

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 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И КОСМОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ В КОСМОФИЗИЧЕСКОМ И НАЗЕМНОМ
ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

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.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	3	108	16	0	32	44	16	3
Итого	3	108	16	0	32	32	44	16

АННОТАЦИЯ

Целью освоения учебной дисциплины является приобретение навыков и умений в области разработки научной аппаратуры для проведения экспериментов на ускорителях заряженных частиц и на лабораторных установках с источниками радиоактивного излучения

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 ускорителях заряженных частиц и на лабораторных установках с источниками радиоактивного излучения,

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 бакалавра.

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
проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов;	научно-исследовательский 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,	ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций	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,

	<p>ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,</p>	<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>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>
проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов	<p>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</p>	<p>ПК-15.3 [1] - Способен к участию в научных исследованиях в области физики ядра и частиц, космофизике и космологии, к самостоятельному определению необходимых средств и к их использованию для решения поставленных задач</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-15.3[1] - методы осуществления научных исследованиях в области физики ядра и частиц, космофизике и космологии, методы определения необходимых средств и их использования для решения поставленных задач; У-ПК-15.3[1] - выполнять научные исследования в области физики ядра и частиц, космофизике и космологии, самостоятельно определять необходимые средства и использовать их для решения поставленных задач; В-ПК-15.3[1] - методами осуществления научных исследованиях в области физики ядра и частиц, космофизике и</p>

			космологии, методами определения необходимых средств и их использования для решения поставленных задач
математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы	ПК-15.6 [1] - Способен работать с программным обеспечением и его разработке для обработки и анализа экспериментальных данных <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-15.6[1] - методы работы с программным обеспечением и его разработки для обработки и анализа экспериментальных данных; У-ПК-15.6[1] - работать с программным обеспечением и выполнять его разработку для обработки и анализа экспериментальных данных; В-ПК-15.6[1] - методами работы с программным обеспечением и его разработки для обработки и анализа экспериментальных данных
производственно-технологический			
монтаж, наладка, испытания и сдача в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;	разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ	ПК-7 [1] - Способен к монтажу, наладке, настройке, регулировке, испытанию и сдаче в эксплуатацию оборудования и программных средств <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-7[1] - Знать требования стандартов при проведении монтажа, наладки, настройки, регулировки, испытаний оборудования и программных средств. ; У-ПК-7[1] - Уметь проводить монтаж, наладку, настройку, регулировку, испытание оборудования и программных

			<p>средств;</p> <p>В-ПК-7[1] - Владеть навыками монтажа, наладки, настройки, регулировки, испытания и ввода в эксплуатацию оборудования и программных средств</p> <p>3-ПК-8[1] - Знать методы оценки ядерной и радиационной безопасности, контроля за соблюдением экологической безопасности ;</p> <p>У-ПК-8[1] - Уметь оценивать ядерную и радиационную безопасность, проводить контроль за соблюдением экологической безопасности;</p> <p>В-ПК-8[1] - Владеть навыками оценки ядерной, радиационной и экологической безопасности</p>
контроль соблюдения экологической безопасности проведения работ; наладка, настройка, регулирование и опытная проверка технологического оборудования и программных средств;	экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, наноматериалы и нанотехнологии,	<p>ПК-8 [1] - Способен к оценке ядерной и радиационной безопасности и контролю за соблюдением экологической безопасности</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-8[1] - Знать методы оценки ядерной и радиационной безопасности, контроля за соблюдением экологической безопасности ;</p> <p>У-ПК-8[1] - Уметь оценивать ядерную и радиационную безопасность, проводить контроль за соблюдением экологической безопасности;</p> <p>В-ПК-8[1] - Владеть навыками оценки ядерной, радиационной и экологической безопасности</p>
разработка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ	проектный разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ	<p>ПК-15.7 [1] - Способен проектировать и создавать новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-15.7[1] - методы проектирования и создания новых продуктов и систем;</p> <p>У-ПК-15.7[1] - проектировать и создавать новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике;</p> <p>В-ПК-15.7[1] - методами проектирования и создания новых</p>

<p>расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ</p>	<p>ПК-15.8 [1] - Способен проводить эскизное и предэскизное проектирование детекторов и установок, а также самих экспериментов в области физики ядра и частиц</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>продуктов и систем З-ПК-15.8[1] - методы проведения эскизного и предэскизного проектирования детекторов и установок, а также самих экспериментов в области физики ядра и частиц; У-ПК-15.8[1] - проводить эскизное и предэскизное проектирование детекторов и установок, а также самих экспериментов в области физики ядра и частиц; В-ПК-15.8[1] - методами проведения эскизного и предэскизного проектирования детекторов и установок, а также самих экспериментов в области физики ядра и частиц</p>
---	--	--	--

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/ Практ. (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	Ядерно-физическая аппаратура	1-8	8/0/16	КИ-8 (25)	25	КИ-8	З-ПК- 15.3, У- ПК- 15.3, В- ПК- 15.3, З-ПК- 15.6, У- ПК- 15.6, В- ПК- 15.6, З-ПК- 15.7, У- ПК- 15.7, В- ПК- 15.7, З-ПК- 15.8, У- ПК- 15.8, В- ПК- 15.8, З-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, З-ПК- 7, У- ПК-7, В-

							ПК-7, З-ПК- 8, У- ПК-8, В- ПК-8
2	Идентификация частиц	9-16	8/0/16	КИ-16 (25)	25	КИ-16	З-ПК- 15.3, У- ПК- 15.3, В- ПК- 15.3, З-ПК- 15.6, У- ПК- 15.6, В- ПК- 15.6, З-ПК- 15.7, У- ПК- 15.7, В- ПК- 15.7, З-ПК- 15.8, У- ПК- 15.8, В- ПК- 15.8, З-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, З-ПК- 7, У- ПК-7, В- ПК-7, З-ПК-

							8, У- ПК-8, В- ПК-8
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/0/32		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	3	З-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, З-ПК- 7, У- ПК-7, В- ПК-7, З-ПК- 8, У- ПК-8, В- ПК-8, З-ПК- 15.3, У- ПК- 15.3, В- ПК- 15.3, З-ПК- 15.6, У- ПК- 15.6, В- ПК- 15.6, З-ПК- 15.7, У- ПК- 15.7, В- ПК- 15.7, З-ПК- 15.8, У- ПК-

							15.8, В- ПК- 15.8
--	--	--	--	--	--	--	----------------------------

* – 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:

Обозна чение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	16	0	32
1-8	Ядерно-физическая аппаратура	8	0	16
1 - 4	Ядерно-физическая аппаратура Детекторы элементарных частиц и ядер применяемые в космических экспериментах (сцинтилляционные, полупроводниковые, черенковские, ионизационные и газоразрядные, магнитные спектрометры, калориметры, время пролетные системы).	Всего аудиторных часов 4	8	Онлайн
6 - 8	Ядерно-физическая аппаратура Экспериментальные методы и принципы построения ядерно-физической аппаратуры для экспериментов на космических аппаратах	Всего аудиторных часов 4	8	Онлайн
9-16	Идентификация частиц	8	0	16
9 - 12	Идентификация частиц Экспериментальные методы и аппаратура для измерения энергетических и угловых характеристик потоков частиц космического излучения.	Всего аудиторных часов 4	8	Онлайн
12 - 16	Идентификация частиц Экспериментальные методы и аппаратура для идентификации частиц космического излучения.	Всего аудиторных часов 4	8	Онлайн

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозна чение	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 ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 4	Сцинтилляционные и нейтронные детекторные системы Изучение амплитудных и временных характеристик сцинтилляционных и нейтронных детекторных систем космофизической аппаратуры
4 - 8	Гама-спектрометрические детекторные системы Изучение физических характеристик гамма-спектрометрической аппаратуры для космофизических измерений.
9 - 12	Измерение потоков частиц Измерение потока заряженных частиц вдоль орбиты космического аппарата (эксперимент «ПАМЕЛА»)
12 - 16	Методы идентификации частиц Изучение методов идентификации электронов, позитронов, протонов и ядер в магнитном спектрометре для космофизических измерений.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Студенты прослушивают курс лекций, выполняют самостоятельную работу по теоретической части курса, проводят работу по подготовке отчета и презентации о выполненных работах, сдают зачета в форме доклада с презентацией 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-15.3	З-ПК-15.3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-15.3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-15.3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-15.6	З-ПК-15.6	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-15.6	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-15.6	З, КИ-8, КИ-16

ПК-15.7	З-ПК-15.7	3, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-15.7	3, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-15.7	3, КИ-8, КИ-16
ПК-15.8	З-ПК-15.8	3, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-15.8	3, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-15.8	3, КИ-8, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	3, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	3, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	3, КИ-8, КИ-16
ПК-7	З-ПК-7	3, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-7	3, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-7	3, КИ-8, КИ-16
ПК-8	З-ПК-8	3, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-8	3, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-8	3, 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 иочно 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		B	
75-84		C	
70-74	4 – «хорошо»	D	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69			
60-64	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.
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 Г55 Современная электронная элементная база в приборах и системах физики высоких энергий, космофизики и медицины : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. ЭИ Л 84 Физическая космология : научное издание, Москва: Физматлит, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. И В87 Black holes, cosmology and extra dimensions : , New Jersey [and oth.]: World scientific, 2013
2. 621.38 Г55 Современная электронная элементная база в приборах и системах физики высоких энергий, космофизики и медицины : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. 52 Г17 Космические лучи : , Гальпер А.М., М.: МИФИ, 2002
4. 52 П75 Прикладная ядерная космофизика : учебное пособие для вузов, К. А. Боярчук [и др.], Москва: МИФИ, 2007
5. 539.1 К71 Космофизические исследования : сб. науч. трудов, под ред. Гальпера А.М., М.: Энергоатомиздат, 1986
6. 52 Л12 Лабораторный практикум "Мониторинг радиационной обстановки ближнего космоса" : учебное пособие для вузов, ред. : А. М. Гальпер, 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

1. При изучении материала по современным экспериментам на космических аппаратах в области фундаментальной и прикладной ядерной космофизики необходимо обратить внимание на конкретные проблемы и задачи в рассматриваемых направлениях исследований.

2. Необходимо понять важность создания требуемых условий для проведения экспериментов на космических аппаратах и использования адекватных методов аппаратурных средств для измерения физических характеристик частиц.

3. При проведении лабораторного практикума студентам необходимо заранее ознакомиться с описанием лабораторной работы, понять цель работы и средства для ее достижения, обратить внимание на последовательность выполнения действий, необходимых при ее выполнении. При выполнении обработки данных необходимо строго использовать рекомендованные методики и программное обеспечение. При подготовке отчета по лабораторной работе не следует ограничиваться использованием теоретической части, представленной в описании работы, необходимо применять знания, полученные и в других курсах лекций по космофизическому направлению.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. При изложении материала по современным экспериментам на космических аппаратах в области фундаментальной и прикладной ядерной космофизики необходимо предварительно дать информацию о конкретных проблемах и задачах в рассматриваемых направлениях исследований.

2. Необходимо подчеркнуть важность создания требуемых условий для проведения экспериментов на космических аппаратах и использования адекватных методов и аппаратурных средств для измерения физических характеристик частиц.

3. При проведении лабораторного практикума обратить внимание студентов необходимость предварительного ознакомления с описанием лабораторной работы, понимания цели работы и средства для ее достижения. При выполнении обработки данных необходимо обратить внимание студентов на использование только рекомендованных методик и программного обеспечения. При подготовке отчета по лабораторной работе необходимо объяснить студентам, что не следует ограничиваться только использованием теоретической части, представленной в описании работы, а необходимо также применять и знания, полученные в других курсах лекций по космофизическому направлению.

Автор(ы):

Чернышева Ирина Вячеславовна, к.ф.-м.н.