

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ТФ НИЯУ МИФИ

Протокол № 6

от 23.12.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
СТАТИСТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ДЕТЕКТОРАХ ИЗЛУЧЕНИЙ

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	3	108	32	0	0		22	0	Э
Итого	3	108	32	0	0	0	22	0	

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются статистические явления в детекторах излучений различных типов, особенности взаимодействия излучений с веществом детекторов, случайные процессы в электронных трактах измерительной аппаратуры.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- изучение статистических явлений в детекторах излучений и случайных процессов в электронных трактах измерительной аппаратуры.
- приобретение навыков анализа экспериментальных данных и их соответствующей коррекции при наличии искажений (вычисления и моделирование в среде Mathcad).

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для освоения данной дисциплины необходимо предшествующее освоение курсов математического анализа и теории вероятностей.

«Входными» знаниями являются знания курса «Математический анализ» и навыки работы в операционной системе Windows, знания общей физики и ядерной физики в университетском объеме, элементарные навыки программирования. Для изучения дисциплины также необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин:

- уравнения математической физики ; информатика .

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			
Получение знаний в области радиационной экологии, воздействия радиации, физики	Элементарные частицы, детекторы элементарных	ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике,	З-ПК-3[1] - знать основные физические законы и методы обработки данных ;

элементарных частиц и космологии, описание явлений в данной области.	частиц, ускорители элементарных частиц, источники излучения	составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	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
проектный			
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	Ускорители заряженных частиц, детекторы, ядерные реакторы, энергетические установки, системы обеспечения безопасности	ПК-23.2 [1] - Способен проводить проектирование детекторов и установок в области физики ядра и частиц <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-23.2[1] - знать методы проектирования детекторов и установок; У-ПК-23.2[1] - уметь использовать стандартные пакеты программ для проектирования; В-ПК-23.2[1] - владеть пакетами прикладных программ

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований

		и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:

		- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры ядерной безопасности (B24)	1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирование личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной

		ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов. 4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.
--	--	--

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
	7 Семестр						

1	Часть 1	1-8	16/0/0		25	КИ-8	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-23.2
2	Часть 2	9-16	16/0/0		25	КИ-16	З-ПК-23.2, У-ПК-23.2, В-ПК-23.2
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/0/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-23.2, У-ПК-23.2, В-ПК-23.2

* – 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
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	0	0
1-8	Часть 1	16	0	0
1	Обработка данных в современной экспериментальной физике.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0

	Дискретные и непрерывные случайные величины. Свойства и числовые характеристики основных распределений.	Онлайн	0	0	0
2 - 4	Потоки событий. Пуассоновский поток событий - математическая модель, условия применимости для описания реальных потоков. Полтоки событий - производные от пуассоновского. Каскадные процессы - примеры из физики детекторов.	Всего аудиторных часов	6	0	0
		Онлайн	0	0	0
5 - 6	Основные положения математической статистики и метод Монте-Карло. Оценки и их свойства. Оценивание параметров генеральной совокупности по выборке. Равноточные и неравноточные распределения.	Всего аудиторных часов	4	0	0
		Онлайн	0	0	0
7	Погрешности косвенных измерений. Оценка параметров генеральной совокупности методом моментов и максимального правдоподобия.	Всего аудиторных часов	2	0	0
		Онлайн	0	0	0
8	Надежность оценок. Доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсии нормально распределенной совокупности. Методика построения доверительных интервалов для параметров генеральной совокупности с произвольным законом распределения.	Всего аудиторных часов	2	0	0
		Онлайн	0	0	0
9-16	Часть 2		16	0	0
9 - 11	Статистическая проверка гипотез. Основные понятия и определения. Общая логическая проверка нулевой гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Мощность критерия.	Всего аудиторных часов	4	0	0
		Онлайн	0	0	0
11 - 13	Линейный метод наименьших квадратов. Линейный метод наименьших квадратов в интерпретации экспериментальных данных. Выбор вида аппроксимирующей функции, оценка ее параметров. Понятие о нелинейном МНК. Обзор методов численной минимизации.	Всего аудиторных часов	4	0	0
		Онлайн	0	0	0
13 - 14	Задача о выборе рекомендованного значения физической величины. Выдвижение и проверка гипотез о происхождении ряда измерений. Надежность рекомендованного значения физической величины.	Всего аудиторных часов	2	0	0
		Онлайн	0	0	0
14 - 15	Основные приемы обработки спектрометрической информации. Выбор шага дискретизации. Оценка площади и положения максимума пика в линейчатом спектре. Понятие об автоматической обработке линейчатых спектров.	Всего аудиторных часов	2	0	0
		Онлайн	0	0	0
15 - 16	Итоговое занятие. Подготовка к итоговой аттестации Проведение итогового занятия	Всего аудиторных часов	4	0	0
		Онлайн	0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозна	Полное наименование
--------	---------------------

чение	
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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе освоения курса помимо лекций используются:

- оперативное решение студентами задач вычисления и моделирование в среде Mathcad по ходу лекции с последующим обсуждением;
- предусматривается самостоятельная внеаудиторная работа – обработка полученных экспериментальных данных, их анализ и интерпретация.

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)
ПК-23.2	З-ПК-23.2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-23.2	Э, КИ-16
	В-ПК-23.2	Э, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8
	У-ПК-3	Э, КИ-8
	В-ПК-3	Э, КИ-8

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 – «отлично»	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 – «хорошо»	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 – «удовлетворительно»	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 – «неудовлетворительно»	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.

Оценочные средства приведены в Приложении.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ А22 Advanced Statistical Methods in Data Science : , Singapore: Springer Singapore, 2016
2. ЭИ К82 Лабораторный практикум по курсу "Статистические методы обработки информации" : , Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
3. 539.1 Б73 Практикум по методам обработки и моделирования в современных экспериментах по физике высоких энергий : учебное пособие для вузов, А. А. Богданов, К. О. Лапидус, С. Л. Тимошенко, Москва: МИФИ, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 П99 Лабораторный практикум по курсу "Методы обработки результатов измерений" : , Пятков Ю.В., Федотов С.Н., Москва: МИФИ, 2001

2. 539.1 В24 Введение в физику тяжелых ионов : учебное пособие для вузов, ред. : Ю. Ц. Оганесян, Москва: МИФИ, 2008

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

Рекомендации для освоения отдельных разделов лекций.

1. Свойства производящих и характеристических функций.

Обратить внимание на вычисление параметров распределений.

2. Пуассоновский поток событий. Распределение временных интервалов. Распределение Пуассона. Производящая функция.

Уяснить общий смысл термина «поток», четко понимать каждый пункт в определении пуассоновского потока.

3. Примеры физических процессов с нарушениями " пуассоновости". Потоки, порожденные пуассоновским потоком.

Научиться на практике отделять пуассоновский поток событий от "непуассоновского".

4. Поток Эрланга. Распределение числа событий за фиксированный интервал времени. Распределение интервалов.

Необходимо четко понимать как трансформируются распределения при возрастании коэффициента пересчета.

5 . Моделирование данных и расчеты параметров потоков в среде Mathcad .

Владеть навыками работы в среде Mathcad.

6. Нестационарный поток. Условие квазистационарности. Поток событий конечной длительности. Распределение числа событий за фиксированный интервал времени. Просчеты при регистрации числа частиц.

Обратить внимание на нарушение пункта "отсутствие последействия " в определении пуассоновского потока событий.

7. Простейшие ветвящиеся (каскадные, лавинные) процессы. Процессы размножения частиц. Производящие функции. Процессы, развивающиеся во времени и в пространстве.

Освоить приемы вычисления производящих функций для ветвящихся процессов в среде Mathcad.

8. Расчет в среде Mathcad характеристик сигнала ФЭУ (параметров распределения числа вторичных электронов на аноде) в составе сцинтилляционного спектрометра.

Обратить внимание на зависимость разрешения спектрометра от интенсивности вспышки в сцинтилляторе.

9. Расчет в среде Mathcad характеристик пространственного распределения числа вторичных нейтронов на примере цепной реакции.

Обратить внимание на зависимость среднего числа нейтронов от числа взаимодействий нейтронов с ядрами.

10. Элементы спектрального анализа. Свойства преобразования Фурье. Связь преобразования Фурье с характеристическими функциями. Теорема о свертке.

Освоить приемы вычисления характеристических функций.

11. Преобразование Фурье на конечном временном интервале. Эффект "временного окна". Дискретное преобразование Фурье. Эффект "наложения частот".

Обратить внимание на роль частоты Найквиста.

12. Примеры расчетов эффектов "временного окна" и "наложения частот" в среде Mathcad.

Производить расчеты следует для различных длин отрезков и чисел разбиения этих отрезков.

13. Эффект наложения импульсов в тракте спектрометра. Характеристическая функция значений базовой линии как функции загрузки тракта, формы импульса и амплитудного спектра.

Обратить внимание на связь производящих функций с характеристическими функциями.

14. Расчет в среде Mathcad искаженного амплитудного спектра вследствие наложений импульсов в тракте спектрометра.

Учесть эффекты "временного окна" и "наложения частот".

15. Восстановление амплитудных спектров, искаженных вследствие наложений импульсов в тракте спектрометра. Восстановление реальных спектров в среде Mathcad.

Следует избегать некорректности при решении задачи.

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.

Автор(ы):

Кирсанов Михаил Алексеевич

Федотов Сергей Николаевич, к.ф.-м.н., с.н.с.

Рецензент(ы):

Пятков Ю.В.