

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/12-577

от 19.12.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**СЛАБОИОНИЗОВАННАЯ ПЛАЗМА В ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 16.04.02 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
2	3	108	7	23	0		42	0	Э
Итого	3	108	7	23	0	0	42	0	

## АННОТАЦИЯ

В курсе «Слабоионизованная плазма в технологии и экологии» изучаются физико-химические основы и практическое применение слабоионизованной низкотемпературной неравновесной плазмы в плотных газах.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Слабоионизованная плазма в экологии и технологии» является ознакомить студентов с физико-химическими основами и практическим применением слабоионизованной низкотемпературной неравновесной плазмы в плотных газах. В настоящее время использование такой плазмы определяет прогресс во многих областях науки, техники (включая нано-технологии) и биомедицину.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Содержание программы «Слабоионизованная плазма в экологии и технологии» представляет собой развитие полученных ранее знаний по следующим дисциплинам:

- понятия и методы математического анализа: дифференциальное исчисление, интегральное исчисление и функции многих переменных; обыкновенные дифференциальные уравнения; теорию вероятности и математическую статистику необходимое и достаточные условия экстремума функционала, ряды и интеграл Фурье, прямое и обратное преобразование Фурье общую схему и методы решения уравнений в частных производных, специальные функции математической физики;
- физику: механику, молекулярную физику и основы статистической термодинамики, электричество и магнетизм, волны и оптику;
- химию и плазмохимию: химические элементы и их соединения, методы и средства химического исследования вещества, формирование химически активных частиц в плазме;
- термодинамику: идеальных, Ферми- и Бозе-газов;
- квантовую механику: атомные и молекулярные спектры;
- основы теоретической механики: принцип наименьшего действия, уравнения Лагранжа, интегралы движения, канонические преобразования;
- теорию поля: уравнения Максвелла, уравнения электромагнитных волн, дисперсию диэлектрической проницаемости, законы распространения волн в неоднородной среде и в анизотропных средах;
- теоретические основы электротехники: основные понятия и законы электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов; материалов электронной техники и их электрофизических свойств,
- физических основ электроники: характеристик и параметров р-п – перехода, принципов действия полупроводниковых и электронных приборов; теоретические основы метрологии и сертификации средств измерения;
- физику твердого тела: основ взаимодействия физических полей и частиц с веществом;
- физику плазмы и физику газовых разрядов: типы газовых разрядов и параметры создаваемых ими плазм, элементарные процессы в плазме и на электродах, пространственная структура тлеющего разряда, ионизационные неустойчивости в разрядах.

Изучение дисциплины позволит студентам углубленно изучить теоретические основы физико-химических явлений, происходящих в слабоионизованной неравновесной низкотемпературной плазме в плотных газах; экспериментальные методы ее создания и диагностирования; возможности практического применения слабоионизованной плазмы при атмосферном давлении в экологии, технологии (включая нано-технологии) и биомедицине для обработки загрязненных газов, жидкостей и нано-размерной модификации полимерных поверхностей.

### 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
научно-исследовательский			
Применение методов создания и диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках	Методы создания и диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках	ПК-2.2 [1] - Способен применять методы создания и диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-2.2[1] - Знать основные методы создания и диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках; У-ПК-2.2[1] - Уметь применять на практике методы создания и диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках; В-ПК-2.2[1] - Владеть навыком применения методов создания и диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза

			и плазменных технологических установках
<p>Анализ научно-технической информации, постановка научной проблемы, обработка и обобщение полученных результатов</p>	<p>Научно-техническая информация по тематике исследований, результаты исследования</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен анализировать научно-техническую информацию, научные проблемы, результаты, перспективы по тематике проводимых исследований и разработок</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>3-ПК-3[1] - Знать специфику и современное состояние развития исследований и разработок; методы поиска, анализа научно-технической информации для выявления естественнонаучной сущности проблемы, формулирования задачи, определения пути их решения ; У-ПК-3[1] - Уметь: проводить поиск, анализ научно-технической информации для выявления естественнонаучной сущности проблемы, формулирования задачи по тематике проводимых исследований и разработок; обобщать и критически анализировать полученную информацию; проводить критический анализ своих результатов и результатов других исследователей; В-ПК-3[1] - владеть навыками поиска и анализа научно-технической информации, выявления естественнонаучной сущности проблемы, формулирования задачи по тематике проводимых исследований и</p>

			разработок, обобщения и критического анализа информации.
--	--	--	--

#### 4. 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>2 Семестр</i>						
1	Раздел	1-10	5/15/0		25	Т-8	3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
2	Раздел 2	11-15	2/8/0		25	Т-15	3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		7/23/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-

							ПК-2.2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – 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
Т	Тестирование
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	7	23	0
<b>1-10</b>	<b>Раздел</b>	5	15	0
1 - 2	<b>Общие сведения об основных источниках (естественных и антропогенных) загрязнения воздуха. Проблема очистки промышленных газовых выбросов от вредных примесей с низкой концентрацией.</b> Общие сведения об основных источниках (естественных и антропогенных) загрязнения воздуха. Проблема очистки промышленных газовых выбросов от вредных примесей с низкой концентрацией.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Отличительные свойства и характерные параметры слабоионизированной неравновесной плазмы при атмосферном давлении.</b> Отличительные свойства и характерные параметры слабоионизированной неравновесной плазмы при атмосферном давлении.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 10	<b>Экспериментальные методы получения неравновесной плазмы при атмосферном давлении:</b> а) релятивистские электронные пучки б) барьерный разряд в) коронный разряд (стационарный и импульсный) г) УФ-излучение д) стационарный тлеющий разряд в потоке газа	Всего аудиторных часов		
		3	9	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>11-15</b>	<b>Раздел 2</b>	2	8	0
11 - 15	<b>Применение неравновесной плазмы в экологии и технологии для обработки газов, жидкостей и поверхностей полимерных материалов.</b>	Всего аудиторных часов		
		2	8	0
		Онлайн		

Применение неравновесной плазмы в экологии и технологии для обработки газов, жидкостей и поверхностей полимерных материалов.	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

По направлению подготовки предусматривается широкое использование современных методов проведения учебных процессов с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. Курс предусматривает демонстрационный материал по каждой теме занятий, который представляется в виде слайдов.

## 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-2.2	З-ПК-2.2	Э, Т-8, Т-15
	У-ПК-2.2	Э, Т-8, Т-15
	В-ПК-2.2	Э, Т-8, Т-15
ПК-3	З-ПК-3	Э, Т-8, Т-15
	У-ПК-3	Э, Т-8, Т-15
	В-ПК-3	Э, Т-8, Т-15

## 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. ЭИ А90 Atmospheric pressure plasmas : processes, technology and applications, New York: Nova Science Publishers, Inc., 2016
2. ЭИ Ф 80 Физика неидеальной плазмы : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2010
3. 537 Ф50 Физическая электроника и низкотемпературная плазма : лабораторный практикум, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
4. 533 К93 Плазма - XXI век : , В. А. Курнаев, Москва: МИФИ, 2008



#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 533 Э68 Энциклопедия низкотемпературной плазмы Тематический том IX - 4 Плазменная аэродинамика, : Янус-К, 2014
2. 533 Э-68 Энциклопедия низкотемпературной плазмы Вводный том Кн.1, , М.: Наука, Интерпериодика, 2000
3. 533 Э68 Энциклопедия низкотемпературной плазмы Тематический том III-2 Термодинамические, оптические и транспортные свойства низкотемпературной плазмы. Ч. 1: Оптические свойства низкотемпературной плазмы, , : Янус-К, 2008
4. 533 Ц93 Физические основы плазменной и лазерной технологий : Учеб. пособие, А. С. Цыбин, Москва: МИФИ, 2002
5. 533 О-95 Спектроскопия низкотемпературной плазмы : , В. Н. Очкин, М.: Физматлит, 2006
6. 533 Ф80 Физика неидеальной плазмы : учеб. пособие для вузов, В.Е.Фортвов, А.Г.Храпак, И.Т.Якубов, М.: Физматлит, 2004
7. 533 А39 Неравновесная плазма в плотных газах : (физика, химия, техника и применение в экологии), Ю. С. Акишев, М.: МИФИ, 2002

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Microsoft office (33-103)
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/>

#### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Персональный Компьютер (33-103)
2. Проектор EPSON (33-103)
3. Интерактивная доска SMARTBOARD SB680IV3 (33-103)

#### **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Курс «Слабоионизованная плазма в технологии и экологии» представляет теоретически курс лекций и практических занятий.

Преподаватель на занятиях дает основные понятия и определения по теме занятия и разбирает типичные задачи для закрепления материала. Лекционная часть предназначена для ознакомления с основными понятиями и определениями, практическая часть введена для разбора типичных примеров решения задач и закрепления материала. Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Слабоионизованная плазма в технологии и экологии» является экзамен. В семестре студент может получить максимум 100 баллов: 50 баллов за работу в семестре и 50 баллов на экзамене. Работа в семестре оценивается посредством тестов. Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Курс «Слабоионизованная плазма в технологии и экологии» представляет теоретически курс лекций и практических занятий.

Преподаватель на занятиях дает основные понятия и определения по теме занятия и разбирает типичные задачи для закрепления материала.

Лекционная часть предназначена для ознакомления с основными понятиями и определениями, практическая часть введена для разбора типичных примеров решения задач и закрепления материала.

### Методические указания по проведению лекций

Лекция представляет собой логическое изложение материала в соответствии с планом лекции, который сообщается студентам в начале каждой лекции, и имеет законченную форму, т. е. содержит пункты, позволяющие охватить весь материал, который требуется довести до студентов. Содержание каждой лекции имеет определенную направленность и учитывает уровень подготовки студентов. Ее цель – формирование ориентировочной основы для последующего усвоения студентами учебного материала. Главной задачей лектора является организация процесса познания студентами материала изучаемой дисциплины на всех этапах ее освоения, предусмотренных образовательным стандартом. Лекции по курсу призваны решать две основные задачи: во-первых, информативную, т.е. сообщать студенту определенный набор теоретических знаний об изучаемой области действительности, во-вторых, развивающую, т.е. способствовать выработке навыков самостоятельной познавательной деятельности, мышления и оценки на основе полученных знаний.

Для решения названных задач при подготовке лекции преподавателю необходимо:

- сформулировать цель и задачи каждой лекции;
- определить содержание лекции и план ее проведения так, чтобы это отвечало поставленным задачам лекции;
- разработать методы активизации познавательной деятельности студентов с учетом уровня знаний студентов;
- продумать возможности использования изучаемого материала в рамках других дисциплин и в практической деятельности;
- представить ссылки на источники для самостоятельного изучения материала студентами;

- по материалу лекции сформулировать задачи с целью подготовки студентов к семинарам.

Тематика и содержание лекции определяются рабочей программой изучаемой дисциплины, составленной в соответствии с образовательным стандартом направления специальности подготовки бакалавра.

Для передачи теоретического материала по дисциплине используются три основных типа лекций: вводная лекция, информационная лекция и обзорная лекция.

По своей структуре лекции могут быть разнообразны – это зависит от содержания и характера излагаемого материала. Однако существует общий структурный каркас, применимый к любой лекции. Прежде всего, это сообщение плана лекции студентам и строгое ему следование. В план лекции включаются наименования основных вопросов лекции, которые могут послужить базой для составления экзаменационных билетов и вопросов к зачету. В начале изложения полезно напомнить содержание предыдущей лекции, связать его с новым материалом, определить место и назначение рассматриваемой темы в дисциплине и в системе других наук.

При раскрытии вопросов темы можно применять индуктивный метод: примеры, факты, подводящие к научным выводам; можно также использовать метод дедукции: разъяснение общих положений с последующим показом возможности их приложения на конкретных примерах. По каждому из анализируемых положений следует делать вывод. В конце лекции необходимо подвести итог сказанному. Излагая лекционный материал, преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты пишут конспект. Конспект помогает внимательно слушать, лучше запоминать в процессе осмысленного записывания, обеспечивает наличие опорных материалов при подготовке к семинару и экзамену. Задача лектора – дать студентам возможность осмысленного конспектирования: слушать, осмысливать, перерабатывать, кратко записывать. Средствами, помогающими конспектированию, являются: акцентированное изложение материала лекции, использование пауз, записи на доске, демонстрации иллюстративного материала, строгое соблюдение регламента занятий.

На каждую лекцию преподавателем разрабатывается план и конспект, включающие название темы, формулировку цели и задач, перечень основных разделов лекции, краткое, структурированное в соответствии с планом, содержание излагаемого материала, а также перечень вопросов, которые будут заданы по ходу лекции с целью активизации и повторения.

В ходе лекций по дисциплине «Слабоионизованная плазма в технологии и экологии» предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения занятий, в частности, применение мультимедийного проектора, а также интерактивных выступлений по принципу «вопрос – ответ», использование мела и доски, схем, таблиц и рисунков.

#### Методические указания по проведению практических занятий

Практические занятия по дисциплине «Слабоионизованная плазма в технологии и экологии» направлены главным образом на закрепление и расширение полученных теоретических знаний, а также представить самостоятельные решения практических ситуаций. Практические занятия призваны углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции в обобщенной форме, и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. Как правило, во время практических занятий основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что определяет содержание деятельности студентов.

Автор(ы):

Акишев Юрий Семенович, д.ф.-м.н., профессор

Рецензент(ы):

Зав. отделом физики плазмы, к.ф.-м.н., снс, Иванов  
В.С.