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

ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ НИЯУ МИФИ (ТФ НИЯУ МИФИ)

ОДОБРЕНО

УМС ТФ НИЯУ МИФИ

Протокол № 1 от 04.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СОВРЕМЕННАЯ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЯ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Направление подготовки (специальность) [1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	**Трудоемкость, кред.**	**Общий объем курса, час.**	**Лекции, час.**	**Практич. занятия, час.**	**Лаборат. работы, час.**	**В форме практической подготовки, час.**	**СРС, час.**	**КСР, час.**	**Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП**
3	3	108	32	16	0		24	0	Э
Итого	3	108	32	16	0	16	24	0	

АННОТАЦИЯ

Изучаются характеристики и свойства гамма-излучения, процессы взаимодействия его с веществом. естественные и искусственные источники гамма-излучения, методы регистрации гамма-излучения в широком диапазоне энергий, различные гамма-спектрометрические приборы, определяются основные задачи современной гамма-спектроскопии, математические методы обработки спектрометрической информации, наиболее актуальные приложения гамма-спектрометрии для решения фундаментальных и прикладных задач в том числе и применение в ядерной медицине.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются:

1. Изучение:

• исторический обзор открытия и развития представлений о гамма-излучении, а также основные его свойства и характеристики;

• процессы взаимодействия гамма-излучения с веществом;

• источники и спектрометрические детекторы гамма-излучения;

• математические методы обработки спектрометрической информации;

• основные задачи гамма-спектрометрии и ее приложения в фундаментальных и прикладных исследованиях.

2. Выработка умений и навыков:

• Рассчитывать основные параметры гамма-спектрометрической аппаратуры;

• Использовать математические методы обработки энергетических спектров;

• работать с гамма спектрометрической аппаратурой.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины студент должен обладать знаниями, полученными при изучении курсов общей физики, в том числе, раздела «Атомная физика и «Квантовая механика», а также обладать базовыми знаниями в области компьютерных технологий и других предметов, которые преподаются студентам в университете в процессе преподавания дисциплин.

Знания, полученные студентами в рамках дисциплины, составят базовый материал для изучения многих разделов дисциплин естественнонаучного и профессионального цикла вариативной части, а также будут необходимы для выполнения научно-исследовательской работы.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование	**Код и наименование индикатора достижения**

компетенции	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			
применение детекторов и установок в области физики элементарных частиц, их разработка и оптимизация;	атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками;	ПК-38.2 [1] - Способен работать с детекторами и установками в области физики элементарных частиц, над их разработкой и оптимизацией; *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-38.2[1] - Знать методы работы с детекторами и установками в области физики элементарных частиц, а так же методы их разработки и оптимизации;; У-ПК-38.2[1] - Уметь применять детекторы и установки в области физики элементарных частиц, а так же разрабатывать их и оптимизировать;; В-ПК-38.2[1] - Владеть методами работы с детекторами и установками в области физики элементарных частиц, а так же методами их разработки и оптимизации;
применение программного обеспечения и его разработка для численных предсказаний (моделирования), обработки и анализа экспериментальных данных в области физики	математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики; ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов,	ПК-38.4 [1] - Способен к работе с программным обеспечением и его разработке для численных предсказаний (моделирования), обработки и анализа экспериментальных данных в области	З-ПК-38.4[1] - Знать методы работы с программным обеспечением и его разработки для численных предсказаний (моделирования), обработки и анализа экспериментальных данных в области

элементарных частиц, экспериментальной ядерной физики и космофизики;	распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы,	физики элементарных частиц, экспериментальной ядерной физики и космофизики; *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	физики элементарных частиц, экспериментальной ядерной физики и космофизики;; У-ПК-38.4[1] - Уметь применять программное обеспечение и выполнять его разработку для численных предсказаний (моделирования), обработки и анализа экспериментальных данных в области физики элементарных частиц, экспериментальной ядерной физики и космофизики;; В-ПК-38.4[1] - Владеть методами работы с программным обеспечением и его разработки для численных предсказаний (моделирования), обработки и анализа экспериментальных данных в области физики элементарных частиц, экспериментальной ядерной физики и космофизики;
оценка перспектив развития атомной отрасли, использование ее современных достижения и передовых технологий в научно-исследовательской деятельности;	атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и	ПК-3 [1] - Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской	З-ПК-3[1] - Знать достижения научно-технического прогресса ; У-ПК-3[1] - Уметь применять полученные знания к решению практических задач.; В-ПК-3[1] - владеть

	системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками;	деятельности *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	методами моделирования физических процессов.
экспертный			
оценка соответствия предлагаемого решения достигнутому мировому уровню;	разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине;	ПК-38.7 [1] - Способен провести общую проверку предлагаемому решению, гипотезе в области экспериментальной ядерной физики и космофизики; *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-38.7[1] - Знать методы проверки предлагаемых решений, гипотез в области экспериментальной ядерной физики и космофизики;; У-ПК-38.7[1] - Уметь проводить общую проверку предлагаемого решения, гипотезы в области экспериментальной ядерной физики и космофизики;; В-ПК-38.7[1] - Владеть методами проверки предлагаемых решений, гипотез в области экспериментальной ядерной физики и космофизики;
организационно-управленческий			
организация работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений, определение порядка выполнения работ;	атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и	ПК-1 [1] - Способен планировать и управлять работой производственных и научных коллективов. *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1[1] - Знать методы управления работой производственных и научных коллективов и современную законодательную и нормативно-правовую базу. ; У-ПК-1[1] - уметь

	системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками;		применять методы управления работой производственных и научных коллективов на основе современной законодательной и нормативно-правовой базы.; В-ПК-1[1] - владеть методами управления работой производственных и научных коллективов на основе современной законодательной и нормативно-правовой базы.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	3 Семестр						
1	Введение. Источники гамма-излучения естественные и искусственные Взаимодействие гамма-излучения с веществом	1-8	16/8/0		25	КИ-8	З-ПК-38.2, У-ПК-38.2, В-ПК-38.2, З-ПК-38.4, У-ПК-38.4, В-ПК-38.4, З-ПК-38.7, У-ПК-38.7, В-ПК-38.7, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
2	Приборы для регистрации гамма излучения.	9-16	16/8/0		25	КИ-16	З-ПК-38.2, У-ПК-38.2, В-ПК-38.2, З-ПК-38.4, У-ПК-38.4,

							В-ПК-38.4, З-ПК-38.7, У-ПК-38.7, В-ПК-38.7, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
	Итого за 3 Семестр		32/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	Э	З-ПК-38.2, У-ПК-38.2, В-ПК-38.2, З-ПК-38.4, У-ПК-38.4, В-ПК-38.4, З-ПК-38.7, У-ПК-38.7, В-ПК-38.7, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3

* – 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.**
	3 Семестр	32	16	0
1-8	**Введение. Источники гамма-излучения естественные и искусственные Взаимодействие гамма-излучения с веществом**	16	8	0
1 - 2	**Гамма-спектрометры на основе сжатых газов. Их разновидности и характеристики.** Гамма-спектрометры на основе сжатых газов. Их разновидности и характеристики.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	**Предмет: Гамма-спектроскопия. Характеристики ядерного распада. Характеристики ядерного распада.**	Всего аудиторных часов		
		2	1	0

	Образование рентгеновского излучения. Предмет: ядерная физика. Гамма-излучение и спектр электромагнитного излучения. Характеристики ядерного распада. Образование рентгеновского излучения.	Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	**Основные свойства гамма-излучения. Энергетические спектры гамма-излучения ядерных материалов. Законы радиоактивного распада.** Основные свойства гамма-излучения. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Энергетические спектры гамма-излучения ядерных материалов. Законы радиоактивного распада.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	**Введение в гамма-спектроскопию. Основная терминология гамма-спектроскопии.** Введение в гамма-спектроскопию. Основная терминология гамма-спектроскопии.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	**Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Широкие атмосферные ливни.** Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Широкие ливни (ШАЛ).	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	**Методы регистрации линейчатого гамма излучения. Основные понятия дозиметрии излучений.** Методы регистрации линейчатого гамма излучения. Основные понятия дозиметрии излучений.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	**Сцинтилляционные спектрометрические кристаллические гамма-детекторы. Их типы и характеристики.** Сцинтилляционные спектрометрические кристаллические гамма-детекторы. Их разновидности и характеристики	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	**Полупроводниковые гамма-спектрометры. Их разновидности и характеристики.** Полупроводниковые гамма-спектрометры. Их разновидности и характеристики.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	**Приборы для регистрации гамма излучения.**	16	8	0
9 - 10	**Методы обработки гамма-спектров.** Методы обработки гамма-спектров. Современное программное обеспечения для обработки спектрометрической информации.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	**Использование гамма-спектрометров в фундаментальных и прикладных исследованиях. задач. В космофизике и астрофизике.** Использование гамма-спектрометров в фундаментальных и прикладных исследованиях, В космофизике и астрофизике.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	**Использование гамма-спектрометров в томографии и ядерной медицине.** Использование гамма-спектрометрии в томографии ядерной медицине.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	**Использование гамма-спектрометров для решения задач экологии и геофизики.** Использование гамма-спектрометрии для решения задач	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		

	экологии и геофизики.	0	0	0
13 - 14	**Использование гамма-спектрометров для решения задач радиационной безопасности и контроля за перемещением ядерных материалов.** Использование гамма-спектрометров для решения задач радиационной безопасности и контроля за перемещением ядерных материалов.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	**Использование гамма-спектрометров для решения задач таможенного радиационного контроля пассажиров и их багажа.** Использование гамма-спектрометров для решения задач таможенного радиационного контроля пассажиров и их багажа.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	**Использование гамма-спектрометров для решения задач сортировка радиоактивных отходов и их захоронения.** Использование гамма-спектрометров для решения задач сортировка радиоактивных отходов и их захоронения.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	**Использование гамма-спектрометров для исследования газо-нефтяных скважин. Перспективы развития гамма-спектроскопии.** Использование гамма-спектрометров для исследования газо-нефтяных скважин. Перспективы развития гамма-спектроскопии.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изложении данного курса лекций наряду с традиционным методом изложения материала (мел – доска) широко используются различные компьютерные презентации, которые позволяют более наглядно и глубоко раскрыть суть вопроса для слушателей. Презентация для каждой лекции содержит около 40 слайдов. Комбинация традиционных и компьютерных методов преподнесения лекционного материала обеспечивает более высокий уровень восприятия данной дисциплины и существенно расширяет общий объем рассматриваемого материала.

В процессе занятий выделяется небольшая часть времени для того, чтобы студенты могли рассказать и показать основные результаты дополнительных домашних заданий, которые

предусматривают написание рефератов по выбранным темам данного курса. Самостоятельная подготовка рефератов, докладов и презентаций также способствует более глубокому изучению данного курса лекция.

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)**
ПК-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-38.2	З-ПК-38.2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-38.2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-38.2	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-38.4	З-ПК-38.4	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-38.4	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-38.4	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-38.7	З-ПК-38.7	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-38.7	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-38.7	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16

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*»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «*удовлетворительно*»		
60-64			E
ниже 60	2 – «*неудовлетворительно*»	*«не зачтено»*	F

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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

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

1. С самого начала занятий по курсу обратить внимание на то, что многие пункты программы встречались в курсах ядерной физики, физики элементарных частиц, методов регистрации частиц.

2. Целесообразно в собственном распоряжении иметь рекомендованные пособия.

3. В НИЯУ МИФИ имеется целый ряд научных групп, работающих в области гамма-спектрометрии. Целесообразно выполнять НИР в этих группах и посещать научные семинары.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Акцентировать внимание студентов на современных исследованиях в области гамма-спектрометрии.

2. Акцентировать внимание студентов на приложениях гамма-спектрометрии.

Автор(ы):

Улин Сергей Евгеньевич