

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**Факультет радиофизики и компьютерных технологий**  
**Кафедра физической электроники и нанотехнологий**

Аннотация к дипломной работе  
**«Определение параметров плазмы реактивного магнетронного  
разряда методами оптической спектроскопии»**

Белов Савелий Александрович

Научный руководитель – старший преподаватель  
В. А. Зайков

2022

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 41 страница, 20 рисунков, 2 таблицы, 12 источников.

*Ключевые слова:* РЕАКТИВНОЕ МАГНЕТРОННОЕ РАСПЫЛЕНИЕ, ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ, ИНТЕНСИВНОСТЬ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЛИНИИ, ДИАГНОСТИКА ПЛАЗМЫ.

*Объектом исследования* является плазма магнетронного разряда в устройствах магнетронного напыления.

*Цель работы* - разработка автоматизированной системы спектроскопической диагностики плазмы магнетронного разряда на базе спектрографа ДФС-458С и проведение оптико-спектральных исследований параметров плазмы магнетронного разряда в процессах осаждения плёнок Ti-Al-N.

В процессе работы проведена модернизация системы регистрации спектров спектрографа ДФС-458С путем использования высокочувствительной CCD камеры U2C-16H10426 вместо блока фотопластинок. Получены спектры магнетронного разряда, а также проведен их анализ. Выявлены участки спектра, пригодные для определения текущих параметров плазмы и использования выделенных спектральных интервалов в качестве параметров контроля над процессами реактивного магнетронного нанесения покрытий нитридов сложного состава.

Предложена методика определения важного параметра плазмы – электронной температуры с использованием оптической спектроскопии плазмы и приведены данные по электронной температуре плазмы для различных условий осаждения.

## ABSTRACT

Thesis: 41 pages, 20 figures, 2 tables, 12 sources.

*Keywords:* REACTIVE MAGNETRON SPUTTERING, OPTICAL SPECTROSCOPY, SPECTRAL LINE INTENSITY, PLASMA DIAGNOSTICS.

*The object of study* are magnetron discharge plasma in the magnetron sputtering devices.

*Objective* – development of the automated system for spectroscopic diagnostics of magnetron discharge plasma based on the DFS-458S spectrograph and conduct optical-spectral studies of magnetron discharge plasma parameters in the deposition of Ti-Al-N films.

In the process of work, the DFS-458S spectrograph recording system was upgraded by using a highly sensitive U2C-16H10426 CCD-camera instead of a block of photographic plates. Magnetron discharge spectra were obtained and analyzed. The spectral regions suitable for determining the current plasma parameters and using the selected spectral intervals as control parameters over the processes of reactive magnetron coating of nitrides of complex composition have been identified.

A technique for determining an important plasma parameter – the electron temperature using optical plasma spectroscopy is proposed and data on the plasma electron temperature for various deposition conditions are presented.

## РЭФЕРАТ

Дыпломная праца: 41 старонка, 20 малюнкаў, 2 табліцы, 12 крыніц.

Ключавыя словы: РЭАКТЫЎНАЕ МАГНЕТРОНА РАСПЫЛЕННЕ, АПТЫЧНАЯ СПЕКТРАСКАПІЯ, ІНТЭНСІЎНАСЦЬ СПЕКТРАЛЬНАЙ ЛІНІІ, ДЫЯГНОСТЫКА ПЛАЗМЫ.

Аб'ектам даследавання з'яўляецца плазма магнетроннага разраду ў прыладах магнетроннага напылення.

Мэта працы - распрацоўка аўтаматызаванай сістэмы спектраскапічнай дыягностыкі плазмы магнетроннага разраду на базе спектрографу ДФС-458С і правядзенне аптыка-спектральных даследаванняў параметраў плазмы магнетроннага разраду ў працэсах аблогі плёнак Ti Al N.

У працэсе працы праведзена мадэрнізацыя сістэмы рэгістрацыі спектраў спектрографу ДФС-458С шляхам выкарыстання высокаадчувальнай CCD камеры U2C-16H10426 замест блока фотопласцінак. Атрыманы спектры магнетроннага разраду, а таксама праведзены іх аналіз. Выяўлены ўчасткі спектру, прыдатныя для вызначэння бягучых параметраў плазмы і выкарыстання выдзеленых спектральных інтэрвалаў у якасці параметраў кантролю над працэсамі рэактыўнага магнетроннага нанясення пакрыццяў нітрыдаў складанага складу.

Прапанаваная метадыка вызначэння важнага параметру плазмы - электроннай тэмпературы з выкарыстаннем аптычнай спектраскапіі плазмы і прыведзены дадзеныя па электроннай тэмпературы плазмы для розных умоў аблогі.