

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

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/08-577

от 29.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

РАСЧЕТ И МОДЕЛИРОВАНИЕ АНАЛИЗАТОРОВ ПУЧКОВ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 16.03.01 Техническая физика

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

АННОТАЦИЯ

Аннотация. В курсе изучаются теоретические основы разделения ионов в магнитных и электростатических анализаторах. Рассматриваются различные типы анализаторов и их ионно-оптические свойства.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения данной учебной дисциплины являются получение базовых знаний по движению заряженных частиц в электрических и магнитных полях, изучение закономерностей движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях и получение навыков расчета движения заряженных частиц в полях; освоение принципов теоретического моделирования ионно-оптических систем.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Принципы построения и изучения ионной-оптических систем в физических исследованиях являются важной частью научно исследовательской и инженерно-разработческой работы студента.

В качестве базовых знаний для усвоения дисциплины необходимы знания стандартного цикла курсов общей физики и высшей математики, умение пользоваться персональным компьютером и некоторыми прикладным программным обеспечением.

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
производственно-технологический			
Использование технических средств для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-	Наноразмерные системы, атомно-молекулярные смеси, масс-спектрометрия и спектрометрия ионной	ПК-2.2 [1] - Способен использовать современные языки и методы программирования, комплексы прикладных компьютерных	З-ПК-2.2[1] - Знать современные языки и методы программирования, комплексы прикладных компьютерных

технических объектов, изделий и материалов.	подвижности, композиционные материалы.	программ, сетевые технологии при решении научных и технологических задач в области математического моделирования физических процессов по профилю специализации <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011, 40.159, 40.167	программ, сетевые технологии при решении научных и технологических задач в области математического моделирования физических процессов в области физики наноразмерных и неравновесных систем, масс-спектрометрии и спектрометрии ионной подвижности, композиционных материалов.; У-ПК-2.2[1] - Уметь использовать современные языки и методы программирования, комплексы прикладных компьютерных программ, сетевые технологии при решении научных и технологических задач в области математического моделирования физических процессов в области физики наноразмерных и неравновесных систем, масс-спектрометрии и спектрометрии ионной подвижности, композиционных материалов.; В-ПК-2.2[1] - Владеть современными языками и методами программирования, комплексами прикладных компьютерных программ, сетевыми технологиями при решении научных и
--	---	--	--

			технологических задач в области математического моделирования физических процессов в области физики наноразмерных и неравновесных систем, масс-спектрометрии и спектрометрии ионной подвижности, композиционных материалов.
--	--	--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.

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	Раздел 1	1-8	16/0/0		25	УО-8	З-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2
2	Раздел 2	9-16	0/32/0		25	Зд-16	З-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	3	З-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2

* – 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
Зд	Задание (задача)
УО	Устный опрос
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	16	32	0
1-8	Раздел 1	16	0	0
1	Способы задания электрических и магнитных полей. Электрические поля: плоского конденсатора, цилиндрического конденсатора, сферического конденсатора. Расчет магнитного поля в зазоре магнита. Краевые поля и их коррекция. Краевые поля электростатических систем: плоского конденсатора, цилиндрического конденсатора. Линзовые эффекты сеточных электродов. Влияние	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

	краевых полей на фокусировку заряженных частиц.			
2	Ионно-оптические системы и их свойства. Фокусировка и разделение ионов, абберационные свойства ионно-оптических систем. Электростатика и магнитостатика. Теоремы Остроградского-Гаусса и Остроградского-Стокса. Теорема Гаусса. Принцип суперпозиции при расчетах потенциалов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Движение заряженных частиц в полях. Движение заряженных частиц в полях. Общие закономерности движения заряженных частиц в электростатических и магнитных полях. Преломление траекторий.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Фокусирующие свойства электрических полей. Фокусирующие свойства электрических полей. Основное уравнение электронной оптики для аксиально-симметричных полей. Фокусировка в аксиально-симметричных полях. Тонкая линза. Практическое использование фокусировки заряженных частиц.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Электростатические линзы. Примеры электростатических линз. Абберации электростатических линз. Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле. Движение заряженных частиц в радиальном магнитном поле.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Фокусировка в поперечных и продольных магнитных полях. Фокусировка в поперечных и продольных магнитных полях. Короткая магнитная линза. Дисперсия по массам в магнитных полях. Фокусировка в секторных полях. Абберации, идеальная фокусировка.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Влияние объемного заряда электронных и ионных пучков. Влияние объемного заряда электронных и ионных пучков. Движение заряженных частиц с учетом влияния объемного заряда. Формирование пучков заряженных частиц.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Создание компьютерных моделей ионно-оптических систем. Создание компьютерных моделей ионно-оптических систем. Аксиально-симметричные электродные системы. Электродные системы с планарной геометрией. Компьютерные модели сеточных систем с «идеальными» и реальными сеточными электродами.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Раздел 2	0	32	0
9 - 16	Выполнение практического задания Выполнение практического задания	Всего аудиторных часов		
		0	32	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>7 Семестр</i>
9	Выполнение практического задания Выполнение практического задания

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс реализует компетентностный подход и предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) а также, проведение занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

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-2.2	З-ПК-2.2	З, УО-8, ЗД-16
	У-ПК-2.2	З, УО-8, ЗД-16
	В-ПК-2.2	З, УО-8, ЗД-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 О-75 Основы физических процессов в плазме и плазменных установках : учебное пособие для вузов, Жданов С.К. [и др.], Москва: МИФИ, 2007
2. 543 С56 Современные методы масс-спектрометрии : лабораторный практикум, Фролов А.С. [и др.], Москва: МИФИ, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Для успешного обучения по данной дисциплине студент должен знать: основные понятия общей и статистической физики, а также знать основы математического, векторного и тензорного анализа. Курс разбит на 2 раздела.

Текущий контроль представлен следующим видом аттестации:

– Устный опрос и задание.

На выбор преподавателя студенту выдается 2 вопроса из перечисленного ниже списка вопросов. Время на подготовку – не более 40 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

Успешное прохождение студентом рубежного контроля отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждого КИ.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Курс разбит на 2 раздела. Необходимо дать возможность студентам усвоить сущность дисциплины, заключающуюся в освоении принципов и основ проектирования и моделирования узлов физических приборов и установок, умении анализировать и выбирать оптимальный подход к конструированию отдельных узлов и блоков приборов.

Текущий контроль представлен следующим видом аттестации:

– Задание.

На выбор преподавателя студенту выдается 2 вопроса из перечисленного списка вопросов. Время на подготовку – не более 40 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

Методика проведения оценивания студентов на рубежном контроле основывается на контроле итогов (КИ). В рамках данной методики оценка в баллах выставляется студенту на основании результатов текущего контроля отдельно для первой половины семестра и отдельно для второй. Успешное прохождение студентом рубежного контроля отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждого КИ.

Автор(ы):

Сысоев Александр Алексеевич, д.ф.-м.н., профессор