

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
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА АНАЛИЗА МНОГОМЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

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/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
4	2	72	0	20	0		52	0	3
Итого	2	72	0	20	0	72	52	0	

АННОТАЦИЯ

Один из основных курсов для овладения студентом навыками физика-экспериментатора.

Изучаются методы получения многомерной спектрометрической информации и ее обработки с помощью современных компьютерных технологий.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются : изучение современной технологии анализа многомерной спектрометрической информации на примере обработки данных с время-пролетного спектрометра и 4-л спектрометра заряженных продуктов ядерных реакций установки FOBOS (ОИЯИ).

Исследуется также тонкая структура распределений «масса-энергия» осколков деления - в одном случае, и выявляются события коллинеарного кластерного распада – в другом.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная учебная дисциплина входит в образовательный модуль комплекса специализированных курсов.

Структурное место дисциплины в ООП магистратуры:

Данная дисциплина относится к дисциплины специализации. Логически и содержательно – методически дисциплина является частью заключительной специализации, являющейся неотъемлемой частью знаний физика – экспериментатора в области экспериментальной ядерной физик и физики частиц.

«Входными» знаниями являются знания ядерной физики и теоретической физики,

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1] – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	З-УК-1 [1] – Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации У-УК-1 [1] – Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации В-УК-1 [1] – Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий

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
проектный			
4 Формирование целей проекта (программы) решения задач, критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности; разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проекта; использование информационных технологий при разработке новых установок, материалов и изделий; разработка проектов технических условий, стандартов и технических описаний новых установок, материалов и изделий	4 Математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных проектов по исследованию явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, включая экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности гражданских объектов	ПК-3.3 [1] - Способен к работе с современным программным обеспечением и его разработке для численных предсказаний (моделирования), обработки и анализа экспериментальных данных в области физики ядра и элементарных частиц <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-3.3[1] - Знать принципы формирования целей проекта (программы) решения задач, критериев и показателей достижения целей, построения структуры их взаимосвязей, выявления приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности; У-ПК-3.3[1] - Уметь проводить проектирование детекторов и установок, а также, на концептуальном уровне, самих экспериментов в области физики ядра и элементарных частиц, использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов и изделий; В-ПК-3.3[1] - Владеть методами выполнения расчётных, проектно-конструкторских работ и обработки результатов

			средствами современных программных пакетов
организационно-управленческий			
2 Организация работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений, определение порядка выполнения работ; поиск оптимальных решений с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды; подготовка заявок на патенты, изобретения и промышленные образцы и оценка стоимости объектов интеллектуальной деятельности; составление рефератов, написание и оформление научных статей; участие в организации семинаров, конференций; участие в организации инфраструктуры предприятий, в том числе информационной и технологической	2 Участие в организации, подготовке и проведении различных экспериментов по физике ядра и частиц (включая создание и использование детекторов элементарных частиц и излучений), в измерениях и обработке экспериментальных данных, в дискуссиях по анализу теоретических гипотез и интерпретаций экспериментов в области физики высоких энергий (в том числе - на современных коллайдерах частиц), а также во многих смежных научных направлениях	ПК-3.2 [1] - Способен формулировать исходные данные, а также вырабатывать и обосновывать организационные решения в области проектирования ядерно-физических установок и проведения исследований в области физики ядра, физики элементарных частиц, астрофизики, решать поставленные задачи с выбором необходимых физико-технических средств <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-3.2[1] - Знать основные методы постановки задач и организации работ в области проектирования ядерно-физических установок, методы проведения исследований в области физики ядра, физики элементарных частиц; У-ПК-3.2[1] - Уметь решать поставленные задачи в области физики ядра, физики элементарных частиц, астрофизики с выбором необходимых физико-технических средств; В-ПК-3.2[1] - Владеть методами проведения выбора и обоснования организационных решений в области проектирования ядерно-физических установок, методами проведения исследований в области физики ядра, физики элементарных частиц
производственно-технологический			
5 Разработка способов проведения ядерно-физических экспериментов и экспериментов в смежных областях	5 Современный ядерно-физический эксперимент, современные детекторные системы и электронные	ПК-3.4 [1] - Способен оформлять результаты проводимых исследований и разработок для технологических и	3-ПК-3.4[1] - Знать основные методы исследований и разработок для технологических и производственных

науки и техники, способов применения ядерно-физических методик в решении технологических проблем; использование результатов проводимых исследований и разработок в технологических и производственных целях; реализация цепочки: исследование, развитие, технология, производство	системы сбора и обработки данных для ядерно-физических установок, математические модели для теоретического и экспериментального исследований фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и атомных ядер	производственных целей, готовить соответствующую документацию, эффективно взаимодействовать со специалистами <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	целей, основные требования к подготовке соответствующей отчетной документации; У-ПК-3.4[1] - Уметь находить и эффективно взаимодействовать со специалистами смежных областей для успешной организации и проведения научно-исследовательской и проектной деятельности; В-ПК-3.4[1] - Владеть навыками составления и оформления научно-технической и проектной документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей
5 Разработка способов проведения ядерно-физических экспериментов и экспериментов в смежных областях науки и техники, способов применения ядерно-физических методик в решении технологических проблем; использование результатов проводимых исследований и разработок в технологических и производственных целях; реализация цепочки: исследование, развитие, технология, производство	5 Современный ядерно-физический эксперимент, современные детекторные системы и электронные системы сбора и обработки данных для ядерно-физических установок, математические модели для теоретического и экспериментального исследований фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и атомных ядер	ПК-10 [1] - Способен решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-10[1] - Знать основные пакеты прикладных программ для решения инженерно-физических и экономических задач ; У-ПК-10[1] - Уметь осуществлять подбор прикладных программ для решения конкретных инженерно-физических и экономических задач; В-ПК-10[1] - Владеть навыками работы с прикладными программами для решения инженерно-физических и

			экономических задач
научно-исследовательский			
1 Разработка методов регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; создание теоретических моделей состояния вещества, взаимодействия лазерного и ионизирующего излучения с веществом; создание математических моделей, описывающих процессы в ядерных реакторах, ускорителях, коллайдерах, масс-спектрометрах; создание методов расчета разделения изотопных и молекулярных смесей; создание современных электронных устройств сбора и обработки информации, учета воздействия на эти устройства ионизирующего и электромагнитного излучений; разработка методов повышения безопасности ядерных и лазерных установок, материалов и технологий; разработка теоретических моделей прохождения излучения через вещество, воздействия ионизирующего, лазерного и электромагнитного излучений на человека и объекты окружающей среды	1 Современный ядерно-физический эксперимент, современные электронные системы сбора и обработки данных для ядерных и физических установок математические модели для теоретического и экспериментального исследований фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и атомных ядер и их излучений	ПК-4 [1] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-4[1] - Знать: цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных ; У-ПК-4[1] - Уметь: применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4[1] - Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач

4. 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>4 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	0/16/0		25	КИ-8	3-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3, 3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, 3-ПК-3.4, У-ПК-3.4, В-ПК-3.4, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
2	Часть 2	9-10	0/4/0		25	КИ-10	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>Итого за 4 Семестр</i>		0/20/0		50		
	Контрольные мероприятия за 4 Семестр				50	3	3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, 3-ПК-3.4, У-ПК-3.4, В-ПК-3.4, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1

* – 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
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>4 Семестр</i>	0	20	0
1-8	Часть 1	0	16	0
1	Методика получения многомерных данных Вводное занятие. Время-пролетный спектрометр осколков деления (ОД) – методики получения многомерных данных в исследованиях процесса деления.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Математические методы поиска тонкой структуры продуктов ядерных реакций. Вводное занятие. Математические методы поиска тонкой структуры распределений масса-энергия продуктов ядерных реакций. Физическая интерпретация разных видов тонкой структуры.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Освоение программы обработки двумерных распределений. Освоение программы обработки двумерных распределений физических переменных (St3). Алгоритмы выделения локальных особенностей в спектрах масс и энергий ОД, выбор параметров, контроль процедур обработки.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Постановка и решение научных задач. Методы решения задач по поиску структур, продуцируемых протонным четно-нечетным эффектом образов делительных мод.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Современная физика деления. Вводное занятие. Современная физика деления при низких и средних энергиях возбуждения. Роль структурных эффектов, кластеризация и ее проявления. Новый тип ядерных превращений - тройной коллинеарный кластерный распад (ТККР).	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Программа «Афина» анализа многомерных данных. Освоение программы "Афина" анализа многомерных данных. Матрицы, спектры, разные виды окон отбора событий.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Выявление физически интересных областей при освоении программы «Афина». Освоение программы "Афина". Выявление физически интересных областей. Методика сохранения и графического представления результатов.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Исследование характеристик продуктов распада. Решение задач по поиску событий ТККР и исследованию характеристик продуктов распада.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-10	Часть 2	0	4	0
9 - 10	Итоговое занятие. Интерпретация результатов. Критический анализ индивидуальных результатов, полученных при использовании программ «Афина» и (St3). Физическая интерпретация результатов.	Всего аудиторных часов		
		0	4	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

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>4 Семестр</i>
1 - 2	Пр.1 Вводное. Освоение программы обработки двумерных распределений физических переменных.
3 - 4	Пр.2 Решение научных задач по поиску структур, продуцируемых протонным четно-нечетным эффектом образов делительных мод.
5 - 6	Пр.3 Освоение программы "Афина" анализа многомерных данных.
7 - 8	Пр.4 Выявление физически интересных областей в программе "Афина".
9 - 10	Пр.5 Итоговое занятие. Критический анализ индивидуальных результатов, полученных при использовании программ «Афина»

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе освоения курса используется практические занятия (семинары), которые также предусматривают самостоятельную внеаудиторную работу – обработку экспериментальных данных (например, распределение параметра «масса-энергия» осколков деления), а также их анализ и интерпретацию.

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-10	З-ПК-10	З, КИ-10
	У-ПК-10	З, КИ-10
	В-ПК-10	З, КИ-10
ПК-3.2	З-ПК-3.2	З, КИ-8
	У-ПК-3.2	З, КИ-8
	В-ПК-3.2	З, КИ-8
ПК-3.3	З-ПК-3.3	З, КИ-8
	У-ПК-3.3	З, КИ-8
	В-ПК-3.3	З, КИ-8
ПК-3.4	З-ПК-3.4	КИ-8
	У-ПК-3.4	КИ-8
	В-ПК-3.4	КИ-8
ПК-4	З-ПК-4	КИ-10
	У-ПК-4	КИ-10
	В-ПК-4	КИ-10
УК-1	З-УК-1	З, КИ-8
	У-УК-1	З, КИ-8
	В-УК-1	З, 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.
---------	------------------------------	---	---

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ W66 The Future of Work in Information Society : Political-Economic Arguments, Wierzbicki, Andrzej Piotr. , Cham: Springer International Publishing, 2016
2. ЭИ М 82 Данные, информация, знания: методология, теория, технологии : монография, Москвитин А. А., Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ С 50 Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии : , Пашкова Г. В., Белых Л. И., Смагунова А. Н., Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. ЭИ Б 91 Обработка и представление данных в MS Excel : учебное пособие, Леора С. Н., Бурнаева Э. Г., Санкт-Петербург: Лань, 2021
5. 539.1 Б73 Практикум по методам обработки и моделирования в современных экспериментах по физике высоких энергий : учебное пособие для вузов, Богданов А.А., Лapidус К.О., Тимошенко С.Л., Москва: МИФИ, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.3 Б24 PSPISE и DesignLab. Схемотехническое моделирование. Модели элементов. Макромоделирование : учебно-методическое пособие, Барбашов В.М., Трушкин Н.С., Кармазинский А.Н., Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
2. 1 В81 Время и информация (время в информатике/виртуальной реальности и в информационных процессах: философский, теоретический и практический аспекты) : сборник научных трудов, , Новочеркасск: Нок, 2011
3. 004 И74 Информатика и информационные технологии : учебное пособие, , Москва: Эксмо, 2011
4. 004 Б28 Информационно-поисковые системы : учебное пособие, Свинцов Д.А., Карпов М.А., Батурич А.С., Москва: МФТИ, 2011

5. ЭИ Л12 Лабораторный практикум "Компьютерное моделирование наноструктур" : , Подливаев А.И. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
6. 620 Л12 Лабораторный практикум "Компьютерное моделирование наноструктур" : , Подливаев А.И. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
7. 539.1 П99 Лабораторный практикум по курсу "Методы обработки результатов измерений" : , Пятков Ю.В., Федотов С.Н., Москва: МИФИ, 2001
8. 623 Б91 Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем : , Найденов В.Г., Поляков В.И., Буренок В.М., Москва: Машиностроение, 2011
9. 53 П99 Методы поиска тонкой структуры двумерных распределений наблюдаемых переменных : Учеб. пособие, Пятков Ю.В., Гуров Ю.Б., М.: МИФИ, 2003
10. ЭИ Б73 Практикум по методам обработки и моделирования в современных экспериментах по физике высоких энергий : учебное пособие для вузов, Богданов А.А., Лапидус К.О., Тимошенко С.Л., Москва: МИФИ, 2008
11. 539.1 П99 Средства анализа и визуализации многомерной спектроскопической информации : Учеб. пособие, Пятков Ю.В., Ямалетдинов С.Р., Митрофанов С.В., М.: МИФИ, 2002

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

Необходимо строго посещать занятия.

Рекомендации при подготовки основных общих тем.

Выполняя конкретные задания принципиально важно видеть связь между физикой структурных эффектов (ядерные оболочки, кластеризация) в низкоэнергетическом делении и наблюдаемыми проявлениями этих эффектов. Опираясь на предыдущие прослушанные курсы (МОРИ, МОС) и общефизический базис, представить, в общих чертах, технику расчета поверхности потенциальной энергии (ППЭ) делящегося ядра. Отследить в изложении связь многодолинности ППЭ и делительной моды. Обратить внимание на сходство и различия в математических алгоритмах обработки линейчатых и непрерывных спектров (курс Методы

Обработки Событий) и выявления тонких структур в двумерных распределениях наблюдаемых переменных.

При подготовке к разделу "Современная физика деления" по вопросу "Кластеризация холодной ядерной материи, экспериментальные проявления" :

Базовым аспектом для правильной ориентации в данном вопросе является тезис о разных проявлениях одного и того же физического явления - кластеризации, в распадах холодных ядерных систем. В бинарном делении она проявляется через дискретность траекторий системы в координатах масс-асимметрия-предразрывное удлинение, в тройном кластерном распаде – через нуклонный состав продуктов (их «магичность»).

Имея в виду обзорно-завершающий характер курса, полезно провести внутреннюю инвентаризацию полученных профессиональных знаний, анализируя предлагаемое в курсе изложение всего пути от экспериментальной установки, калибровок, поиска потенциально интересных информационных кластеров в экспериментальных данных до физической интерпретации выявленных корреляций.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Общие указания:

1. В начале вводного занятия разъяснить основные требования, которые могут быть применены в ходе изучения курса, а также план практических и самостоятельных занятий.
2. Предупредить о порядке промежуточной и итоговой проверки знаний и о порядке проведения аттестационных мероприятий.
3. Вкратце объяснить порядок выполнения самостоятельных работ
4. Упомянуть о сайте с материалами по данному курсу, как ресурсу для самоподготовки и связи с преподавателем.
5. Упомянуть о необходимости выполнения внеаудиторной самостоятельной работы.

Автор(ы):

Пятков Юрий Васильевич, д.ф.-м.н., профессор