

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
Физико-технический институт



УТВЕРЖДАЮ
Директор ФТИ

О.Ю. Долматов

«23» 06 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ФИЗИКА ПЛАЗМЫ»

НА УЧЕБНЫЙ ГОД

Направление ООП 14.03.02 «Ядерная физика и технологии»

Профиль подготовки (специализация) Физика кинетических явлений

Квалификация (степень) академический бакалавр

Базовый учебный план приема 2015 г.

Курс III семестр 6

Количество кредитов 6

Код дисциплины Б1.ВМ4.12

Виды учебной деятельности	Временной ресурс
Лекции, ч	16
Практические занятия, ч	32
Лабораторные занятия, ч	32
Аудиторные занятия, ч	80
Самостоятельная работа, ч	136
ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации экзамен

Обеспечивающее подразделение кафедра «Техническая физика»

Заведующий кафедрой И.В. Шаманин

Руководитель ООП Д.С. Исаченко

Доцент А.Г. Каренгин

2015 г.

1. Цели освоения дисциплины

Учебная дисциплина «Физика плазмы» предназначена для освоения, понимания и практического применения основных законов, описывающих процессы в газоразрядной плазме.

В результате изучения данной учебной дисциплины студенты приобретают знания о четвертом, плазменном состоянии вещества, об элементарных процессах, протекающих в газоразрядной плазме, основных типах электрических разрядов, генераторах газоразрядной плазмы, (плазмотронах), основных стадиях плазмохимической технологии, методах расчета и оптимизации режимов плазмохимических процессов для их дальнейшей практической реализации.

Дисциплина «Физика плазмы» является вариативной при обучении бакалавров по направлению 14.03.02 «Ядерная физика и технологии».

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физика плазмы» относится к вариативной части подготовки бакалавров по направлению 14.03.02 «Ядерная физика и технологии».

Дисциплине «Физика плазмы» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- Б1.Б8 – математика;
- Б1.Б10 – химия 1,2;
- Б1.Б11 – физика;
- Б1.Б16 – электротехника 1.3.

Содержание разделов дисциплины «Физика плазмы» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- Б1.В5 – термодинамика и теплопередача;
- Б1.В7 – квантовые законы атомной физики;
- Б1.В8 – введение в ядерную физику;
- Б1.В9 – уравнения математической физики.

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины «Физика плазмы» направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1 (ОК-1, 6, 10)	З.1.1	основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки	У.1.1	самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство	В1.1	обобщения, анализа, восприятия информации, постановки цели и выбора путей ее достижения

		информации				
						В1.2 работы с компьютером как средством управления информацией
Р3 (ОК-3)						В.3.1 кооперации с коллегами, работе в коллективе
Р7 (ПК-1)	3.7.1	основных законов естественнонаучных дисциплин	У.7.1	использовать основные законы естественнонаучных дисциплин при определении оптимальных условий тонкой очистки и разделения веществ	В.7.1	математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
Р12 (ПК-5, 9)	3.12.1	методов математического моделирования массообменных процессов	У.12.1	использовать информационные технологии при разработке и моделировании процессов разделения и тонкой очистки веществ	В.12.1	сбора и анализа информационных исходных данных для создания физических и математических моделей установок
Р13 (ПК-1, 4)			У.7.1	применять методы физического и математического моделирования в профессиональной деятельности	В.13.1	использования научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, современных компьютерных технологий в области разделения и тонкой очистки веществ.

В результате освоения дисциплины «Физика плазмы студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Результат
РД1	Знать элементарные процессы в газоразрядной плазме, электрические разряды в газах, методы диагностики плазмы, плазмохимические процессы, генераторы газоразрядной плазмы (плазмотроны)
РД2	Применять процессы сохранения (заковки) целевых продуктов плазмохимических процессов, разделения и обезвреживания продуктов плазмохимических процессов, переработки газообразного, жидкого и твердого сырья в плазме.
РД3	Демонстрировать навыки использования компьютерных технологий при проектировании плазменного оборудования
РД4	Использовать методы физического и математического моделирования для проведения научных исследований в области плазменных процессов и технологий, их планирования и анализа результатов.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Содержание разделов дисциплины. Дисциплина содержит 8 модулей.

Таблица 3.

Модули дисциплины.

Модуль	
Модуль 1	ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЕ Плазменное состояние вещества. Упругие и неупругие взаимодействия частиц в плазме. Рекомбинационные процессы в плазме. Равновесие ионизации. Поверхностные процессы в плазме. Особенности движения заряженных частиц в плазме при наличии электрического и магнитного полей. Явления переноса в плазме
Модуль 2	ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАЗРЯДЫ В ГАЗАХ Самостоятельные и несамостоятельные формы электрических разрядов. Тлеющий разряд постоянного тока. Электродуговой разряд. Высокочастотные разряды Н-типа и Е-типа. Сверхвысокочастотные разряды. Барьерный разряд
Модуль 3	ГЕНЕРАТОРЫ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЫ (ПЛАЗМОТРОНЫ) Электродуговые плазмотроны. Высокочастотные индукционные плазмотроны. Высокочастотные емкостные плазмотроны. Высокочастотные факельные плазмотроны. СВЧ-плазмотроны.
Модуль 4	МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ПЛАЗМЫ Измерение температуры плазмы. Измерение тепловых потоков. Измерение скорости течения плазмы
Модуль 5	ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ Классификация плазмохимических процессов. Основные стадии плазмохимических процессов. Плазмообразующие газы. Сырьё.
Модуль 6	СОХРАНЕНИЕ (ЗАКАЛКА) ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ Закалка газовой фазой. Закалка жидкой фазой. Закалка твердой фазой. Газодинамическая закалка.
Модуль 7	РАЗДЕЛЕНИЕ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ Разделение системы «газ–твердое вещество». Разделение системы «газ–газ». Мероприятия по защите окружающей среды
Модуль 8	ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ Переработка газообразного сырья. Переработка жидкого сырья. Переработка твердого сырья.

8.	В.1.2	+	+	+	+	+	+	+	+
9.	В.3.1	+							
10	В.7.1	+	+	+	+	+	+	+	+
11	В.12.1	+	+	+	+	+	+	+	+
12	В.13.1	+	+	+	+	+	+	+	+

5. Образовательные технологии

Достижение планируемых результатов освоения дисциплины обеспечивается:

- повышением качества образования путем его фундаментализации, информирования бакалавра о современных достижениях в науке, технике и технологиях;
- нацеленностью обучения на новые, в первую очередь, на информационно-коммуникационные технологии;
- повышение творческого начала в образовании.

Специфика сочетания методов и форм организации обучения отражена в таблице 6.

Таблица 6.

Методы и формы организации обучения (ФОО)

ФОО	лекции	Лаборат. работы	Практич. занятия	СРМ
Методы				
Работа в команде		+	+	
<i>Case-study</i>	+			+
Методы проблемного обучения	+	+	+	+
Опережающая самостоятельная работа	+	+	+	+
Исследовательский метод		+	+	+

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает¹:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- опережающая самостоятельная работа;

- перевод текстов с иностранных языков;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим занятиям.
- подготовка к лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе.
- подготовка экзамену.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа ориентирована на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- выполнение расчетно-графических работ;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, проведение расчетов, составление схем и моделей на основе статистических материалов.

6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине.

Самостоятельная работа включает подготовку к лабораторным занятиям, к зачёту и изучение отдельных тем, отнесенных к самостоятельному освоению студентами с использованием литературных источников, представленных в учебной программе дисциплины. В число часов для самостоятельной работы включено необходимое время для подготовки к текущему контролю, проводимому в течение семестра.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

6.4 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для дополнительного самостоятельного изучения дисциплины могут быть использованы следующие электронные ресурсы:

http://e-le.lcd.tpu.ru/hublic/FTNP_iep1/index.html/,

http://e-le.lcd.tpu.ru/hublic/FHGP_iep_2/index.html/,

<http://www.lib.tpu.ru>,

<http://window.edu.ru>

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине, рейтинговые баллы
Выполнение и защита лабораторных работ	Отчёты, 20
Тестирование	15
Выполнение практических заданий	15
Выполнение и защита индивидуальных заданий по тематике исследований во время проведения конференц-недели или участие студентов в научной дискуссии	Отчёт, 10
Выполнение зачётной работы	40

Средства оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины – перечень вопросов, ответы на которые позволяют оценить степень усвоения теоретических знаний; проблем, позволяющих оценить профессиональные и универсальные (общекультурные) компетенции бакалавров.

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

Модуль	Контрольные вопросы.
Элементарные процессы в газоразрядной плазме	1. Плазменное состояние вещества. 2. Упругие и неупругие взаимодействия частиц в плазме. 3. Рекомбинационные процессы в плазме. 4. Равновесие ионизации. 5. Поверхностные процессы в плазме. 6. Особенности движения заряженных частиц в плазме при наличии электрического и магнитного полей. 7. Явления переноса в плазме
Электрические разряды в газах	8. Самостоятельные и несамостоятельные формы электрических разрядов. 9. Тлеющий разряд постоянного тока. 10. Электродуговой разряд. 11. Высокочастотные разряды Н-типа и Е-типа. 12. Сверхвысокочастотные разряды. 13. Барьерный разряд

Методы диагностики плазмы	14. Измерение температуры плазмы. 15. Измерение тепловых потоков. 16. Измерение скорости течения плазмы
Генераторы газоразрядной плазмы (плазмотроны)	17. Электродуговые плазмотроны. 18. Высокочастотные индукционные плазмотроны. 19. Высокочастотные емкостные плазмотроны. 20. Высокочастотные факельные плазмотроны. 21. СВЧ-плазмотроны
Плазмохимические процессы	22. Классификация плазмохимических процессов. 23. Основные стадии плазмохимических процессов. 24. Плазмообразующие газы. Сырьё.
Сохранение (закалка) целевых продуктов плазмохимических процессов	25. Закалка газовой фазой. 26. Закалка жидкой фазой. 27. Закалка твердой фазой. 28. Газодинамическая закалка.
Разделение и обезвреживание продуктов плазмохимических процессов	29. Разделение системы «газ–твердое вещество». 30. Разделение системы «газ–газ». 31. Мероприятия по защите окружающей среды
Плазмохимические технологии	32. Переработка газообразного сырья. 33. Переработка жидкого сырья. 34. Переработка твердого сырья

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Каренгин А.Г. Физика и техника газоразрядной плазмы//Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2008. –128с.
2. Каренгин А.Г. Физика и химия газоразрядной плазмы//Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2008. –150с.
3. Каренгин А.Г. Плазменные процессы и технологии. //Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2008. –140с.
4. Пархоменко В. Д., Цыбулев П. Н., Краснокутский Ю. И. Технология плазмохимических производств. – Киев: «Выща школа», 1991. – 253с.
5. Крапивина С. А. Плазмохимические технологические процессы – Л.: «Химия», 1981. – 248с.
6. Туманов Ю. Н. Плазменные и высокочастотные процессы получения и обработки материалов в ядерном топливном цикле: настоящее и будущее. – М.: «Физматлит», 2003. – 759с.
7. Сабуров В. П., Черепанов А. И., Жуков М. Ф. Плазмохимический синтез ультрадисперсных порошков и их применение. – Новосибирск: «Наука», т.12, 1995. – 339с.
8. Давыдов В. И., Гамрекели М. Н., Добрыгин Л. Г. Термические процессы и аппараты для получения окислов редких и радиоактивных металлов. – М.: «Атомиздат», 1977. – 270с.
9. Рыкалин Н.Н. Плазменные процессы в металлургии и технологии неорганических материалов – М.: «Наука», 1973. – 243с.
10. Красовская Л.И., Моссэ А.Л.. Плазмохимические процессы в трехструйных электродуговых реакторах. – Минск: АНК «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова» НАН Беларуси, 2000. – 196с.
11. Артамонов А. Г., Володин В.М., Авдеев В.Г. Математическое моделирование и оптимизация плазмохимических процессов.– М.: Химия, 1989. – 224с.
12. Словецкий Д. И. Механизмы химических реакций в неравновесной плазме.-М.: «Наука», 1980.- 310с
13. Иванов А.А., Соболева Т.К. Неравновесная плазмохимия. – М.: Атомиздат, 1978. – 204с.
14. Полак Л. С., Овсянников А. А., Словецкий Д. И., Вурзель Ф. Б. Теоретическая и прикладная плазмохимия. – М.: «Наука», 1975. – 303с.

Дополнительная литература:

1. Кондрашов А.П., Шестопапов Е.В. Основы физического эксперимента и математическая обработка результатов измерений. – М.: Атомиздат, 1977. – 195с.
2. Ясельский В.К., Кузнецов А.И., Дядик В.Ф. Обработка результатов измерений. // Учебное пособие. – Томск: ТПИ, 1977–95с.
3. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 277с.

Используемое программное обеспечение

1. Программное обеспечение ANSYS Fluent Research 6.0
2. Программный комплекс для термодинамических расчетов «TERRA».

Internet–ресурсы:

1. Каренгин А.Г. Физика и техника низкотемпературной плазмы. Учебно-методический комплекс дисциплины. http://e-le.lcd.tpu.ru/hublic/FTNP_iep1/index.html/.

2. Каренгин А.Г. Физика и химия газоразрядной плазмы. Комплект учебно-методического обеспечения в среде e-learning. http://e-le.lcd.tpu.ru/hublic/FHGP_iep_2/index.html/.

1. Плазменные процессы и технологии. Часть 1: Комплект учебно-методического обеспечения в среде e-learning. http://e-le.lcg.tpu.ru/public/PPT_iep2/index.html).

2. Каренгин А.Г. Плазменные процессы и технологии. Часть 2: Комплект учебно-методического обеспечения в среде e-learning. http://e-le.lcg.tpu.ru/public/PPIT_iep2/index.html/.

3. Каренгин А.Г. Плазменная техника и технологии получения и применения нанопорошков: Комплект учебно-методических материалов в среде электронного обучения. (http://e-le.lcg.tpu.ru/public/PTN_iep1/index.html).

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Для проведения лабораторных работ по учебной дисциплине «Физика плазмы» имеются стационарные и передвижные плазменные стенды, оснащенные приборами для контроля режимов работы ВЧФ-плазмотрона, параметров генерируемых им воздушных плазменных струй и протекающих в них плазмохимических процессов.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
	Лекционные аудитории	гл . корпус ауд. 204
1	Учебно-научная лаборатория «Плазменная техника и технологии»	10 уч. корпус лаб. 001А
2	Лабораторный плазменный стенд «ВЧФ-плазмотрон на базе высокочастотного генератора ВЧГ8-60/13» (рабочая частота $f_p = 13,56$ МГц, колебательная мощность $P_{кол} = 60$ кВт)	10 уч. корпус лаб. 001А (1 экз.)
3	Лабораторный плазменный стенд «Плазменный модуль на базе высокочастотного генератора ВЧГ8-60/13-01» (рабочая частота $f_p = 13,56$ МГц,	10 уч. корпус лаб. 001А (1 экз.)

	колебательная мощность $P_{\text{кол}} = 60$ кВт)	
	Передвижная лаборатория «Передвижной плазменный модуль на базе ВЧФ-плазмотрона» (рабочая частота $f_p = 13,56$ МГц, колебательная мощность $P_{\text{кол}} = 60$ кВт)	Во дворе 10 уч. корпуса (1 экз.)
4	Переносной инфракрасный пирометр M90L	10 уч. корпус лаб. 001А (1 экз.)
5	Высокоточный инфракрасный пирометр IPE 140/45	10 уч. корпус лаб. 001А (1 экз.)
6	Газоанализатор KM9106 «Quintox»	10 уч. корпус лаб. 001А (1 экз.)

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС и ООП по направлению 14.03.02 «Ядерная физика и технологии» и профилю подготовки «Физика кинетических явлений»

Программа одобрена на заседании кафедры ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА ФТИ ТПУ (протокол № 14 от « 8 » июня 2015 г.).

Доцент кафедры ТФ ФТИ  А.Г. Каренгин

Рецензент  Ю.Ю. Луценко