

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

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР НЕВОД

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
УСТАНОВКИ ДЛЯ НЕУСКОРИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

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, экз./зач./КР/КП
7	3	108	32	16	0		24	0	Э
Итого	3	108	32	16	0	8	24	0	

АННОТАЦИЯ

Программа курса «Установки для неускорительной физики высоких энергий» состоит из 2 разделов: «Основные типы установок неускорительной физики высоких энергий» и «Экспериментальные комплексы для неускорительной физики высоких энергий». Курс знакомит студентов с основными принципами регистрации различных видов ионизирующих излучений, элементами детекторов и наиболее известными установками неускорительной физики высоких энергий.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса – дать будущему исследователю знания об основных типах детекторов, используемых в физике высоких энергий и познакомить с наиболее крупными экспериментами данной области физики. Полученный кругозор позволит выпускнику уверенно чувствовать себя в профессиональной среде, что будет способствовать его социальной мобильности, востребованности и успешной профессиональной карьере.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина логически и содержательно и методически опирается на следующие дисциплины ООП: «Общая физика: электричество и магнетизм», «Общая физика: волны и оптика», «Введение в специальность», «Атомная физика», «Ядерная физика» и «Современные проблемы физики космических лучей». Курс призван формировать систематические знания в области современной физики космоса и астрофизики.

Для успешного освоения положений данной дисциплины студент должен:

- знать: иностранный язык в объеме, необходимом для получения информации профессионального содержания из зарубежных источников; понятия и методы математического анализа: дифференциальное исчисление, интегральное исчисление и функции многих переменных; аналитическую геометрию; линейную алгебру; векторный и тензорный анализ; теорию функций комплексного переменного; обыкновенные дифференциальные уравнения; теорию вероятности и математическую статистику; общую физику: механику, молекулярную физику, электричество и магнетизм, волны и оптику; основные положения квантовой механики, атомной и ядерной физики.

- уметь: использовать математические методы в физических приложениях; решать алгебраические уравнения и системы дифференциальных уравнений, применительно к реальным процессам; применять методы решения задач анализа и расчета характеристик механических, электромагнитных, квантовых, атомных и ядерных систем;

- владеть: методами математического анализа; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем; основными методами работы на ПЭВМ в том числе методами работы с прикладными программными продуктами; математическим описанием микрообъектов в рамках атомной физики и квантовой механики; математическими методами анализа явлений.

Данная дисциплина является основополагающей для последующего освоения следующих дисциплин и практик: «Базы данных в экспериментальной физике», «Физика мюонов космических лучей и мюонная диагностика», «Базы данных в экспериментальной

физике», «Введение в автоматизацию физического эксперимента», «Взаимодействие тяжелых ионов» и др.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-2 [1] – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	3-УК-2 [1] – Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность У-УК-2 [1] – Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности В-УК-2 [1] – Владеть: методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией
УК-4 [1] – Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	3-УК-4 [1] – Знать: принципы построения устного и письменного высказывания на русском и иностранном языках; правила и закономерности деловой устной и письменной коммуникации У-УК-4 [1] – Уметь: применять на практике деловую коммуникацию в устной и письменной формах, методы и навыки делового общения на русском и иностранном языках; методикой составления суждения в межличностном деловом общении на русском и иностранном языках В-УК-4 [1] – Владеть: навыками чтения и перевода текстов на иностранном языке в профессиональном общении; навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранных языках; методикой составления суждения в межличностном деловом общении на русском и иностранном языках

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	Код и наименование индикатора достижения профессиональной
--	---------------------------	---	---

		стандарт-ПС, анализ опыта)	компетенции
научно-исследовательский			
проведение научных исследований поставленных проблем; формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований; работа с российской и зарубежной научной литературой с использованием новых информационных технологий и ресурсов, работа на экспериментальных физических установках; выбор необходимых методов исследования; анализ получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники; математическое моделирование процессов и экспериментальных установок	атомное ядро, элементарные частицы и космические лучи, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, космических лучей	ПК-26.2 [1] - Способен работать с детекторами и установками в области физики космических излучений, проводить оптимизацию их характеристик. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-26.2[1] - Знать физические принципы и основные методы регистрации элементарных частиц, основные элементы детектирующих систем, принципы работы детекторов и установок в области физики космических излучений.; У-ПК-26.2[1] - Уметь планировать и организовывать современный физический эксперимент, проводить оптимизацию детекторов и установок в области физики космических излучений.; В-ПК-26.2[1] - Владеть методами модернизации детекторов и установок для научно-инновационных исследований в области физики космических излучений.
1 Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов	1 Объектами профессиональной деятельности выпускников по основной образовательной программе «Экспериментальные исследования и моделирование фундаментальных взаимодействий»	ПК-1 [1] - Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные	З-ПК-1[1] - знать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области, ;

<p>автоматизированного проектирования и исследований; проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок;</p>	<p>являются: атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ускорители заряженных частиц, современная электронная схмотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, распространения и</p>	<p>ресурсы в своей предметной области</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>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>взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.</p>		
<p>1 Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок;</p>	<p>1 Объектами профессиональной деятельности выпускников по основной образовательной программе «Экспериментальные исследования и моделирование фундаментальных взаимодействий» являются: атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчеты по анализу результатов и подготовке научных публикаций</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-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 терминологией</p>

	<p>изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.</p>		
--	--	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (B11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные

		исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: <ul style="list-style-type: none"> - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в

	профессии (B15)	достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (B16)	Использование воспитательного потенциала дисциплин "Основы конструирования и САПР", "Курсовой проект: основы конструирования и САПР", "Инженерная и компьютерная графика", "Детали машин и основы конструирования" для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания (методики ТРИЗ, морфологический анализ, мозговой штурм и др.), культуры инженера-разработчика через организацию проектной, в том числе самостоятельной работы обучающихся с использованием программных пакетов.
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",

		<p>"Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
--	--	---

5. 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>7 Семестр</i>						
1	Основные типы установок неускорительной физики высоких энергий	1-8	16/8/0	Кл-8 (25)	25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-26.2, У-ПК-26.2, В-ПК-26.2, 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, 3-УК-4, У-УК-4, В-УК-4
2	Экспериментальные комплексы для неускорительной физики высоких энергий	9-16	16/8/0	Дкл-16 (25)	25	КИ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3,

	энергий.						У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-26.2, У-ПК-26.2, В-ПК-26.2, З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, З-УК-4, У-УК-4, В-УК-4
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-26.2, У-ПК-26.2, В-ПК-26.2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, З-УК-4, У-УК-4, В-УК-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
Кл	Коллоквиум
Дкл	Доклад
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	16	0
1-8	Основные типы установок неускорительной физики высоких энергий	16	8	0
1	Введение Элементарные частицы и их детектирование. Основные параметры установок. Площадь, светосила, длительность экспозиции. Виды регистрируемых излучений.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Взаимодействие излучений с веществом.			
2 - 3	Основные компоненты детекторов Электровакуумные и кремниевые ФЭУ. Сцинтилляторы. Черенковские детекторы. Газонаполненные детекторы. Полупроводниковые детекторы.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Прямые спутниковые эксперименты неускорительной физики высоких энергий Адронные и электромагнитные спутниковые калориметры. Эксперименты PAMELA, AMS. Нуклон и проект Гамма-400.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Баллонные и высокогорные эксперименты Баллонные эксперименты в Антарктиде. Высокогорные станции. Эксперименты Тянь-Шань, HAWC, LHASSO.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	Установки для регистрации ШАЛ Основные принципы регистрации и анализа ШАЛ. KASCADE и KASCADE-Grande, Telescope Array, Обсерватория Пьера Оже.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Обсерватория TAIGA Основные задачи и установки. Тунка-133. Тунка-HiScore. Тунка -Grande. IACT.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Экспериментальные комплексы для неускорительной физики высоких энергий.	16	8	0
9	Баксанская нейтринная обсерватория Основные задачи у установки. Баксанский подземный сцинтилляционный телескоп. Ковер. Галий-германиевый детектор.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	Гигатонные нейтринные телескопы Основные задачи и принципы построения. Оптические модули. AMANDA. IceCube. IceCube-Gen2. ANTARES KM3Net. BHT-200. Байкал-GVD.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Установки для гамма-астрономии. Задачи гамма-астрономии. Атмосферные черенковские имеджинговые телескопы.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Мультимесенджер наблюдения Мультимесенджер астрономия. Алерты. Всеволновая астрономия. Гравитационные антенны.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 16	Уникальная научная установка «Экспериментальный комплекс НЕВОД» Основные задачи. Черенковский водный калориметр. Система калибровочных телескопов. Координатно-трековый детектор ДЕКОР. Детекторы электронно-нейтронной компонент широких атмосферных ливней ПРИЗМА-32 и УРАН. Установка НЕВОД-ШАЛ. Детектор ТРЕК. Мюонные годоскопы.	Всего аудиторных часов		
		6	3	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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины основано на традиционной и интерактивной технологиях: чтение лекций, проведение семинаров по каждой теме и контрольные работы в качестве тестирования степени усвоения материала, выборочный контроль; экзамен.

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	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
ПК-26.2	З-ПК-26.2	Э, КИ-8, КИ-16, Дкл-16
	У-ПК-26.2	Э, КИ-8, КИ-16, Дкл-16
	В-ПК-26.2	Э, КИ-8, КИ-16, Дкл-16
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
УК-2	З-УК-2	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	У-УК-2	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	В-УК-2	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
УК-4	З-УК-4	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	У-УК-4	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	В-УК-4	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-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 Б 90 Спектрометрия ионизирующих излучений. Гамма-спектрометрия : учеб. пособие, Будыка А.К., Москва: НИЯУ МИФИ, 2021
2. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра, , : , 2022
3. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 2 Физика ядерных реакций, , : , 2022
4. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 3 Физика элементарных частиц, , : , 2022

5. ЭИ Э 41 Экспериментальный комплекс НЕВОД : монография, Шутенко В.В. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 Б53 Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом : учеб. пособие, Беспалов В.И., Томск: , 2006
2. ЭИ Г17 Космические лучи : , Гальпер А.М., М.: МИФИ, 2002
3. 539.1 А39 Фотонные методы регистрации излучений : , Акимов Ю.К., Дубна: ОИЯИ, 2014
4. 539.1 Э41 Экспериментальные методы и аппаратура в ядерно-физических исследованиях : Сб. статей, , М.: Энергоатомиздат, 1984

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. ScienceDirect is a leading full-text scientific database offering journal articles and book chapters (<http://www.sciencedirect.com/science/journals/>)
2. Nature Publishing Group (NPG) (<http://www.nature.com/>)
3. Springer. Providing researchers with access to millions of scientific documents from journals, books (<http://link.springer.com/>)
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. (<http://elibrary.ru/>)
5. Электронная библиотека НИЯУ МИФИ (www.library.mephi.ru)
6. Google книги (<https://books.google.com/>)

<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

Данная дисциплина читается в профессиональном цикле и призвана формировать профессиональный кругозор. Поэтому студентам рекомендуется изучение всевозможных источников, в том числе и Интернет-ресурсов. Для успешного освоения дисциплины весьма полезно просмотреть тезисы и статьи российских и международных конференций,

затрагивающих данную тематику, таких как Всероссийская конференция по космическим лучам (ВККЛ), The International Symposium on Cosmic Rays and Astrophysics (ISCRA), The European Cosmic Ray Symposium (ECRS), конференция INSTR и др.

Рабочей программой дисциплины «Установки для неускорительной физики высоких энергий» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины по материалам лекции и рекомендованной литературе;
- подготовку к практическим занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к различным формам контроля.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе данной дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

При подготовке доклада рекомендуется обращаться за консультацией к преподавателю курса и к научному руководителю. После получения темы доклада рекомендуется, как можно раньше приступить к сбору материала и подготовке презентации, не откладывая данную работу до конца семестра.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Цель курса – познакомить студентов с принципами работы основных элементов детекторов элементарных частиц и сформировать кругозор по основным задачам, решаемым на экспериментальных комплексах для исследований в области неускорительной физики высоких энергий.

В процессе преподавания разделов курса следует уделять особое внимание свежим экспериментальным результатам, полученным на той или иной установке, обсуждать их важность и возможное дальнейшее влияние на развитие неускорительной физики высоких энергии. У студентов должно складываться мнение о том, что они изучают динамичную науку, на развитие которой они способны и должны влиять.

Контроль работы студента проводить в виде коллоквиума. При этом весьма полезно предложить студентам самостоятельно сформулировать вопросы и дать на них ответы.

Обсуждение результатов контрольно-самостоятельной работы рекомендуется проводить публично, это позволит студентам узнавать о типичных ошибках и избегать или оперативно исправлять их в своей работе.

На последнем занятии рабочим планом предусмотрен доклад каждого студента. Рекомендуется темы докладов сформулировать и выдать студентам не позднее 10-й недели.

Автор(ы):

Громушкин Дмитрий Михайлович, к.ф.-м.н.

Хохлов Семен Сергеевич