

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Директор физтех-школы
аэрокосмических технологий
С.С. Негодяев

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Введение в специальность
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Пучково-плазменные системы и технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра логистических систем и технологий
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: М.Н. Васильев, д-р техн. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры логистических систем и технологий 04.06.2020

Аннотация

В курсе рассматриваются общая организация обучения студентов МФТИ по магистерской программе «Пучково-плазменные системы и технологии». Дается общее представление о содержании дисциплин, включенный в учебный план по данному профилю в рамках направления «Прикладные математика и физика». Дается информация о тематике НИР при выполнении индивидуальных и групповых учебных проектов, а также проектов, которые выполняются студентами при подготовке магистерских диссертаций. Излагаются базовые физические, химические и технические принципы работы пучково-плазменных систем различного назначения. Программой учебного курса предусмотрено знакомство студентов с оборудованием и приборами, используемыми при проведении экспериментов, особенностями эксплуатации основных и вспомогательных систем экспериментального комплекса и проведение ряда самостоятельных измерений на работающих установках.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Ознакомить студентов с техникой генерации электронно-пучковой плазмы, методами исследования ее свойств и основными приложениями электронно-пучковой плазмы в производственных и аэрокосмических технологиях.

Задачи дисциплины

- Демонстрация студентам работы пучково-плазменных систем, имеющих в наличии на кафедре логистических систем и технологий.
- Ознакомление студентов с направлениями предполагаемых НИР и учебных практик.
- Разработка заданий на выполнение индивидуальных и групповых проектов, подлежащих реализации в течение первого года обучения в магистратуре по программе «Пучково-плазменные системы и технологии».

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности

ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
---	---

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- общие сведения о принципах действия и конструкциях пучково-плазменных установок;
- основные приемы работы на пучково-плазменных установках, особенности их эксплуатации и технического обслуживания;
- методы измерения основных параметров, характеризующих режимы работы пучково-плазменных - установок и свойства электронно-пучковой плазмы, а также методы обработки данных, получаемых с первичных датчиков;
- основные параметры и целевые характеристики пучково-плазменных систем технологического назначения.

уметь:

- применять на практике основные понятия, используемые при анализе и синтезе пучково-плазменных систем;
- выбирать оптимальный способ постановки экспериментов на пучково-плазменных установках;
- производить численные оценки по порядку величины ключевых характеристик пучково-плазменных установок;
- формулировать постановку задач экспериментального исследования свойств электронно-пучковой плазмы и ее применения в производственных и аэрокосмических технологиях;
- определять (уточнять) методы решения задач экспериментального исследования свойств электронно-пучковой плазмы и ее применения в производственных и аэрокосмических технологиях;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики, связанные с анализом, проектированием и применением пучково-плазменных систем.

владеть:

- навыками освоения большого объема междисциплинарной информации;
- культурой постановки задач в области конструирования и применения пучково-плазменных систем;
- базовыми навыками работы на пучково-плазменных установках.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Принцип генерации электронно-пучковой плазмы, основные схемные решения пучково-плазменных установок.		4		1

2	Основные параметры, характеризующие работу пучково-плазменных установок, и методы их измерения. Методы управления пучково-плазменными установками.		4		2
3	Используемые методы измерения физических величин, характеризующих свойства электронно-пучковой плазмы.		4		2
4	Постановка экспериментов по исследованию пучково-плазменного воздействия на вещество.		4		2
5	Постановка экспериментов по генерации потоков электронно-пучковой плазмы применительно к аэрокосмическим технологиям.		4		2
6	Постановка задач по системному анализу и моделированию пучково-плазменных систем. Оптимизация пучково-плазменных систем.		4		2
7	Обсуждение тематики и содержания индивидуальных и групповых проектов, подлежащих выполнению в рамках учебных практик.		6		4
Итого часов			30		15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Принцип генерации электронно-пучковой плазмы, основные схемные решения пучково-плазменных установок.

Введение. Предмет, цели и задачи курса. Техника генерации электронных пучков. Способы инжекции электронных пучков в плотные газообразные среды. Газодинамические выводные окна. Основные системы и узлы пучково-плазменных установок. Распространение концентрированных электронных пучков в плотной газообразной среде. Ионизация и возбуждение газа электронным пучком.

2. Основные параметры, характеризующие работу пучково-плазменных установок, и методы их измерения. Методы управления пучково-плазменными установками.

Характеристики электронных пушек и электронных пучков, формируемых в вакууме. Управление ускоряющим напряжением и силой тока электронного пучка. Цилиндры Фарадея, коллекторы, зонды, калориметрические методы измерения тока электронного пучка. Характеристики выводных окон. Коэффициент прохождения электронного пучка через выводное окно и его зависимость от давления плазмообразующей среды. Управление плотностью энерговыделения электронного пучка в газе, сканирование электронным пучком при его инжекции в плотный газ. Регулирование и поддержание давления плазмообразующей среды. Генерация тормозного излучения при работе пучково-плазменных установок и методы его измерения.

3. Используемые методы измерения физических величин, характеризующих свойства электронно-пучковой плазмы.

Зондовые методы диагностики электронно-пучковой плазмы. Оптические методы диагностики электронно-пучковой плазмы, оптические спектрометры. Массспектрометры. Измерение температуры твердых тел, помещенных в электронно-пучковую плазму. Пирометрия в пучково-плазменных установках.

4. Постановка экспериментов по исследованию пучково-плазменного воздействия на вещество.

Нагрев твердых тел, помещенных в электронно-пучковую плазму. Эмиссия оптического и рентгеновского излучения твердыми телами, находящимися в электронно-пучковой плазме. Плазмохимические процессы на поверхности твердого тела, контактирующего с электронно-пучковой плазмой. Генерация электронно-пучковой плазмы аэрозолей.

5. Постановка экспериментов по генерации потоков электронно-пучковой плазмы применительно к аэрокосмическим технологиям.

Генерация потоков электронно-пучковой плазмы воздуха и газовых смесей. Измерение аэродинамических характеристик тел, обдуваемых потоком электронно-пучковой плазмы. Плазменно-стимулированное горение. Аэрозоли в потоке электронно-пучковой плазмы

6. Постановка задач по системному анализу и моделированию пучково-плазменных систем. Оптимизация пучково-плазменных систем.

Системная увязка основных узлов пучково-плазменных установок. Обеспечение надежной работы пучково-плазменных установок, техническое обслуживание основных и вспомогательных систем. Радиационная безопасность пучково-плазменных установок. Системная оценка эффективности пучково-плазменных установок различного назначения, критерии эффективности.

7. Обсуждение тематики и содержания индивидуальных и групповых проектов, подлежащих выполнению в рамках учебных практик.

Проекты, связанные с генерацией и исследованием свойств электронно-пучковой плазмы различных сред. Проекты, связанные с исследованием модификации свойств и функционализацией различных материалов в электронно-пучковой плазме. Проекты по медико-биологическим приложениям электронно-пучковой плазмы. Проекты, связанные с конверсией жидких и газообразных углеводородов в неравновесной плазме.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Экспериментальный комплекс «Пучково-плазменные системы и технологии» в составе установок ЭЛУ-1 и ЭЛУ-2, диагностического оборудования, вспомогательного и специального технологического оборудования (помещение 222 корпуса УПМ МФТИ).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

- 1) M. Vasiliev, T. Vasilieva. Materials production with Beam Plasmas. In Encyclopedia of Plasma Technology (Ed. J.L. Shohet, Taylor & Francis), 2016
- 2) Васильев М.Н. Применение электронно-пучковой плазмы в плазмохимии / Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Под ред. В.Е. Фортова. Т. XI. М.: Наука, 2001. С. 436-445.

Дополнительная литература

- 1) Бычков В.Л., Васильев М.Н., Коротеев А.С. "Электронно-пучковая плазма. Генерация, свойства, применение". □ М.: Изд. МГОУ А/О Росвузнаука, 1993. – 167 с.
- 2) M. Vasiliev, Aung Tun Win, I. Pobol. "New applications of the Beam-Plasma Systems for the materials production" Int. J. Nanotechnology. 2014, Vol. 11, Nos 5/6/7/8, P. 660-668
- 3) M.N. Vasiliev, Aung Tun Win. Generation and Applications of Electron-Beam Plasma Flows // Journal of Physics Conference Series. 2015, V. 591. doi:10.1088/1742-6596/591/1/012051
- 4) T. Vasilieva, S. Lopatin, V. Varlamov, V. Miasnikov, Aung Myat Hein, M. Vasiliev Hydrolysis of chitin and chitosan in low temperature electron-beam plasma // Pure and Applied Chemistry - – 2016. – V.88, N9 – P. 873-879.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Microsoft Word, приложение для подготовки презентаций Microsoft Power Point, программные пакеты Matlab, Excel.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение дисциплины требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- изучение чтения технических описаний и инструкций по эксплуатации оборудования, используемого - при проведении экспериментов;
- подготовку предложений по постановке экспериментов в рамках индивидуальных и групповых проектов;
- знакомство с публикациями по тематике предполагаемых проектов.

Руководство и контроль самостоятельной работы студента осуществляется преподавателем при заслушивании презентаций, подготавливаемых студентами, а также в ходе дискуссий во время практических занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Пучково-плазменные системы и технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра логистических систем и технологий
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Зачет

Разработчик: М.Н. Васильев, д-р техн. наук, профессор

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Введение в специальность» обучающийся должен:

знать:

- общие сведения о принципах действия и конструкциях пучково-плазменных установок;
- основные приемы работы на пучково-плазменных установках, особенности их эксплуатации и технического обслуживания;
- методы измерения основных параметров, характеризующих режимы работы пучково-плазменных - установок и свойства электронно-пучковой плазмы, а также методы обработки данных, получаемых с первичных датчиков;
- основные параметры и целевые характеристики пучково-плазменных систем технологического назначения.

уметь:

- применять на практике основные понятия, используемые при анализе и синтезе пучково-плазменных систем;
- выбирать оптимальный способ постановки экспериментов на пучково-плазменных установках;
- производить численные оценки по порядку величины ключевых характеристик пучково-плазменных установок;
- формулировать постановку задач экспериментального исследования свойств электронно-пучковой плазмы и ее применения в производственных и аэрокосмических технологиях;
- определять (уточнять) методы решения задач экспериментального исследования свойств электронно-пучковой плазмы и ее применения в производственных и аэрокосмических технологиях;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики, связанные с анализом, проектированием и применением пучково-плазменных систем.

владеть:

- навыками освоения большого объема междисциплинарной информации;
- культурой постановки задач в области конструирования и применения пучково-плазменных систем;
- базовыми навыками работы на пучково-плазменных установках.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущий контроль осуществляется в форме самостоятельных работ или тестов в письменной форме по каждой теме.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов контрольных, самостоятельных работ, а также индивидуальных консультаций.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Аттестация по дисциплине «Введение в специальность» осуществляется в форме зачета.

Примеры контрольных вопросов к зачёту:

1. Принцип генерации электронно-пучковой плазмы.
2. Способы генерации электронных пучков применительно к задаче генерации электронно-пучковой плазмы.
3. Способы проводки электронных пучков из вакуума в плотную газообразную среду. Преимущества, недостатки и ограничения различных способов проводки пучка.
4. Формирование плазмообразующей среды в генераторах электронно-пучковой плазмы. Ограничения на состав и давление плазмообразующей среды.
5. Транспортировка концентрированных электронных пучков в плотной газообразной среде. Рассеяние, торможение и поглощение электронов в газе.
6. Взаимодействие электронно-пучковой плазмы с твердым телом. Процессы, происходящие на границе контакта пучковая плазма - твердое тело.
7. Генераторы электронно-пучковой плазмы. Основные и вспомогательные системы пучково-плазменных установок.
8. Пучково-плазменные установки с возможностью размещения твердого тела в плазменном объеме.
9. Системная увязка элементов пучково-плазменных установок различных типов.
10. Методы измерения основных параметров электронных пучков.
11. Основные параметры, характеризующие свойства электронно-пучковой плазмы, и методы их измерений.
12. Способы измерения температуры твердого тела, помещенного в электронно-пучковую плазму.
13. Генерация излучений различной природы в электронно-пучковой плазме.
14. Тормозное рентгеновское излучение, радиационная защита пучково-плазменных установок.

15. Технологии термической обработки материалов в электронно-пучковой плазме.
16. Технологии химико-термической обработки материалов в электронно-пучковой плазме.
17. Плазмохимические технологии обработки материалов в электронно-пучковой плазме при низких температурах.
18. Технологии модификации полимеров и биополимеров в электронно-пучковой плазме.
19. Известные аэрокосмические приложения электронно-пучковой плазмы.

Примеры билетов:

Билет №1

1. Формирование плазмообразующей среды в генераторах электронно-пучковой плазмы. Ограничения на состав и давление плазмообразующей среды.
2. Способы измерения температуры твердого тела, помещенного в электронно-пучковую плазму.

Билет №2

1. Технологии модификации полимеров и биополимеров в электронно-пучковой плазме.
2. Генераторы электронно-пучковой плазмы. Основные и вспомогательные системы пучково-плазменных установок.

Билет №3

1. Технологии модификации полимеров и биополимеров в электронно-пучковой плазме.
2. Генераторы электронно-пучковой плазмы. Основные и вспомогательные системы пучково-плазменных установок.

Критерии оценивания

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;

оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении зачета студенту в устной форме задаются 1-2 или более (не более 5) вопросов с учетом оценки преподавателем активности студента на занятиях.

Необходимым условием получения зачета является представление каждым студентом презентации с планом предполагаемой работы в рамках индивидуального научно-исследовательского проекта. Презентация должна содержать обоснование темы НИР, в котором излагаются:

- Цели и задачи НИР.
- Выбор методов исследования.
- Ожидаемые результаты.