К., Дубна: ОИЯИ, 2014
9. 539.1 Г83 Черенковские детекторы : учебное пособие, Григорьев В.А., Москва: МИФИ, 2007
10. 61 К89 Что такое ядерная медицина? : , Кузьмина Н.Б., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

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

Общие указания:

При изучении курса следует:

- регулярно посещать лекции;
- регулярно посещать семинарские занятия;
- регулярно посещать лабораторные занятия и своевременно отчитываться по проделанным работам;

Указания по части 1 – детекторы излучения.

При изучении данного курса ключевым моментом является раздел «взаимодействие заряженных частиц с веществом». Следует глубоко изучить при проработке лекций и при работе на семинарских занятиях и выполнении домашнего задания процессы ионизационных потерь заряженных частиц и связанных с этим процессом пробегов частиц, радиационных потерь, процессов взаимодействия гамма-квантов с веществом и доминирующий механизм взаимодействия в различных диапазонах энергий, процессы взаимодействия нейтронов с веществом.

При изучении конкретных детекторов следует выделять следующие моменты:

- физические процессы, определяющие механизм регистрации заряженной или нейтральной частицы в детекторе;
- типы регистрируемого излучения и энергетические диапазоны регистрируемого излучения;
- физические характеристики детекторов, а именно: энергетическое разрешение, временное разрешение, пространственное (позиционное) разрешение и методы достижения предельных характеристик.
- особенности конструкций различных вариантов детектора того или иного вида в зависимости от решаемой физической задачи и методы съема информации с детектора того или иного вида.

Указания по части 2 – Электронные методы.

При изучении второй части курса главное, что следует уяснить – это статистический характер распределения во времени поступающих с детектора электрических сигналов и возникающие в связи с этим неизбежные просчеты.

Следует также уяснить, что в данной части курса изучаются именно методы получения информации с детекторов, на выходе которых при регистрации частицы возникает электрический сигнал.

Наиболее сложным разделом курса является раздел «Спектрометрический тракт и его основные характеристики». При изучении этого раздела следует особое внимание обратить на основные источники шумов усилителя и методы оптимизации отношения сигнала к шуму, а также на другие источники ухудшения энергетического разрешения спектрометрического тракта.

При изучении разделов «Методы амплитудного анализа» и «Методы временного анализа» следует обратить особое внимание, что различные методы применяются в зависимости от требуемого быстродействия и требуемых значений интегральной и дифференциальной нелинейности.

При изучении разделов «Методы формирования точной временной отметки» и «Методы совпадений и антисовпадений» необходимо четко уяснить себе, что ключевым параметром в этом случае является временное разрешение детектора. Именно временное разрешение определяет используемый метод формирования временной отметки, а также требования к временному разрешению схем совпадений и антисовпадений.

Методы дискриминации частиц по форме импульса детектора отличаются тем особенностью, что они не позволяют напрямую определить тип регистрируемой частицы (ее массу) и требуют априорной информации о возможных массах частиц (в основном этот метод применяется для раздельной регистрации и измерения энергий нейтронов и гамма-квантов в смешанном потоке излучения и при непрерывных спектрах нейтронов и гамма-квантов).

Наконец в разделе «Триггер эксперимента» следует обратить особое внимание на то, что методы выработки триггера в числу уровней триггера определяются спецификой эксперимента для максимально возможного подавления нежелательного фона.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Преподаватель должен сконцентрировать свои усилия на обеспечении самостоятельной работы студентов.

Предполагается следующая структура лекционно-практических занятий: чтение блока теоретического материала с последующей проработкой в ходе самостоятельной работы.

Опыт, накопленный в ходе преподавания данной дисциплины, показывает, что необходимо мотивировать студента на самостоятельную работу. Постановка нетривиальной задачи является наилучшим стимулом.

Хорошо зарекомендовали себя такие формы работы как диалог со студентом, групповая дискуссия. Активным студентам предлагается сделать небольшие сообщения по каким-либо частным аспектам изученных материалов.

Автор(ы):

Логинов Виталий Александрович, доцент

Кирсанов Михаил Алексеевич

Григорьев Владислав Анатольевич, д.ф.-м.н.,
профессор

Рецензент(ы):

Курепин А.Б., д.ф.-м.н., в.н.с. ГНЦ КИ