

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

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
КАФЕДРА КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 28.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАДИАЦИОННАЯ ФИЗИКА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 15.04.06 Мехатроника и робототехника

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
1	2	72	16	32	0		24	0	3
Итого	2	72	16	32	0	0	24	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина знакомит студентов с исследовательскими ядерными реакторами, их нейтронно-физическими характеристиками, оборудованием реакторов для проведения радиационных экспериментов. В ходе учебного процесса изучаются экспериментальные установки для проведения исследования физико-механических свойств материалов в процессе облучения. Рассматриваются основы термометрии, вакуумной техники и криогенной техники.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины "Техника радиационного эксперимента" является ознакомление студентов с современной экспериментальной базой и подготовка студентов к разработке экспериментальных устройств и проведению реакторных экспериментов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина занимает место в цикле специальных дисциплин общепрофессионального и профессионального модулей ООП. Дисциплина логически и содержательно-методически взаимосвязана с дисциплинами указанных модулей. Для освоения материалов дисциплины требуются знания по ранее изученным дисциплинам: физике, химии, механике, теоретической физике, основных разделов математики, атомной и ядерной физике. Освоение данной дисциплины необходимо для качественного и ответственного выполнения профессиональных обязанностей после получения звания бакалавр.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЦ-1 [1] – Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	З-УКЦ-1 [1] – Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы У-УКЦ-1 [1] – Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности В-УКЦ-1 [1] – Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача	Объект или область	Код и наименование	Код и наименование
--------	--------------------	--------------------	--------------------

профессиональной деятельности (ЗПД)	знания	профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	индикатора достижения профессиональной компетенции
организационно-управленческий			
Руководство группой работников при исследовании самостоятельных тем в области мехатроники и робототехники	Физико-технические интеллектуальные (киберфизические) системы	<p>ПК-1.4 [1] - Готов разрабатывать методику проведения экспериментальных исследований и испытаний мехатронных, робототехнических и киберфизических систем, способен участвовать в проведении таких испытаний и обработке их результатов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>3-ПК-1.4[1] - 3-ПК-1.4 Знать порядок разработки методики проведения экспериментальных исследований и испытаний мехатронных, робототехнических и киберфизических систем; У-ПК-1.4[1] - У-ПК-1.4 Уметь проводить экспериментальные исследования и испытания мехатронных, робототехнических и киберфизических систем; В-ПК-1.4[1] - В-ПК-1.3 Владеть методами обработки результатов испытаний мехатронных, робототехнических и киберфизических систем</p>
Руководство группой работников при исследовании самостоятельных тем в области мехатроники и робототехники	Физико-технические интеллектуальные (киберфизические) системы	<p>ПК-5 [1] - Способен руководить группой работников при исследовании самостоятельных тем в области мехатроники и робототехники</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-5[1] - Знать принципы и методы руководства группой работников при исследовании самостоятельных тем в области мехатроники и робототехники; У-ПК-5[1] - Уметь руководить группой работников при исследовании самостоятельных тем в области мехатроники и</p>

			робототехники; В-ПК-5[1] - Владеть навыками руководства группой работников при исследовании самостоятельных тем в области мехатроники и робототехники
научно-исследовательский			
Проведение патентных исследований и определение характеристик продукции (услуг)	Физико-технические интеллектуальные (киберфизические) системы	ПК-1 [1] - Способен проводить патентные исследования и определять характеристики продукции (услуг) <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1[1] - Знать методы проведения патентных исследований и определения характеристик продукции (услуг); У-ПК-1[1] - Уметь проводить патентные исследования и определять характеристики продукции (услуг); В-ПК-1[1] - Владеть навыками проведения патентных исследований и определения характеристик продукции (услуг)
Обработка и анализ научно-технической информации и результатов исследований	Физико-технические интеллектуальные (киберфизические) системы	ПК-2 [1] - Способен обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-2[1] - Знать принципы и методы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований; У-ПК-2[1] - Уметь обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований; В-ПК-2[1] - Владеть навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований

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>1 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/16/0		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-1.4, У-ПК-1.4, В-ПК-1.4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1
2	Второй раздел	9-16	8/16/0		25	КИ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-1.4, У-ПК-1.4, В-ПК-1.4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		16/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	3	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-1.4, У-ПК-1.4, В-ПК-1.4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2,

							3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-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>1 Семестр</i>	16	32	0
1-8	Первый раздел	8	16	0
1	Тема 1 Основные нейтронные реакции в ядерном реакторе. Основы работы ядерного реактора. Понятие поколения нейтронов. Мгновенные и запаздывающие нейтроны. Основы управления ядерным реактором.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Тема 2 Типы ядерных реакторов. Реакторы на тепловых и быстрых нейтронах. Размещение топлива в активных зонах реакторов. Твэлы и ТВС. Тепловые схемы. Конструкционные материалы ядерных реакторов. Теплоносители.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Тема 3 Классификация ядерных реакторов. Классификация исследовательских ядерных реакторов. Термины и определения. Экспериментальные возможности исследовательских ядерных реакторов. Активные и пассивные методы реакторных испытаний.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Тема 4 Исследовательские реакторы на тепловых нейтронах. ИРТ МИФИ, ИВВ-2М, РБТ-6, МИР.М1. Основные характеристики и экспериментальные возможности. Исследовательские реакторы на быстрых и промежуточных нейтронах. СМ-3, БОР-60. Основные характеристики и экспериментальные возможности. Перспективные исследовательские реакторы.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Тема 5 Импульсные исследовательские реакторы. Классификация	Всего аудиторных часов		
		1	2	0

	и решаемые задачи. Реактор ИБР-2М. Конструкция реактора, основные характеристики и экспериментальные возможности.	Онлайн	0	0	0
6	Тема 6 Измерение температуры в ядерных энергетических установках. Первичная и вторичная термометрия. Первичные и вторичные термометры.	Всего аудиторных часов	1	2	0
		Онлайн	0	0	0
		0	0	0	
7	Тема 7 МТШ-90. Первичные и вторичные реперные точки. Четыре интервала МТШ-90 по способам определения температуры. Виды эталонов РФ в термометрии. Типовые конструкции ампул реперных точек (3-й точки воды и затвердевания металла).	Всего аудиторных часов	1	2	0
		Онлайн	0	0	0
		0	0	0	
8	Тема 8 Классификация термометров. Термометры расширения (линейного, биметаллические, жидкостные). Манометрические термометры (жидкостные, газовые, парожидкостные).	Всего аудиторных часов	1	2	0
		Онлайн	0	0	0
		0	0	0	
9-16	Второй раздел	8	16	0	
9	Тема 9 Термометры сопротивления. Материалы. Характеристики чувствительности. ГОСТ 6651-2009. Типы термометров сопротивления. Классы допуска. Типовые конструкции термометров сопротивления. Тонкопленочные термометры сопротивления. Термисторы и позисторы. Способы подключения термометров сопротивления. Погрешности.	Всего аудиторных часов	1	2	0
		Онлайн	0	0	0
		0	0	0	
10	Тема 10 Термоэлектрические преобразователи температуры (термопары). Основные законы термоэлектричества. Способы подключения термопар. Компенсация холодного спая. Удлинительные и компенсационные провода. Основные схемы включения термопар. Электрод сравнения.	Всего аудиторных часов	1	2	0
		Онлайн	0	0	0
		0	0	0	
11	Тема 11 ГОСТ Р. 8. 585-2001. Обозначения типов термопар. Источники погрешностей термопар. Действие ядерных излучений на работу термопар. Особенности измерения температур термопарами. Способы установки термопар и ожидаемые погрешности. Специальные термометры.	Всего аудиторных часов	1	2	0
		Онлайн	0	0	0
		0	0	0	
12	Тема 12 Вакуум. Диапазоны. Схема простейшей вакуумной установки. ГОСТ 5197-85. Поток газа, быстрота откачки, быстрота действия вакуумного насоса. Основное уравнение вакуумной техники. Остаточное давление, производительность. Основная характеристика вакуумного насоса. Основные притоки газов в вакуумную камеру. Способы их уменьшения. Основные принципы вакуумирования.	Всего аудиторных часов	1	2	0
		Онлайн	0	0	0
		0	0	0	
13	Тема 13 Группы вакуумных насосов по принципу действия. Насосы объемного действия, струйные,	Всего аудиторных часов	1	2	0
		Онлайн			

	турбомолекулярные. Сорбционные насосы, криогенные насосы.	0	0	0
14	Тема 14 Вакууметры термодарные и Пирани. Вакууметры ионизационные, магнитные электроразрядные, радиоизотопные.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
15	Тема 15 Низкотемпературные диапазоны. Структурная схема криогенной установки для исследования физико-механических свойств материалов. Основные хладоагенты криогенной техники и их особенности. Низкотемпературная теплоизоляция. Основные материалы криогенной техники. Способы изменения температуры в криостатах.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
16	Тема 16 Конструкции криостатов для проведения исследований в низкотемпературном диапазоне.	Всего аудиторных часов		
		1	2	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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Доклады студентов по рассматриваемым темам.

Подготовка докладов с использованием рекомендованной литературы и интернет-ресурсов.

Обсуждение и разбор материалов докладов. Формирование аргументированных выводов и рекомендаций.

Семинарские занятия с использованием компьютерных программ.

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-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-1.4	З-ПК-1.4	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.4	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.4	З, КИ-8, КИ-16
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
УКЦ-1	З-УКЦ-1	З, КИ-8, КИ-16
	У-УКЦ-1	З, КИ-8, КИ-16
	В-УКЦ-1	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.
--	--	--	--

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 В80 Впереди века : ордена Ленина Научно-исследовательскому и конструкторскому институту энерготехники имени Н.А. Доллежала (НИИ-8 - НИКИЭТ) 60 лет, , Москва: НИКИЭТ, 2012
2. 621.5 В29 Искусство криогеники. Низкотемпературная техника в физическом эксперименте, промышленных и аэрокосмических приложениях : , Ризегари Л., Вентура Г., Долгопрудный: Интеллект, 2011
3. 621.039 Н14 Техника реакторного эксперимента Ч. 1 , Набойченко К.В., : МИФИ, 2008
4. 621.039 Ф50 Физико-технические основы современной ядерной энергетики. Перспективы и экологические аспекты : учебное пособие, Шмелев А.Н. [и др.], Долгопрудный: Интеллект, 2014

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Н14 Экспериментальная реакторная физика : , Набойченко К.В., [Москва]: [МИФИ], 2008
2. ЭИ Б94 Экспериментальная реакторная физика : учебное пособие для вузов, Бушуев А.В., Москва: МИФИ, 2008
3. 621.039 Б94 Экспериментальная реакторная физика : учебное пособие для вузов, Бушуев А.В., Москва: МИФИ, 2008

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

Цель методических рекомендаций для студентов – оптимизация процесса изучения данной дисциплины.

Учебно-методические материалы выдаются преподавателем в электронном виде. Эти материалы не являются дословным изложением лекций и семинаров, а лишь их кратким содержанием. Они должны активно использоваться при подготовке к опросу и зачету.

Следует помнить, что в тестовые и экзаменационные вопросы не входит материал, который не был прочитан на лекциях или обсужден на семинарах. Тем не менее, для целей эффективного использования полученных знаний рекомендуется ознакомиться с интернет – ресурсами и литературой. В рекомендованной литературе, особенно выдаваемой в электронном виде, изучаемые вопросы рассматриваются более глубоко, их изучение повышает квалификацию будущего специалиста.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Общие положения

1.1 При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

1.2. На первом занятии преподаватель:

знакомит студентов с целями и задачами преподаваемой дисциплины, определяет ее место в образовательной программе, обозначает междисциплинарные связи;

уточняет планы практических (семинарских, лабораторных) занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины, с учетом контингента и уровня подготовки студентов;

рекомендует основную и дополнительную литературу для успешного освоения дисциплины;

доводит до сведения студентов систему оценки знаний.

2. Рекомендации по подготовке и преподаванию дисциплины

2.1. Рекомендации по подготовке и проведению практических (семинарских) занятий:

2.1.1. Цель практических (семинарских) занятий - предоставление возможностей для углубленного изучения теории, овладения практическими навыками и выработки самостоятельного творческого мышления у студентов. На каждом таком занятии обучающиеся решают практические задачи и демонстрируют результаты выполнения домашнего задания, выданного на предыдущем занятии.

2.1.2. На каждом таком занятии обучающиеся решают практические задачи и демонстрируют результаты выполнения домашнего задания, выданного на предыдущем занятии.

2.2. Рекомендации по организации руководства самостоятельной работой студентов

2.2.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

2.2.2. В ходе руководства самостоятельной работой студентов преподаватель приобщает их к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2.3. Рекомендации по осуществлению контроля знаний обучаемых

2.3.1. По дисциплине действует балльно-рейтинговая система, которая включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины

2.3.2. По дисциплине предусмотрены следующие виды аттестации: текущий контроль, рубежный контроль и итоговая аттестация.

2.3.3. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к лабораторным и практическим занятиям, могут быть использованы различные проверочные задания.

2.3.4. Прохождение контрольных рубежей по итогам освоения дисциплины проводится в середине и конце семестра.

2.3.5. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает приём зачета и самостоятельную подготовку к нему.

Автор(ы):

Евстюхин Николай Александрович, к.т.н., доцент

Сурин Виталий Иванович, к.т.н., доцент