

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:  
Декан физического факультета  
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

**Диагностика плазмы**  
по направлению подготовки

**03.03.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Фундаментальная физика»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2024**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
О.Н. Чайковская

Председатель УМК  
О.М. Сюсина

Томск – 2024

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК 2 – Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

– ПК 1 – Способен проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 2.2 – Анализирует и интерпретирует экспериментальные и теоретические данные, полученные в ходе научного исследования, обобщает полученные результаты, формулирует научно обоснованные выводы по результатам исследования.

ИПК 1.1 - Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить понятийный аппарат и методы диагностики плазмы.

– Научиться применять понятийный аппарат и методы диагностики плазмы для решения практических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 8, зачет.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: общая физика, оптика, физика газового разряда, основы физики плазмы в объеме, предусмотренном для магистров.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа, из которых:

– лекции: 24 ч.;

в том числе практическая подготовка 12 ч..

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Предмет курса.

Цель, задачи и структура курса. Некоторые понятия и соотношения.

Тема 2. Излучение из плазмы.

Тема 3. Модельные представления состояния плазмы.

Тема 4. Спектральные методы исследования однородной оптически тонкой плазмы.  
Тема 5. Определение температуры тяжелых частиц.  
Тема 6. Определение колебательной и вращательных температур молекул.  
Тема 7. Диагностика оптически плотных неоднородных плазм.  
Тема 8. Экспериментальная аппаратура, способы регистрации излучения и изображения.

Тема 9. Нестационарные плазмы. Квазистационарность. Понятие характерных времен установления температур, ионизации и рекомбинации.

Тема 10. Расчет и оценка населенностей возбужденных уровней и степени ионизации плазмы в неравновесном состоянии.

Тема 11. Определение параметров плазмы сильноточного импульсного разряда высокого давления в аргоне.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, опросов по лекционному материалу, проведения контрольной работы и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет в 8 семестре проводится в письменной форме по экзаменационным билетам. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=2425>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

Перечень теоретических вопросов, выносимых на зачет:

1. Понятие низкотемпературной плазмы и задачи диагностики.
2. Модели равновесия плазмы и связанные с ними параметры плазмы.
3. Оптический спектр и плазменные параметры.
4. Контур спектральной линии и механизмы уширения.
5. Поглощение и его проявление в спектре излучения.
6. Излучение и поглощение в сплошном спектре.
7. Рассеяние света.
8. Эмиссионные методы диагностики.
9. Методы поглощения при использовании классических излучателей.
10. Методы диагностики при помощи лазеров.
11. Комбинационное рассеяние.
12. Доплеровское уширение и температура нейтрального газа.
13. Вращательная и газовая температуры. Измерение на основе вращательной структуры молекул.
14. Колебательная температура. Методы измерения.
15. Методы измерения концентраций нейтральных атомов и молекул.
16. Методы измерения положительных ионов.

17. Методы измерения отрицательных ионов.
18. Способы измерения электрических полей в плазме.
19. Способы измерения магнитных полей в плазме.
20. Способы измерения параметров свободных электронов.

в) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студента включает:

- углубленное теоретическое изучение разделов курса при подготовке к лекционным и практическим занятиям;
- подготовку к обсуждению материала, в том числе самостоятельный поиск необходимых источников информации, включая научно-образовательные ресурсы сети Интернет;
- подготовку к зачету.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Диагностика плазмы / Под редакцией Р. Хадлстоуна, С. Леонардо // Москва: Мир, 1967.
2. Методы исследования плазмы / Под редакцией Лохте-Хольтгревена // Москва: Мир, 1971.
3. Грим Г. / Спектроскопия плазмы // Москва: Атомиздат, 1964.
4. Биберман Л. М., Воробьев В. С., Якубов И. Т. / Кинетика неравновесной низкотемпературной плазмы // Москва: Наука, 1982. – 375 С.
5. Ю. П. Райзер. / Физика газового разряда // Москва: Наука, 1987.
6. Плазма в лазерах / Под ред. Дж. Бекефи // Москва: Атомиздат, 1982
7. Биберман Л. М., Норман Г. Э. / Непрерывные спектры атомных газов и плазмы // Усп. Физ. Наук., 1967. Т. 91. вып. 2. С. 193-246.
8. И. М. Подгорный / Лекции по диагностике плазмы // Москва: Атомиздат, 1968.
9. С. Э. Фриш / Оптические спектры атомов // Москва: Физ-мат. Литература, 1963.

б) дополнительная литература:

1. Л. А. Вайнштейн, И. И. Собельман, Е. А. Юков. / Сечения возбуждения атомов и ионов электронами // – Москва.: Наука, 1973.
2. Стриганов А. Р., Свентицкий И. С. / Таблицы спектральных линий нейтральных и ионизованных атомов // Москва: Атомиздат, 1966. – 898 С.
3. Зайдель А. И., Островская Г. В. / Техника и практика спектроскопии // Москва: Наука, 1972. – 375 С.
4. Фирсов О. Б., Чибисов М. И. / Тормозное излучение медленных электронов на нейтральных атомах // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1960. Т. 39. Вып. 6(12). С.1770-1776.
5. Корглис Ч., Бозман У. / Вероятности переходов и сил осцилляторов для 70 элементов // Москва: Мир, 1968.
6. Стриганов А. Р., Свентицкий И. С. / Таблицы спектральных линий нейтральных и ионизованных атомов // Москва: Атомиздат, 1966. 898. С

в) ресурсы сети Интернет:

– Spectral lines by Kurukz, compiled by Claas Heise, <http://cfa-www.harvard.edu/ampdata/ampdata/kurukz23/secur.html>

## 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office

Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook); системы компьютерной вёрстки LaTeX;

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –

<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –

<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Все виды материально-информационной базы Научной библиотеки ТГУ. Мультимедийное оборудование физического факультета ТГУ. Сеть Интернет. Программное обеспечение курсов, предшествующих изучению представленной дисциплины.

#### **15. Информация о разработчиках**

Сорокин Дмитрий Алексеевич, к.ф.-м.н., кафедра физики плазмы НИ ТГУ, доцент.