

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИКЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и
энергетические установки

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
7	2	72	0	0	48		24	0	3
Итого	2	72	0	0	48	32	24	0	

АННОТАЦИЯ

Курс является одним из основных читаемых курсов, в котором студенты закрепляют знания, полученные на лекциях по курсу "Физика низкотемпературной плазмы" и выполняют лабораторные работы раздела «Физическая электроника и низкотемпературная плазма»

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- научить студентов понимать физику явлений, происходящих в низкотемпературной плазме и физических основ работы приборов вакуумной и газоразрядной электроники;
- облегчить изучение специальной литературы, дать необходимые сведения для исследовательской работы.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного освоения курса студенты должны предварительно прослушать курсы лекций по следующим дисциплинам: курс общей физики, включающий основы термодинамики, оптику, электричество и магнетизм и др.; статистическая физика; математический анализ; дифференциальные уравнения; теория вероятности и математической статистики; квантовая механика; уравнения математической физики; физика низкотемпературной плазмы.

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
расчетно-экспериментальный с элементами научно-исследовательского			
Создание и применение плазмы, пучков заряженных частиц, как в качестве объектов исследования, так и для использования их	Плазма, пучки заряженных частиц, диагностические средства	ПК-2.2 [1] - Способен к созданию и применению плазмы, пучков заряженных частиц, как в качестве объектов исследования, так и для	З-ПК-2.2[1] - Знать способы создания, получения, применения и основные методы исследования и диагностики плазмы и

<p>в составе диагностических средств</p>		<p>использования их в составе диагностических средств</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.002</p>	<p>пучков заряженных частиц; У-ПК-2.2[1] - Уметь работать на экспериментальных установках по созданию и исследованию параметров плазмы и пучков заряженных частиц;; В-ПК-2.2[1] - Владеть навыком работы на диагностических комплексах в основе которых лежит применение плазмы или пучков заряженных частиц</p>
<p>Использование основных законов физики плазмы и ее взаимодействия с веществом для описания и оценок параметров и характеристик исследуемых физических объектов</p>	<p>Основные законы физики плазмы и ее взаимодействия с веществом для описания и оценок параметров и характеристик исследуемых физических объектов</p>	<p>ПК-2.3 [1] - Способен использовать основные законы физики плазмы и ее взаимодействия с веществом для описания и оценок параметров и характеристик исследуемых физических объектов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-2.3[1] - Знать основные понятия и законы физики плазмы и ее взаимодействия с веществом, основные понятия, законы и модели, используемые для описания, изучения и оценки параметров и характеристик исследуемых физических объектов ; У-ПК-2.3[1] - Уметь использовать основные законы физики плазмы и ее взаимодействия с веществом для описания и оценок параметров и характеристик исследуемых физических объектов; В-ПК-2.3[1] - Владеть методами получения, анализа и описания параметров и характеристик исследуемых физических объектов на основе законов</p>

			физики плазмы и ее взаимодействия с веществом
проектно-конструкторский			
Проектирование элементов установок с применением САПР, оформление соответствующей технической документации.	Оборудование в области лазерных и плазменных технологий, САПР, техническая документация.	ПК-6 [1] - Способен проектировать элементы установок с применением САПР, оформлять элементы технической документации, в том числе эскизы и чертежи <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-6[1] - Знать основы начертательной геометрии, принципы и правила оформления элементов технической документации, в том числе эскизов и чертежей; У-ПК-6[1] - Уметь читать, оформлять элементы технической документации, в том числе эскизы и чертежи ; В-ПК-6[1] - Владеть навыками оформления элементов технической документации, в том числе эскизы и чертежи, современными методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих,	1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и

	<p>формирование культуры безопасности при работе на экспериментальных и промышленных установках высокой мощности (B28)</p>	<p>всех видов практик для: - формирования культуры лазерной безопасности посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с лазерным оборудованием. - формирования культуры безопасности при работе на экспериментальных и промышленных установках высокой мощности и имеющими повышенный уровень опасности через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе на оборудовании для исследования высокотемпературной плазмы.</p>
--	--	---

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	Первый раздел	1-8	0/0/24		25	КИ-8	3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-2.3, У-ПК-2.3, В-ПК-2.3, 3-ПК-

							6, У- ПК-6, В- ПК-6
2	Второй раздел	9-16	0/0/24		25	КИ-16	3-ПК- 2.2, У- ПК- 2.2, В- ПК- 2.2, 3-ПК- 2.3, У- ПК- 2.3, В- ПК- 2.3, 3-ПК- 6, У- ПК-6, В- ПК-6
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		0/0/48		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	3	3-ПК- 2.2, У- ПК- 2.2, В- ПК- 2.2, 3-ПК- 2.3, У- ПК- 2.3, В- ПК- 2.3, 3-ПК- 6, У- ПК-6, В- ПК-6

* – 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>7 Семестр</i>	0	0	48
1-8	Первый раздел	0	0	24
1 - 4	Инструктаж по технике безопасности Вродный инструктаж по технике безопасности при работе с электроустройствновками	Всего аудиторных часов		
		0	0	12
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Лабораторная работа №1: Изучение самостоятельного газового разряда	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Лабораторная работа №2: Подвижность ионов и электронов в газа	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	0	0	24
9 - 10	Лабораторная работа №3: Изучение параметров электростатических линз	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Лабораторная работа №4: Исследование зависимости электронного тока в электронной пушке от вытягивающего напряжения	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	Лабораторная работа №5: Растровый электронный микроскоп	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Выполнение пропущенных работ Выполнение пропущенных работ	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
-------------	---------------------

чение	
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	Инструктаж по технике безопасности Инструктаж по технике безопасности Вродный инструктаж по технике безопасности при работе с электроуствновками
5 - 6	Лабораторная работа №1: Лабораторная работа №1: Изучение самостоятельного газового разряда
7 - 8	Лабораторная работа №2: Лабораторная работа №2: Подвижность ионов и электронов в газа
9 - 10	Лабораторная работа №3: Лабораторная работа №3: Изучение параметров электростатических линз
11 - 12	Лабораторная работа №4: Лабораторная работа №4: Исследование зависимости электронного тока в электронной пушке от вытягивающего напряжения
13 - 14	Лабораторная работа №5: Лабораторная работа №5: Исследование зависимости электронного тока в электронной пушке от вытягивающего напряжения
15 - 16	Выполнение пропущенных работ Выполнение пропущенных работ

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Практический курс предусматривает демонстрационный материал по каждой теме занятий, который представляется в виде образцов реальных устройств. Задача преподавателя доступно объяснить на основе ранее прочитанного лекционного материала, как и где используются явления, модели и условия применимости.

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, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-2.3	З-ПК-2.3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-6	З-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-6	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			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	3 – «удовлетворительно»	Е	
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	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 F85 Low Pressure Plasmas and Microstructuring Technology : , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2009
2. 533 О-75 Основы физического эксперимента в физике плазмы : лабораторный практикум, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
3. 537 Ф50 Физическая электроника и низкотемпературная плазма : лабораторный практикум, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
4. 621.38 К93 Введение в пучковую электронику : учебное пособие для вузов, В. А. Курнаев, Ю. С. Протасов, И. В. Цветков, Москва: МИФИ, 2008
5. 621.38 С23 Сборник задач по физической электронике и физике плазмы : учебное пособие для вузов, В. И. Ильгисонис [и др.], Москва: МИФИ, 2008
6. 544 Р67 Физикохимия поверхности : , В. И. Ролдугин, Долгопрудный: Интеллект, 2008
7. 533 Ж42 Явления переноса в газах и плазме : учебное пособие для вузов, В. М. Жданов, Москва: МИФИ, 2008
8. 537 Р18 Физика газового разряда : , Ю. П. Райзер, Долгопрудный: Интеллект, 2009

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 533 Д46 Генерация и торможение пучков заряженных частиц : Учебное пособие, Димитров С.К., М.: МИФИ, 1990

2. 537 М75 Интенсивные электронные и ионные пучки : , С.И. Молоковский, А.Д. Сушков, М.: Энергоатомиздат, 1991

3. 537 Ф45 Газовый разряд низкого давления в магнитном поле : , Фетисов И.К., М.: МИФИ, 1999

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Microsoft office ()

2. OSWindows 7 Pro

3. KasperskySecurity

4. Adobe acrobat

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. НИЯУ МИФИ (<http://www.library.mephi.ru/>)

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

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный микроскоп Hitachi TM-1000 (33-206)

2. ? Насос турбомолекулярный PfeiferVacuum TMU262P с БУ TC100 (33-206)

3. ? Пирометр THERMALERT TX MQ956546463-24233 (33-206)

4. Насос НВР-4,5Д -2 шт. (33-206)

5. Насос мембранный Vacuubrand MD1 (33-206)

6. Генератор прямоугольных импульсов Г5-54 №52084 (33-206)

7. Тестер Щ-4313 №1954 (33-206)

8. Измеритель Е7-11 №28675 (33-206)

9. Вакуумметр ионизационно-термопарный ВИТ-2 №96571 (33-206)

10. Источник питания постоянного тока Б5-50 №09198 (33-206)

11. Генератор сигналов низкочастотный Г3-56/1 №63580 (33-206)

12. Осциллограф С1-73 №06342 (33-206)

13. Осциллограф С1-107 №С06085 (33-206)

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Курс представляет курс лабораторных занятий в 7-м семестре. Преподаватель на занятиях дает основные понятия и определения по теме занятия и контролирует выполнение студентами лабораторных работ.

Лабораторные работы позволяют развить исследовательские навыки, познакомиться с методиками исследования и анализа полученных результатов.

Основная цель лабораторных работ – практическое изучение некоторых физических явлений, приобретение инструментальных компетенций и практических навыков в области физики низкотемпературной плазмы и ее диагностики, знакомство с приборами и средствами измерения, способами контроля и измерения физических характеристик.

Студенты перед проведением лабораторной работы должны быть знакомы с темой лабораторной работы, владеть понятийным аппаратом и терминологией, четко представлять задачу и цель исследования. Если студенты не проходят такого собеседования, то преподаватель не допускает их до выполнения работы, и эта работа может быть выполнена в специально отведенные для таких случаев дни, например, в конце семестра.

Выполнение работы происходит под присмотром преподавателя, сопровождаясь интерактивным общением преподавателя со студентами в виде консультаций, уточняющих вопросов, или сессий вопрос-ответ.

После выполнения работы, преподаватель просматривает полученные результаты и дает рекомендации, на что нужно обратить внимание при их обработке и анализе.

Для защиты студентами работы необходимо предоставить преподавателю отчет, который должен в себя включать расчеты и проведенный анализ полученных результатов, сформулированный в виде заключения. Зачет по лабораторной работе ставится если все основные ошибки исправлены, и студенты находят решение на большинство вопросов преподавателя.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Основная цель лабораторных работ – практическое изучение некоторых физических явлений, приобретение инструментальных компетенций и практических навыков в области физики горячей плазмы и ее диагностики, знакомство с приборами и средствами измерения, способами контроля и измерения физических характеристик.

Преподаватель должен перед проведением лабораторной работы студентами убедиться в том, что студенты знакомы с темой лабораторной работы, владеют понятийным аппаратом и терминологией, четко представляют задачу и цель исследования. Если студенты не проходят такого собеседования, то преподаватель не допускает их до выполнения работы, и эта работа может быть выполнена в специально отведенные для таких случаев дни, например, в конце семестра.

Выполнение работы происходит под присмотром преподавателя, сопровождаясь интерактивным общением преподавателя со студентами в виде консультаций, уточняющих вопросов, или сессий вопрос-ответ.

После выполнения работы, преподаватель просматривает полученные результаты и дает рекомендации, на что нужно обратить внимание при их обработке и анализе.

При защите студентами работы преподаватель просматривает отчет, который должен в себя включать расчеты и проведенный анализ полученных результатов, сформулированный в виде заключения. Зачет по лабораторной работе ставится если все основные ошибки исправлены, и студенты находят решение на большинство вопросов преподавателя.

Автор(ы):

Евсин Арсений Евгеньевич

Егоров Игорь Дмитриевич

Рецензент(ы):

к.ф.-м.н., Крашевская Г.В., доцент