

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И КОСМОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/423-573.1

от 20.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИБОРЫ И ТЕХНИКА ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

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
5	1	36	16	16	0		4	0	3
Итого	1	36	16	16	0	0	4	0	

АННОТАЦИЯ

Изучение приборов и техники ядерно-физического эксперимента.. Планирование и проведение экспериментов с пучками частиц промежуточных и высоких энергий. Временные, пространственные и энергетические характеристики пучков. Особенности детекторов при высоких интенсивностях. Проведение экспериментов на ускорителях с фиксированными целями. Особенности экспериментов на коллайдерах.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является приобретение навыков и умений в области разработки научной аппаратуры для проведения экспериментов на современных ускорителях заряженных частиц.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина входит в научно-исследовательский модуль и базируется на прослушанных курсах: «Экспериментальная ядерная физика», «Методы регистрации излучений». Полученные в ходе освоения дисциплины знания необходимы для проведения НИРС, прохождения преддипломной практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

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			
изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований;	элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы	ПК-1 [1] - Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные	З-ПК-1[1] - знать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные

	<p>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,</p>	<p>компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>ресурсы в своей предметной области, ; У-ПК-1[1] - уметь использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области; В-ПК-1[1] - владеть современными компьютерными технологиями и методами использования информационных ресурсов в своей предметной области</p>
<p>проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов;</p>	<p>элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и 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,</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-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</p>

			терминологией
	проектный		
расчет и проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования;	разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ,	ПК-4 [1] - Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	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

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

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>5 Семестр</i>						
1	Ядерно-физическая аппаратура	1-8	8/8/0		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-

							ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Идентификация частиц	9-16	8/8/0		25	КИ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		16/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	3	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4

* – 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

Неделя	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	16	16	0
1-8	Ядерно-физическая аппаратура	8	8	0
1	Основные понятия ядерной физики высоких энергий. Инвариантное сечение, светимость, быстрота, описание редких процессов. Основные понятия ядерной физики высоких энергий. Инвариантное сечение, светимость, быстрота, описание редких процессов.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Планирование и проведение экспериментов на пучках частиц промежуточных и высоких энергий. Временные, пространственные и энергетические характеристики пучков. Особенности работы установок при высоких и Планирование и проведение экспериментов на пучках частиц промежуточных и высоких энергий. Временные, пространственные и энергетические характеристики пучков. Особенности работы установок при высоких интенсивностях.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Принципы создания интенсивных источников вторичных частиц: нейтронов, пионов, мюонов и нейтрино. Принципы создания интенсивных источников вторичных частиц: нейтронов, пионов, мюонов и нейтрино.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Основы расчета и конструирования магнитных каналов и спектрометров заряженных частиц. Основы расчета и конструирования магнитных каналов и спектрометров заряженных частиц.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Современные магнитооптические системы для спектрометрии заряженных частиц с высоким импульсным разрешением. Метод компенсации дисперсии. Оптимизация параметров установок. Современные магнитооптические системы для спектрометрии заряженных частиц с высоким импульсным разрешением. Метод компенсации дисперсии. Оптимизация параметров установок.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Детектирующие системы магнитных спектрометров заряженных частиц. Определение импульсного	Всего аудиторных часов		
		1	1	0

	разрешения. Идентификация частиц в спектрометрах. Детектирующие системы магнитных спектрометров заряженных частиц. Определение импульсного разрешения. Идентификация частиц в спектрометрах.	Онлайн	0	0	0
7	Детектирующие системы магнитных спектрометров заряженных частиц. Определение импульсного разрешения. Идентификация частиц в спектрометрах. Методы регистрации и спектрометрии фотонов и электронов.	Всего аудиторных часов	1	1	0
		Онлайн	0	0	0
8	Основные элементы детектирующих систем спектрометров нейтральных мезонов. Оценки энергетического разрешения и точности определения инвариантной массы. Основные элементы детектирующих систем спектрометров нейтральных мезонов. Оценки энергетического разрешения и точности определения инвариантной массы.	Всего аудиторных часов	1	1	0
		Онлайн	0	0	0
9-16	Идентификация частиц		8	8	0
9	Развитие методики трековых детекторов для использования в спектрометрах заряженных и нейтральных частиц. Развитие методики трековых детекторов для использования в спектрометрах заряженных и нейтральных частиц.	Всего аудиторных часов	1	1	0
		Онлайн	0	0	0
10	Аннигиляционные детекторы для идентификации антипротонов и антидейтронов. Аннигиляционные детекторы для идентификации антипротонов и антидейтронов.	Всего аудиторных часов	1	1	0
		Онлайн	0	0	0
11	Особенности экспериментов с пучками поляризованных и ориентированных изотопов водорода. Особенности экспериментов с пучками поляризованных и ориентированных изотопов водорода.	Всего аудиторных часов	1	1	0
		Онлайн	0	0	0
12	Принципы создания пучков поляризованных частиц и методы измерения поляризации. Принципы создания пучков поляризованных частиц и методы измерения поляризации.	Всего аудиторных часов	1	1	0
		Онлайн	0	0	0
13	Принципы создания пучков поляризованных частиц и методы измерения поляризации. Основы методики создания поляризованных и ориентированных ядерных мишеней.	Всего аудиторных часов	1	1	0
		Онлайн	0	0	0
14	Детекторы для экспериментов на пучках релятивистских ядер. Детекторы для экспериментов на пучках релятивистских ядер.	Всего аудиторных часов	1	1	0
		Онлайн	0	0	0
15	Ядерно-физические методы определения светимости современных коллайдеров тяжелых ионов. Ядерно-физические методы определения светимости современных коллайдеров тяжелых ионов.	Всего аудиторных часов	1	1	0
		Онлайн	0	0	0
16	Особенности детектирующих систем многоцелевых, высокоэффективных установок для исследований по ядерной физике высоких энергий.	Всего аудиторных часов	1	1	0
		Онлайн			

Особенности детектирующих систем многоцелевых, высокоэффективных установок для исследований по ядерной физике высоких энергий.	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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Студенты прослушивают курс лекций, выполняют самостоятельную работу по теоретической части курса и подготовке к выполнению практических работ, проводят работу по подготовке отчета и презентации о выполненных работах.

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-1	З-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4	З, 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-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.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К 20 Введение в физику ядра и частиц : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2010
2. ЭИ Г83 Газоразрядные детекторы элементарных частиц : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. ЭИ Е53 Методы и средства систем радиационного контроля окружающей среды : монография, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

4. ЭИ Б24 Радиационные эффекты в наногетероструктурных СВЧ -приборах и интегральных схемах : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

5. ЭИ И85 Ядерно-физические контрольно-измерительные приборы : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 J22 Statistical methods in experimental physics : , New Jersey [and oth.]: World scientific, 2012

2. И Н54 Subatomic physics : , New Jersey [and oth.]: World scientific, 2010

3. 621.38 К27 Методы формирования пучков частиц на ускорителях высоких энергий : , В.П. Карташев, В.И. Котов, М.: Энергоатомиздат, 1989

4. 53 И20 Международная система единиц (СИ) в атомной науке и технике : справочное руководство, Иванов В.И., Машкович В.П., Центр Э.М., Москва: Энергоиздат, 1981

5. 539.1 Г90 Детекторы элементарных частиц : , К. Группен, Новосибирск: Сибирский хронограф, 1999

6. 539.1 К47 Детекторы корпускулярных излучений : , К. Клайнкнехт; Пер.с нем., М.: Мир, 1990

7. 539.1 Р76 Частицы больших энергий : , Росси Б., М.: Гостехиздат, 1955

8. 621.38 С61 Коллайдеры. Назначение, проблемы, перспективы развития : учебное пособие для вузов, С. В. Сомов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2009

9. 539.1 Д55 Методы идентификации частиц в экспериментальной физике высоких энергий : Конспект лекций, Ю. П. Добрецов, М.: МИФИ, 2000

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

1.Обратить внимание на современные представления о структуре и свойствах материи. Не путать с представлениями 70-х годов об элементарности частиц.

2. Знать идеологию постановки экспериментов по поиску тяжелых кварков.
3. Знать особенности постановки экспериментов на ускорителях с фиксированными мишенями и на коллайдерах.
4. Понимать, для чего современной физике нужен бозон Хиггса и суперсимметричные частицы. Знать способы их поиска на современных ускорителях.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Обратить внимание на современные представления о структуре и свойствах материи. Не путать с представлениями 70-х годов об элементарности частиц.
2. Знать идеологию постановки экспериментов по поиску тяжелых кварков.
3. Знать особенности постановки экспериментов на ускорителях с фиксированными мишенями и на коллайдерах.
4. Понимать, для чего современной физике нужен бозон Хиггса и суперсимметричные частицы. Знать способы их поиска на современных ускорителях.

Автор(ы):

Сомов Сергей Всеволодович, к.ф.-м.н., с.н.с.

Рецензент(ы):

Канцеров В.А.