

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Физики

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ <sup>1</sup>**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ФИЗИКО-ХИМИЯ НЕРАВНОВЕСНОЙ ПЛАЗМЫ»**

Уровень подготовки  
высшее образование – магистратура

Направление подготовки  
28.04.02 «Наноинженерия»

Профиль подготовки  
Наноинженерия в машиностроении

Квалификация (степень) выпускника  
Магистр

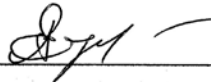
Форма обучения  
очная

Уфа 2015

Исполнители:

профессор кафедры физики  
наименование кафедры

личная подпись



Емалетдинов А.К.  
расшифровка подписи

Заведующий кафедрой  
Физики

наименование кафедры

личная подпись



Александров И.В.  
расшифровка подписи

<sup>1</sup> Аннотация рабочей программы дисциплины отражает краткое содержание рабочей программы дисциплины, являющейся неотъемлемой частью основной профессиональной образовательной программы.

## Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химия неравновесной плазмы» относится к базовой части профессионального цикла.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 28.04.02 «Наноинженерия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "30" марта 2015г. № 307.

**Цели освоения дисциплины** – формирование систематизированных знаний основных понятий, законов и методов исследования и моделирования плазменных технологий в наноинженерии материалов и в процессах их получения, а также формирование умений использования программных систем моделирования плазменных нанотехнологий. Формирование навыков проведения исследований и численных расчетов в плазменных нанотехнологиях.

### Задачи:

- Изучить модели основных физико-химических процессов, лежащих в основе плазменной наноинженерии и различных методов плазменных технологий.
- Усвоить методы исследования и решения задач процессов, используемых в плазменных технологиях.
- Научиться использовать оборудование и программные системы для исследования и моделирования плазменных технологий.

### Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*	Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию
1	использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и экспериментального исследования	ПК-1	базовый	Физика, Математика, Химия
2	использование закономерностей атомного строения и электронной структуры твердых тел для анализа и прогнозирования, фазового состава и микроструктуры металлов и сплавов, а также их физических и механических свойств	ПКП-3	повышенный	Физика конденсированного состояния
3	способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовность к профессиональному росту, к активному участию в научной и инновационной деятельности	ПКП-4	повышенный	Физико-химические основы нанотехнологий

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной
1	способностью формулировать цели проекта, критерии и способы достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач при проектировании, производстве изделий на базе наноматериалов, микро-наномодулей (узлов), процессов нанотехнологий и методов нанодиагностики	ПК-6	повышенный	Научно-исследовательская работа, Научно-производственная практика
2	способностью к освоению новых технологических процессов производства опытных и серийных образцов изделий на основе комплексного использования наноматериалов, микро-наномодулей (узлов), процессов нанотехнологий	ПК-9	повышенный	Научно-исследовательская работа, Научно-производственная практика

**Перечень результатов обучения**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	способностью формулировать цели проекта, критерии и способы достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов	ПК-6	определения плазмы и ионизованного газа, внутренних параметров плазмы и внешних параметров разряда, удельной вкладываемой мощности; типы разрядов по частоте	выбрать внешние параметры разряда, определяющие концентрации заряженных частиц в плазме; выбрать тип и основные внешние параметры разряда для «сухого травления» в нанотехнологиях с двухслойным	навыками численной оценки среднего времени пребывания частиц газа в реакторе; методами оценки напряженности внешнего магнитного поля для реализации «циклотронного

	решения задач при проектировании, производстве изделий на базе наноматериалов, микро-наномодулей (узлов), процессов нанотехнологий и методов нанодиагностик и		возбуждающего плазму поля, по использованию внеш-него магнитного поля и по способу подачи газа в реактор; причины термодинамической неравновесности плазмы электрических разрядов в газах при пониженном давлении, механизмы передачи энергии от внешнего источника в плазму;	резистом; Выбрать параметры разряда и конструкцию реактора, обеспечивающие получение диэлектрических наноразмерных плёнок высокого качества	разряда» в процессе «сухого травления»
2	способностью к освоению новых технологических процессов производства опытных и серийных образцов изделий на основе комплексного использования наноматериалов, микро-наномодулей (узлов), процессов нанотехнологий	ПК-9	основные физико-химические процессы в плазме и на поверхности подложки; основные стадии процессов травления, осаждения и модификации слоев на подложке; основные методы контроля плазмохимических процессов	составить схему оборудования и приборов для реализации нанотехнологических процессов травления, осаждения или модификации с применением тлеющих разрядов	методами и навыками численной оценки параметров плазмы по заданным внешним параметрам разряда; методами выбора химического состава плазмообразующего газа для процессов травления и осаждения слоев;

### Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (72 часа)

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.
	2 семестр
Лекции (Л)	8
Практические занятия (ПЗ)	16
Лабораторные работы (ЛР)	-
КСР	2
Курсовая проект работа (КР)	-
Расчетно - графическая работа (РГР)	-

Вид работы	Трудоемкость, час.
	2 семестр
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	37
Подготовка и сдача экзамена	-
Подготовка и сдача зачета	9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	Зачет

Содержание разделов и формы текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов						Литература, рекомендуемая студентам*	Виды интерактивных образовательных технологий**
		Аудиторная работа				СРС	Всего		
		Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	Основные понятия и свойства плазмы. Введение. Общая характеристика плазмы. Квазинейтральность, плазменная частота. Неравновесность плазменных систем. Процессы переноса в плазме.	2	2	4	1	4	13	Р 6.1 №1-5, гл.1,2	лекция-визуализация, проблемное обучение
2	Ионно-плазменные методы обработки поверхности. Классификация процессов ионно-плазменной очистки, травления. Механизмы процессов ионно-плазменного травления. Методы плазменного травления. Факторы, определяющие технологические параметры процесса плазменного травления	2	2	4	1	2	11	Р 6.1 №6-12, гл.3	лекция-визуализация, проблемное обучение
3	Плазменные процессы нанесения покрытий. Формирование частиц. Свойства поверхности. Контактные процессы. Модификация и термообработка поверхности материалов. Ионная имплантация как метод модификации поверхности материалов. Плазменные методы получения нанокompозитов	2	1	4		2	9	Р 6.1 №6-12, гл.4	лекция-визуализация, проблемное обучение
4	Моделирование процессов плазменных технологий. Кинетика и механизмы процессов осаждения. Взаимодействие плазмы с поверхностью твердого тела, механизмы плазменного упрочнения. Теплообмен. Физико-математические модели процессов очистки, травления и нанесения покрытий.		1			2	3	Р 6.1 №6-12, гл.5	проблемное обучение

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 80% от общего количества аудиторных часов по дисциплине

**Лабораторные работы**  
Учебным планом лабораторных работ не предусмотрено

**Практические занятия (семинары)**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Квазинейтральность, плазменная частота. Дебаевский радиус, дебаевский слой. Идеальность плазмы. Неравновесность	2
2	1	Прямые и обратные процессы в плазме. Упругое рассеяние. Равновесия в плазме.	2
3	2	Механизмы процессов ионно-плазменного травления.	2
4	2	Факторы, определяющие технологические параметры процесса плазменного травления	2
5	3	Взаимодействие электронных и ионных потоков с веществом.	2
6	3	Кинетика и механизмы процессов осаждения.	2
7	4	Физико-математические модели процессов очистки, травления	2
8	4	Физико-математические модели процессов нанесения покрытий.	2

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

**Основная литература**

1. Берлин, Е. В. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии : [справочное руководство] / Е. В. Берлин, Л. А. Сейдман .— Москва : Техносфера, 2010 .— 528 с.
2. Туманов Ю. Н. Плазменные высокочастотные, микроволновые и лазерные технологии в химико-металлургических процессах / Ю.Н. Туманов .— Москва : Физматлит, 2010 .— 967 с.
3. Будилов В. В. Интегрированные вакуумные ионно - плазменные технологии обработки деталей газотурбинных двигателей. Физические основы, моделирование и проектирование : физические основы, моделирование и проектирование : монография / В. В. Будилов, В. Ю. Иванов, В. С. Мухин ; АН РБ, отделение технических наук .— Уфа : Гилем, 2004 .— 216 с.
4. Фортов В. Е. Физика неидеальной плазмы : учеб. пособие / В. Е. Фортов, А. Г. Храпак, И. Т. Якубов .— Москва : Физматлит, 2010 .— 526 с.

**Дополнительная литература**

5. Чирков, А. Ю. Введение в физику плазмы: Учебное пособие по курсу «Физика плазмы» / Чирков А.Ю. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2006. 134 с.
6. Быковский, Ю.А. Ионная и лазерная имплантация металлических материалов / Ю. А. Быковский, В. Н. Неволин, В. Ю. Фоминский .— Москва : Энергоатомиздат, 1991 .— 235 с.

**Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)**

Каждый обучающийся (магистрант) в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к следующим электронно-библиотечным системам (ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/> , ЭБС Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан» <http://e-library.ufa-rb.ru>, Консорциум аэрокосмических вузов России

<http://elsau.ru/>, Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ <http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?Init+ugatu-fulltxt.xml.simple-fulltxt.xsl+rus>), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, НИР сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

Электронно-библиотечная система и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, как на территории университета, так и вне ее.

Обучающимся обеспечен доступ к электронным ресурсам и информационным справочным системам, перечисленным в таблице 4.

Таблица 4

№	Наименование ресурса	Объем фонда электронных ресурсов	Доступ	Реквизиты договоров с правообладателями
	Электронная библиотека диссертаций РГБ	885352 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	Договор №1330/0208-14 от 02.12.2014
	СПС «КонсультантПлюс»	2007691 экз.	По сети УГАТУ	Договор 1392/0403-14 т 10.12.14
	СПС «Гарант»	6139026 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	ООО «Гарант-Регион, договор № 3/Б от 21.01.2013 (продолгирован до 08.02.2016.)
	ИПС «Технорма/Документ»	36939 экз.	Локальная установка: библиотека УГАТУ-5 мест; кафедра стандартизации и метрологии-1 место; кафедра начертательной геометрии и черчения-1 место	Договор № АОСС/914-15 № 989/0208-15 от 08.06.2015.
*	Научная электронная библиотека eLIBRARY* <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>	9169 полнотекстовых журналов	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в НЭБ на площадке библиотеки УГАТУ	ООО «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА». № 07-06/06 от 18.05.2006
	Тематическая коллекция полнотекстовых журналов «Mathematics» издательства Elsevier <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>	120 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Договор №ЭА-190/0208-14 от 24.12.2014 г.
	Научные полнотекстовые журналы издательства Springer* <a href="http://www.springerlink.com">http://www.springerlink.com</a>	1900 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ открыт по гранту РФФИ



Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor & Francis Group* <a href="http://www.tandfonline.com/">http://www.tandfonline.com/</a>	1800 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и Государственной публичной научно-технической библиотекой России (далее ГПНТБ России)
Научные полнотекстовые журналы издательства Sage Publications*	650 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
Научные полнотекстовые журналы издательства Oxford University Press* <a href="http://www.oxfordjournals.org/">http://www.oxfordjournals.org/</a>	275 наимен. журналов	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
Научный полнотекстовый журнал Science The American Association for the Advancement of Science <a href="http://www.sciencemag.org">http://www.sciencemag.org</a>	1 наимен. журнала.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
Научный полнотекстовый журнал Nature компании Nature Publishing Group* <a href="http://www.nature.com/">http://www.nature.com/</a>	1 наимен. журнала	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
Научные полнотекстовые журналы Американского института физики <a href="http://scitation.aip.org/">http://scitation.aip.org/</a>	18 наимен. журналов	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
Научные полнотекстовые ресурсы Optical Society of America* <a href="http://www.opticsinfobase.org/">http://www.opticsinfobase.org/</a>	22 наимен. журн.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
База данных GreenFile компании EBSCO* <a href="http://www.greeninfoonline.com">http://www.greeninfoonline.com</a>	5800 библиограф ич записей, частично с полными текстами	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен компанией EBSCO российским организациям-участникам консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионного договора)
Архив научных полнотекстовых журналов зарубежных издательств*- Annual Reviews (1936-2006) Cambridge University Press (1796-2011) цифровой архив журнала Nature (1869- 2011) Oxford University Press (1849–1995) SAGE Publications (1800-1998) цифровой архив журнала Science (1880 -1996) Taylor & Francis (1798-1997) Институт физики Великобритании The Institute of Physics (1874-2000)	2361 наимен. журн.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен российским организациям-участникам консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионного договора)

### **Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 28.03.02 Наноинженерия (квалификация (степень) "магистр") реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, в том числе:

- компьютерных иммитаций процесса моделирования плазменной обработки,
- разработка моделей и разбор физических моделей процессов в плазме,
- работа в команде по решению комплексных проблем моделирования плазменных процессов нанотехнологий,
- проблемное обучение при изложении лекционного материала и приобретении знаний, необходимых для решения конкретной проблемы моделирования плазменных процессов нанотехнологий,
- контекстное обучение путем выявления связей между конкретным знанием методов моделирования и его применением в плазменных процессах нанотехнологий,
- обучение на основе лабораторного опыта и формирование компетенций самостоятельной работы с программами моделирования и собственного опыта изучения и применения методов моделирования плазменных процессов нанотехнологий.
- опережающая самостоятельная работа по изучению нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

При проведении лекционных занятий можно использовать следующие образовательные технологии: классическая и проблемная лекция, лекция-визуализация.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30% аудиторных занятий (определяется требованиями ФГОС с учетом специфики ООП),

В рамках учебных курсов должны быть предусмотрены встречи с представителями российских зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер классы экспертов и специалистов.

В табличной форме приводится перечень интерактивных образовательных технологий по видам аудиторных занятий и их объем в часах).

### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Выполнение письменных заданий производится в дисплейном классе:

1. IBM совместимые персональные компьютеры (класса Pentium - IV), объединенных в локальную сеть, с установленными на них операционными системами Windows XP.
2. Программа моделирования лабораторных работ Phys\_lab.

### **Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.