

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 03/3-21

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 03.04.01 Прикладные математика и физика

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
3	2	72	8	16	8	40	0	3
4	2	72	6	12	6	48	0	3
Итого	4	144	14	28	14	88	0	

АННОТАЦИЯ

Курс является неотъемлемой частью подготовки инженера-физика. 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 ЭМЯФ 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 относится к основной части цикла дисциплин специализации.

Логически и содержательно-методически дисциплина является частью заключительной специализации, являющейся неотъемлемой частью знаний магистра-физика 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>Участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий</p>	<p>Природные и социальные явления и процессы</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.044</p>	<p>З-ПК-3[1] - Знать основные методы исследований, принципы работы приборов и установок в избранной предметной области ; У-ПК-3[1] - Уметь выбирать необходимые технические средства для проведения экспериментальных исследований в избранной предметной области, обрабатывать полученные экспериментальные результаты; В-ПК-3[1] - Владеть навыками работы с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области</p>
инновационный;			
<p>Проведение фундаментальных и прикладных математических и физических исследований, направленных на решение инженерных, технических и информационных задач</p>	<p>Природные и социальные явления и процессы</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.034</p>	<p>З-ПК-5[1] - Знать физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования, принципы экспертизы продукции для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий ; У-ПК-5[1] - Уметь применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического</p>

			<p>анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий;</p> <p>В-ПК-5[1] - Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования, математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий</p>
экспертно-аналитический			
<p>Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок</p>	<p>Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально-экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса</p>	<p>ПК-6.2 [1] - Способен собирать, обрабатывать, анализировать и интерпретировать экспериментальные данные, необходимые для научной, проектной и производственно-технологической деятельности в области математического моделирования физических процессов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.044</p>	<p>З-ПК-6.2[1] - Знать методы сбора, обработки, анализа и интерпретации экспериментальных данных, необходимых для научной, проектной и производственно-технологической деятельности в области математического моделирования физических процессов;</p> <p>У-ПК-6.2[1] - Уметь собирать, обрабатывать, анализировать и интерпретировать экспериментальные данные, необходимые для научной, проектной и производственно-технологической деятельности в области математического моделирования</p>

			физических процессов; В-ПК-6.2[1] - Владеть навыками сбора, обработки, анализа и интерпретации экспериментальных данных, необходимых для научной, проектной и производственно-технологической деятельности в области математического моделирования физических процессов
--	--	--	--

4. 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>3 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	4/8/4		25	КИ-8	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
2	Второй раздел	9-16	4/8/4		25	КИ-16	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		8/16/8		50		
	Контрольные				50	3	З-ПК-

	мероприятия за 3 Семестр						3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5, 3-ПК- 6.2, У- ПК- 6.2, В- ПК- 6.2
	<i>4 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	4/8/4		25	КИ-8	3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3
2	Второй раздел	9-12	2/4/2		25	КИ-12	3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5, 3-ПК- 6.2, У- ПК- 6.2, В- ПК- 6.2
	<i>Итого за 4 Семестр</i>		6/12/6		50		
	Контрольные мероприятия за 4 Семестр				50	30, 30	3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В-

							ПК-5, 3-ПК- 6.2, У- ПК- 6.2, В- ПК- 6.2, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5, 3-ПК- 6.2, У- ПК- 6.2, В- ПК- 6.2
--	--	--	--	--	--	--	--

* – 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
ЗО	Зачет с оценкой
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	8	16	8
1-8	Первый раздел	4	8	4
1 - 2	Введение в ЭМЯФ Вводная лекция о структуре спецкурса	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		

		0	0	0
3 - 4	Детекторы ионизирующего излучения Вводная лекция о детекторах ИИ	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Детекторы ионизирующего излучения Типы детекторов ИИ (газовые, жидкие, твердотельные). Характеристики ДИИ	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Детекторы ионизирующего излучения Методика работы с детекторами ИИ	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	4	8	4
9 - 12	Детекторы ионизирующего излучения Выполнение лабораторного практикума (1 подгруппа)	Всего аудиторных часов		
		2	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	Детекторы ионизирующего излучения Выполнение лабораторного практикума (2 подгруппа)	Всего аудиторных часов		
		2	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>4 Семестр</i>	6	12	6
1-8	Первый раздел	4	8	4
1 - 2	Введение в электронные методы ядерной физики Вводная лекция	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Структура электронных интерфейсов к детекторам излучений Способы снятия заряда с детекторов. Особенности узлов электроники	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Структура электронных интерфейсов к детекторам излучений Спектрометрический тракт детекторов излучений. Типы и особенности.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Структура электронных интерфейсов к детекторам излучений Методы первичной обработки сигналов с детекторов.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
9-12	Второй раздел	2	4	2
9 - 10	Введение в электронные методы ядерной физики Выполнение лабораторной работы №1	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Введение в электронные методы ядерной физики Выполнение лабораторной работы №2	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		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>3 Семестр</i>
1 - 2	Введение Инструктаж и введение в лабораторный практикум
3 - 6	Вводная лабораторная работа Введение в методику ядерно-физического эксперимента.
7 - 8	Контрольное занятие Защита лабораторной работы
9 - 10	Л.р.1 Полупроводниковый детектор
11 - 12	Л.р.2 Сцинтилляционный детектор
13 - 14	Л.р.3 Ионизационная камера
15 - 16	Итоговое занятие Защита лабораторных работ
	<i>4 Семестр</i>
1 - 2	Введение Инструктаж и введение в лабораторный практикум
3 - 4	Вводная лабораторная работа Метод совпадений
5 - 6	Л.Р.1 Амплитудно-цифровой преобразователь
7 - 8	Л.Р.2 Спектрометрический усилитель
9 - 10	Л.Р.3 Время-цифровой-преобразователь
11 - 12	Итоговое занятие Защита отчетов по Л.Р.

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>3 Семестр</i>
1 - 2	Вводное занятие

	Введение в методику ядерно-физического эксперимента.
3 - 7	Детекторы ядерных излучений (часть1) Типы детекторов ионизирующего излучения
8	Подготовка к промежуточному контролю Выдача материалов тестирования (вопросы)
9 - 15	Детекторы ядерных излучений (часть2) Характеристики детекторов ядерных излучений
16	Подготовка к промежуточному контролю Выдача материалов тестирования (вопросы)
	<i>4 Семестр</i>
1 - 2	Вводное занятие Введение в электронные методы ядерной физики
3 - 7	Электронные узлы спектрометрического тракта Изучение функциональной схемы модулей регистрации и предварительной обработки сигналов
8	Подготовка к промежуточному контролю Выдача материалов тестирования (вопросы)
9 - 11	Электронные узлы спектрометрического тракта Подробное изучение усилительного модуля, модулей АЦП и ВЦП
12	Подготовка к промежуточному контролю Выдача материалов тестирования (вопросы)

5. 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 -- семестровое домашнее задание.

- двухсеместровый лабораторный практикум

(Практикум по детекторам излучения и Практикум по электронным методам ядерной физики)

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

6. 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	З, КИ-8	ЗО, КИ-8
	У-ПК-3	З, КИ-8	ЗО, КИ-8
	В-ПК-3	З, КИ-8	ЗО, КИ-8

ПК-5	З-ПК-5	3, КИ-16	ЗО, КИ-12
	У-ПК-5	3, КИ-16	ЗО, КИ-12
	В-ПК-5	3, КИ-16	ЗО, КИ-12
ПК-6.2	З-ПК-6.2	3, КИ-16	ЗО, КИ-12
	У-ПК-6.2	3, КИ-16	ЗО, КИ-12
	В-ПК-6.2	3, КИ-16	ЗО, 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 балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо 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 – <i>«удовлетворительно»</i>	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 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ С 50 Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ П 13 Методология и методы научного исследования. Для магистрантов химико-педагогического образования : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ Р 93 Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. ЭИ В 37 Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. ЭИ Б 20 Технологии и оборудование современного машиностроения : учебник для во, Санкт-Петербург: Лань, 2020
6. ЭИ Б 20 Экспериментальные методы исследования в технологии машиностроения : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
7. 539.1 Э41 Экспериментальные методы ядерной физики высоких и низких энергий : , Под ред. Колобашкина В.М.; МИФИ, М.: Энергоиздат, 1982

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ П 84 Анализ результатов измерений в экспериментальной физике : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. 621.38 3-13 Биполярные потоки заряженных частиц: эксперимент, теория и технические приложения : , Снежинск: ФГУП "РФЯЦ - ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина", 2019
3. 539.1 О-29 Объединенный институт ядерных исследований в эксперименте ATLAS. 1992-2015гг. : , Дубна: ОИЯИ, 2018
4. ЭИ Ф 75 Теплофизические свойства светопрозрачных конструкций : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. 539.1 А19 Лабораторный практикум по курсу "Экспериментальные методы ядерной физики". "Газовые ионизационные детекторы" : Учеб. пособие, В. В. Аверкиев, В. В. Кушин, С. Г. Покачалов, М.: МИФИ, 1990
6. 539.1 К96 Лабораторный практикум по курсу "Экспериментальные методы ядерной физики". Введение в методику ядерно-физического эксперимента : , Кушин В.В., Покачалов С.Г., Ушакова Н.П., М.: МИФИ, 1990
7. 539.1 Э41 Экспериментальные методы в задачах прикладной и фундаментальной ядерной физики : сб. науч. тр., под ред. Ю.В. Пяткова; МИФИ, М.: Энергоатомиздат, 1991

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. 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 пробега 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 той 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 число уровней триггера определяются спецификой эксперимента для максимально возможного подавления нежелательного фона.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

При рассмотрении темы «Физические основы методов регистрации излучений» следует выделить следующие моменты:

- физические параметры излучения,
- многообразие методических приемов, детекторов излучения, объединенных общей схемой ядерно-физического эксперимента,
- основные разделы курса и связь с другими дисциплинами.

Так как в сигнале на выходе детектора содержится информация об излучении и о процессах в детекторе, обосновать необходимость понимания характера взаимодействия ионизирующего излучения с веществом детектора (ионизационных и радиационных потерь заряженной частицы, взаимодействия гамма-квантов и нейтронов).

При рассмотрении темы «Общие характеристики детекторов излучений» ввести определения основных характеристик детекторов.

При рассмотрении темы «Формирование импульсов тока в детекторах с электрическим съемом информации» обратить особое внимание на связь между дрейфующими зарядами и формированием импульсов тока, индуцированного заряда во внешней цепи детектора.

При рассмотрении темы «Ионизационный метод регистрации» на примере импульсной ионизационной особое внимание уделить выбору оптимальной эквивалентной цепи

ионизационного детектора, характеристикам детекторов, их схемам включения, областям применения.

При рассмотрении темы «Сцинтилляционный метод регистрации» особое внимание уделить пониманию связи амплитуды сигнала на выходе ФЭУ и энергии, потерянной в сцинтилляторе,

сравнительным характеристикам газовых, полупроводниковых и сцинтилляционных детекторов, форме их аппаратурных линий.

При рассмотрении темы «Спектрометрия ионизирующих излучений» особое внимание уделить пониманию природы дробового шума, шумов зарядо-чувствительного предусилителя и методов снижения их влияния на получаемые результаты. При рассмотрении АЦП особое внимание уделить объяснению природы дифференциальной нелинейности в АЦП и правильному выбору типа АЦП с учетом требований эксперимента.

При рассмотрении темы «Съем временной информации с детекторов излучений». Особое внимание уделить объяснению, что такое временное разрешение в детекторах различного типа, и отсюда – требования к временным формирователям. Выделить формирователь со следящим порогом и время-амплитудный преобразователь как основные узлы, применяемые для временных измерений.

При рассмотрении темы «Физические основы совпадений» особое внимание уделить примерам применения и выбору основных параметров схем совпадения. Показать, что оптимальное разрешающее время связано с требуемой эффективностью регистрации событий. Обратить внимание на связь временного разрешения схемы совпадения и кривой задержанных совпадений.

При рассмотрении темы «Измерение числа и средней частоты следования событий» напомнить студентам, что такое триггеры R-S-типа и D-типа. Обязательно представить функциональную схему двоичного счетчика и временные диаграммы, поясняющие его работу.

При рассмотрении темы «Методы и аппаратура для съема координатной информации» обратить внимание, что в настоящее время для получения координатной информации в основном применяются годоскопические системы, координатное разрешение в которых определяется размером единичного детектора. С помощью электронных методов координатное разрешение можно улучшить в сцинтилляционных детектора большого размера.

Автор(ы):

Логинов Виталий Александрович, доцент

Кушин Владимир Васильевич, к.ф.-м.н., доцент

