**Отчет о работе студенческого научного кружка по спектроскопии плазмы за 2024-2025 учебный год**

**1. Общие сведения**

* **Наименование кружка:** Студенческий научный кружок «Спектроскопия плазмы».
* **ФИО и должность руководителя:** Ашурбеков Назир Ашурбекович, заведующий кафедрой физической электроники, профессор, доктор физико-математических наук.
* **Период отчетности:** сентябрь 2024 г. – июнь 2025 г.
* **Состав участников:**
	+ **Студенты бакалавриата (3-4 курс)**, направление «Физика», профиль «Медицинская физика»: 5 человек.
	+ **Магистранты (1-2 курс)**, направление «Физика», профиль «Физика плазмы»: 4 человека.
	+ **Общее количество постоянных участников:** 9 человек.

**2. Цели и задачи кружка на 2024-2025 учебный год**

**Цель:** Углубленное изучение теоретических основ и практическое освоение методов спектроскопической диагностики низкотемпературной плазмы, а также применение этих методов для решения актуальных научных задач.

**Задачи:**

1. Освоить принципы работы спектрального оборудования (монохроматоры, спектрографы, ПЗС-камеры).
2. Изучить методы калибровки спектральных систем по длинам волн и интенсивности.
3. Освоить методики определения основных параметров плазмы (концентрация частиц, температура электронов, температура тяжелых частиц) по спектральным данным.
4. Применить полученные знания для диагностики плазмы в различных газовых разрядах (например, барьерный разряд, тлеющий разряд).
5. Подготовить научные доклады и статьи по результатам проведенных исследований.
6. Привлечь студентов бакалавриата к выполнению курсовых и выпускных квалификационных работ в рамках тематики кружка.

**3. Перечень проведенных мероприятий и выполненных работ**

**3.1. Теоретические занятия (семинары):**

* «Введение в спектроскопию плазмы. Основные понятия и определения».
* «Вид и форма спектральных линий. Уширение линий и его диагностическое значение».
* «Методы определения температуры электронов по населенностям уровней атомов и ионов (метод Больцмана, метод ЗБМ)».
* «Методы определения концентрации частиц в плазме (по абсолютной интенсивности линий и по уширению линий)».
* «Спектроскопия молекулярных систем. Колебательно-вращательная структура спектров».
* «Современное спектральное оборудование и программное обеспечение для обработки данных».

**3.2. Практические и лабораторные работы:**

* Ознакомление с работой монохроматора МДР-206 и ПЗС-камеры.
* Проведение калибровки спектральной системы по ртутной лампе.
* Получение спектров излучения тлеющего разряда в аргоне и неоне.
* Обработка экспериментальных спектров: идентификация спектральных линий, построение графиков зависимости, расчет параметров плазмы.
* Проведение диагностики барьерного разряда в атмосферном воздухе.

**3.3. Научно-исследовательская работа:**

* Сформированы 3 исследовательские группы для работы над проектами:
	1. *«Исследование потоков плазмы в низкотемпературной плазменной струе в смеси воздуха с аргоном для медицинских приложений»* (руководитель – бакалавр 4 курса, участники – бакалавры 3 курса).
	2. *«Когерентное оптическое пропускание импульсной плазмы в неоне вблизи узких резонансов поглощения»* (руководитель – бакалавр 4 курса, участники – бакалавры 3 курса).
	3. *«Разработка и исследование цифровой модели плазменного реактора для прецизионных аддитивных нанотехнологий»* (руководитель – магистр 2 курса, участники – бакалавры 3и 4 курса).

**4. Основные результаты работы**

* **Теоретическая подготовка:** Все участники кружка освоили базовый теоретический курс по спектроскопии плазмы. Магистранты углубили знания в области не-LTE (неравновесной) плазмы.
* **Практические навыки:** Участники приобрели навыки работы на спектральном оборудовании, научились проводить калибровку и обработку сырых спектральных данных в специализированном программном обеспечении (Origin, MATLAB).
* **Научные результаты:**
	+ Выполнение гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере Студенческий стартап «Разработка универсального плазменного реактора для прецизионных технологий АСТ и АСО материалов наноэлектроники» научный рук. Ашурбеков Н.А., рук. Проекта Хизриев Хизри. Финансирование 1 млн.р.
	+ Для тлеющего разряда в аргоне были определены температура электронов (~2-3 эВ) и концентрация атомов аргона на метастабильных уровнях.
	+ Для барьерного разряда в воздухе идентифицированы спектральные линии и полосы второго положительной системы азота (C³Πu → B³Πg), проведена оценка колебательной температуры.
	+ Получены предварительные результаты по диагностике плазмы в неоне.
* **Публикационная активность и выступления:**
	+ Статьи, опубликованные в журналах, входящих в Белый список (естественно научные направления) Q1/Q2/Q3/Q4/ без IF/ ВАК К1-3. Chen C., Rabadanov K.M., Ashurbekov N.A., Yuan C., Shakhrudinov A.M. Transverse magnetic field effects on the high-voltage pulsed discharge plasma in helium. Journal of Plasma Physics. 2024. Т. 90. № 1. С. 905900115. Q1.
	+ Подготовлен тезис доклада для участия в XIII Всероссийская конференция по физической электронике ФЭ-2024 (25–29 сентября 2024 г.). Махачкала *{Ашурбеков Н. А., Иминов К. О., Курбангаджиева М. Б., Шахсинов Г. Ш., Шарапудинова Ш. З. Одиночные пространственные структуры из возбужденных атомов неона за фронтом волны ионизации. XIII ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ (ФЭ-2024), Махачкала. С. 100-103.}.*
	+ Сделано 3 доклада на внутривузовской студенческой научной конференции (апрель 2025 г.).
	+ На основе материалов кружка 2 студента бакалавриата выполняют выпускные квалификационные работы (Исмаилов А.К. и Оцомиев Г.М.)
	+ В рамках научной школы была защищена магистерская диссертация «Стартап как диплом» на тему: «Разработка и исследование цифровой модели плазменного реактора для прецизионных аддитивных нанотехнологий» (магистр 2г.о. Хизриев Х.Ш.)

**5. Перспективы развития кружка на 2025-2026 учебный год**

1. **Расширение тематики:** Начать исследования в области лазерно-индуцированной флуоресценции (LIF) как дополнения к пассивной спектроскопии.
2. **Углубление исследований:** Провести сравнительный анализ диагностических методов для различных типов газоразрядной плазмы.
3. **Прикладная направленность:** Рассмотреть возможность применения методов спектроскопии плазмы для задач плазменной медицины (стерилизация, обработка биологических тканей), что особенно актуально для студентов, обучающихся на медицинском профиле.
4. **Привлечение новых участников:** Активнее вовлекать студентов 2-го курса бакалавриата для плавной интеграции в научную работу.

**Руководитель кружка:**  / Ашурбеков Н.А. /