

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 3

от 30.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ**

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	38	0	27	0	Э
Итого	3	108	7	38	0	0	27	0

## АННОТАЦИЯ

Курс «Актуальные проблемы физики плазмы» является курсом по выбору и рассчитан на расширение эрудиции студентов в использовании современных методов в физике и технологических приложениях плазмы, а также в поведении различных плазменных и плазмоподобных объектов. Кроме того, студенты знакомятся с применениями плазмы в различных областях человеческой деятельности.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Актуальные проблемы физики плазмы» являются освоение методов и развитие навыков подготовки научных сообщений, поиска, систематизации и представления полученной информации в виде выступления на конференции с научным докладом с использованием компьютерного демонстратора и технологии Power Point.

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

Для успешных выступлений студенты должны иметь базовые знания по следующим курсам:

- Курс общей физики, включающий основы термодинамики, оптику, электричество и магнетизм и др.;
- Квантовая механика;
- Основы электротехники и электроники
- Физика низкотемпературной плазмы
- Горячая плазма и УТС
- Ядерная физики

### 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	Методы создания и	ПК-2.2 [1] - Способен	3-ПК-2.2[1] - Знать

<p>создания и диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках</p>	<p>диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках</p>	<p>применять методы создания и диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>основные методы создания и диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках;</p> <p>У-ПК-2.2[1] - Уметь применять на практике методы создания и диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках;</p> <p>В-ПК-2.2[1] - Владеть навыком применения методов создания и диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках</p>
<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 ;</p> <p>У-ПК-3[1] - Уметь: проводить поиск, анализ научно-технической информации для выявления естественнонаучной сущности проблемы, формулирования задачи по тематике проводимых</p>

			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 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/ Практи. (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	Часть 1	1-8	4/20/0		25	КИ-8	З-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-3, У-ПК-3,

							В-ПК-3
2	Часть 2	9-15	3/18/0		25	КИ-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>		7/38/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, В-ПК-3, 3-ПК-3, У-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
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	7	38	0
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	4	20	0
1	<b>Вводная лекция</b> Структура научного доклада, методы его представления.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0

	Использование Power Point Presentation для представления научного доклада. Принципы поиска источников информации в Интернете, на сайтах ведущих научных и образовательных центров по физике плазмы. Поиск и использование литературных источников. Пример представления научного доклада (по материалам международной конференции по физике плазмы). Перечень тем для самоподготовки.	Онлайн		
		0	0	0
2	<b>Международный проект ИТЭР</b> Международный проект ИТЭР. Основное содержание проекта, параметры реактора, физические и технологические особенности проекта. Современный статус и ход реализации.	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Инерциальный термоядерный синтез</b> Инерциальный термоядерный синтез. Лазерные драйверы, тяжелоионные драйверы, многопроволочный Z пинч. Примеры и основные полученные результаты на зарубежных и отечественных установках	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	<b>Альтернативные системы с магнитным удержанием плазмы</b> Альтернативные системы с магнитным удержанием плазмы. Ловушки для реализации реакции D- 3He. Ловушки с погруженными в плазму проводниками.	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	<b>Технологические применения плазмы</b> Технологические применения плазмы. Основные процессы, определяющие параметры потоков частиц и излучений из плазмы на контактирующую с ней с поверхность конденсированной среды	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	<b>Применение плазмы в микроэлектронике и нанотехнологиях</b> Применение плазмы в микроэлектронике и нанотехнологиях. Особенности установок с индуктивно связанной плазмой и с СВЧ плазмой. Примеры применения.	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	<b>Применение плазмы для модифицирования конструкционных материалов</b> Применение плазмы для модифицирования конструкционных материалов. Мощные технологические плазмотроны. Основные процессы при взаимодействии плотной слабоионизованной плазмы с материалами. Примеры применения.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>Применение плазмы в задачах экологии</b> Применение плазмы в задачах экологии. Классификация задач. Примеры процессов очистки сред с применением плазмы	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-15</b>	<b>Часть 2</b>	3	18	0
9	<b>Применение плазмы в медицине</b> Применение плазмы в медицине. Особенности воздействия на живую ткань. Плазменный инструментарий. Применение плазмы для стерилизации.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	<b>Плазма в Космосе</b> Плазма в Космосе. Солнце - термоядерный реактор.	Всего аудиторных часов		
		0	3	0

	Солнечно-земные связи. Эволюция звезд	Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Плазменные движители</b> Плазменные движители. Проект VASIMR. Состояние работ по плазменным движителям для экспедиции посещения Марса	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	<b>Плазменные источники света</b> Плазменные источники света. Особенности процессов, с большим световым выходом. Плазменно-химические источники света. Примеры применения.	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	<b>Плазма в атмосфере Земли</b> Плазма в атмосфере Земли. Процессы в верхней атмосфере. Проблема озонового слоя. Молнии. Долгоживущие плазменные объекты. Примеры и классификация шаровых молний.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	<b>Информационно-вычислительные комплексы плазменных установок. Вычислительный эксперимент в физике плазмы</b> Информационно-вычислительные комплексы плазменных установок. Особенности автоматизации и информационного обеспечения плазменных установок. Fusion Grid. Вычислительный эксперимент в физике плазмы. Особенности кинетического моделирования. Примеры. Пинч, лазерная плазма, компьютерный стелларатор	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Сильнонеидеальная плазма</b> Сильнонеидеальная плазма. Методы генерации и диагностики. Плазменные кристаллы.	Всего аудиторных часов		
		0	3	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

Курс предусматривает демонстрационный материал, по темам занятий, в которых приводятся сложные устройства, реальные термоядерные установки, либо их проекты (см п.4), который представляется либо в виде слайдов, либо в виде видеофрагментов. Задача лектора

объяснить студентам структуру научного доклада, методы его представления, и контролировать в процессе семестре выполнение индивидуальных заданий, а также качество представленного в докладе материала, добавляя, при необходимости, докладчика.

## 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, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2.2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2.2	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-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
60-64			



			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.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ С51 Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion : , Cham: Springer International Publishing, 2016
2. ЭИ А74 Magnetic Control of Tokamak Plasmas : , Cham: Springer International Publishing, 2016
3. ЭИ К14 Казахстанский токамак материаловедческий: основные параметры и системы, направления исследований и международное сотрудничество : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2016
4. ЭИ К93 Плазма - XXI век : , В. А. Курнаев, Москва: МИФИ, 2008
5. ЭИ К93 Введение в пучковую электронику : учеб. пособие для вузов, В. А. Курнаев, Ю. С. Протасов, И. В. Цветков, Москва: МИФИ, 2008
6. ЭИ Г74 Корпускулярная диагностика лабораторной и космической плазмы : учебное пособие для вузов, Ю. В. Готт, В. А. Курнаев, О. Л. Вайсберг, Москва: МИФИ, 2008

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.38 Ж91 Высокоэнергетичная плазменная электроника и фотоника Ч.1 , , Москва: Янус-К, 2010
2. 533 Э-68 Энциклопедия низкотемпературной плазмы Вводный том Кн.1, , М.: Наука, Интерпериодика, 2000
3. 533 К93 Взаимодействие плазмы с поверхностью : Учеб. пособие для вузов, В. А. Курнаев, М.: МИФИ, 2003
4. 620 С77 Материалы и методы нанотехнологии : учебное пособие, В. В. Старостин, Москва: Бинум. Лаборатория знаний, 2008

5. 621.38 М90 Мультипакторный разряд в сверхвысокочастотных узлах и элементах ускорителей заряженных частиц : учебное пособие, М. А. Гусарова [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

6. 620 Э98 Конструкционные материалы. Полный курс : , М. Эшби, Д. Джонс, Долгопрудный: Интеллект, 2010

7. 620 М63 Энергия из воды : , С. В. Мирнов, Москва: МИФИ, 2007

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Microsoft office ()

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**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

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

При изучении курса «Актуальные проблемы физики плазмы» необходимо усвоить основные актуальные направления исследований в области физики плазмы и термоядерного синтеза, уметь использовать современные компьютерные технологий в научно-исследовательской деятельности, готовить презентацию на основе открытых источников по актуальным направлениям исследований и выступать с докладом перед аудиторией.

В семестре студент может получить максимум 100 баллов: 50 баллов за работу в семестре и 50 баллов за экзамен.

Работа в семестре представляет собой выполнение студентом творческого задания (подготовка презентации и ее представление перед аудиторией, дискуссия), текущий контроль знаний осуществляется посредством тестирования, по пройденным темам.

Презентация (в Power Point) представляет собой публичное выступление, ориентированное на ознакомление, убеждение слушателей по определенной теме-проблеме. Обеспечивает визуально-коммуникативную поддержку устного выступления, способствует его эффективности и результативности.

Презентация по одной из актуальных предложенных преподавателем тем должна включать в себя:

1. Слайд с содержанием доклада
2. Введение
3. Актуальность темы,
4. Мотивацию исследования или разработки по данной теме

5. Изложение темы на основе собранной в литературных источниках или в Интернете информации

6. Выводы

7. Список использованных источников

Качественная презентация зависит от следующих параметров:

- - постановки темы, цели и плана выступления;
- - определения продолжительности представления материала;
- - учета особенностей аудитории, адресованности материала;
- - интерактивных действий выступающего (включение в обсуждение слушателей);
- - манеры представления презентации: соблюдение зрительного контакта с аудиторией, выразительность, жестикуляция, телодвижения;
- - наличия иллюстраций (не перегружающих изображаемое на экране), ключевых слов,
- - нужного подбора цветовой гаммы;
- - использования указки.

Студентам рекомендуется

- не читать написанное на экране;
- обязательно неоднократно осуществить представление презентации дома;
- предусмотреть проблемные, сложные для понимания фрагменты и прокомментировать их;
- предвидеть возможные вопросы, которые могут быть заданы по ходу и в результате предъявления презентации.

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

Курс «Актуальные проблемы физики плазмы» состоит из теоретической части и практической части. На лекциях преподаватель дает основные понятия и определения по теме занятия, на практической части студенты представляют свои творческие задания и идет их обсуждение.

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, зачету, 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 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 «Актуальные проблемы физики плазмы» направлены главным образом на закрепление и расширение кругозора знаний, они развивают инженерное и научное мышление, позволяют проверить знания студентов, привить навыки поиска, обобщения и изложения учебного материала и выступают как средство оперативной обратной связи. Как правило, во время практических занятий основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что определяет содержание деятельности студентов. Структура практических занятий по дисциплине «Актуальные проблемы физики плазмы» включает: постановку задач преподавателем; ответы на вопросы студентов для уточнения материала; защиту творческих заданий.

Автор(ы):

Гаспарян Юрий Микаэлович, к.ф.-м.н.

Рецензент(ы):

профессор Писарев А.А.