

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра лазерной физики и спектроскопии**

**ДАДЕНКОВ**

Иван Геннадьевич

**ИМПУЛЬСНАЯ ЗАПИСЬ ДИНАМИЧЕСКИХ ГОЛОГРАММ В  
КРИСТАЛЛАХ СИЛИКАТА ВИСМУТА**

Реферат дипломной работы

Научный руководитель:  
доктор физ.-мат. наук,  
профессор А.Л. Толстик

Минск, 2020

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа 37 с., 52 рис., 43 источника.

ГОЛОГРАФИЯ, ФОТОРЕФРАКТИВНЫЕ КРИСТАЛЛЫ, СИЛЛЕНИТЫ, СИЛИКАТ ВИСМУТА, ДИНАМИЧЕСКИЕ ГОЛОГРАММЫ, ДИФРАКЦИОННЫЕ РЕШЕТКИ.

Цель работы: исследовать динамику формирования и релаксации голограмм в фоторефрактивном кристалле силиката висмута в условиях импульсной записи.

Методы исследования: постановка эксперимента, численный расчет при помощи компьютерных средств обработки информации, в частности Wolfram Mathematica и MS Excel.

В результате проведенных исследований определены динамические характеристики голограмм, формируемых в кристаллах силиката висмута наносекундными лазерными импульсами на длине волны 532 нм. Показано, что в зависимости от интенсивности световых пучков, записывающих голограмму, можно реализовать запись как долгоживущих (секунды при интенсивностях порядка МВт/см<sup>2</sup>), так и короткоживущих (миллисекунды при интенсивностях порядка 10 МВт/см<sup>2</sup>) решеток. Полученные экспериментальные результаты позволили выделить два механизма записи динамических решеток, обусловленных заселением разных ловушечных уровней, отличающихся временами жизни. Исследования зависимости дифракционной эффективности голограмм от ориентации кристалла позволили установить наличие четырех симметричных максимумов, характерных для реализации нелинейного взаимодействия в кубических фоторефрактивных кристаллах.

Эксперименты по мультиплексной записи голограмм в кристалле силиката висмута позволили продемонстрировать независимую мультиплексную запись решеток с разными периодами, а также определить условия, при которых имеет место их конкуренция. Показано, что при интенсивностях выше 15 МВт/см<sup>2</sup> наблюдается заметное ослабление решетки с меньшим периодом, в то время как решетка с большим периодом эффективно записывается.

## РЕФЕРАТ

Дыпломная работа 37 с., 52 мал., 43 крыніцы.

ГАЛАГРАФІЯ, ФОТАРЭФРАКТЫЎНЫЯ КРЫШТАЛІ, СІЛЛЕНІТЫ, СІЛКАТ ВІСМУТА, ДЫНАМІЧНЫЯ ГАЛАГРАМЫ, ДЫФРАКЦЫЙНЫЯ РАШОТКІ.

Мэта працы: даследаваць дынаміку фарміравання і рэлаксацыі галаграм у фотарэфрактыўным крышталі сіліката вісмута ва ўмовах імпульснай запісу.

Метады даследавання: пастаноўка эксперыменту, колькасны разлік пры дапамозе кампутарных сродкаў апрацоўкі інфармацыі, у прыватнасці Wolfram Mathematica і MS Excel.

У выніку праведзеных даследаванняў вызначаны дынамічныя характарыстыкі галаграм, што фарміруюцца ў крышталях сіліката вісмута наносекунднымі лазернымі імпульсамі на даўжыні хвалі 532 нм. Паказана, што ў залежнасці ад інтэнсіўнасці светлавых пучкоў, якія запісваюць галаграму, можна рэалізаваць запіс як доўгажывучых (секунды пры інтэнсіўнасці парадку  $\text{МВт/см}^2$ ), так і кароткачасовых (мілісекунды пры інтэнсіўнасці парадку  $10 \text{ МВт/см}^2$ ) рашотак. Атрыманыя эксперыментальныя вынікі дазволілі вылучыць два механізму запісу дынамічных рашотак, абумоўленых засяленнем розных лавушачных узроўняў, якія адрозніваюцца часам жыцця. Даследаванні залежнасці дыфракцыйнай эфектыўнасці галаграм ад арыентацыі крышталю дазволілі ўсталяваць наяўнасць чатырох сіметрычных максімумаў, характэрных для рэалізацыі нелінейнага ўзаемадзеяння ў кубічных фотарэфрактыўных крышталях.

Эксперыменты па мультыплекснай запісу галаграм у крышталі сіліката вісмута дазволілі прадэманстраваць незалежную мультыплексную запіс рашотак з рознымі перыядамі, а таксама вызначыць умовы, пры якіх мае месца іх канкурэнцыя. Паказана, што пры інтэнсіўнасці вышэй за  $15 \text{ МВт/см}^2$  назіраецца прыкметнае паслабленне рашоткі з меншым перыядам, у той час як рашотка з вялікім перыядам эфектыўна запісваецца.

## ABSTRACT

Graduate work 37 pp., 52 figs., 43 sources.

HOLOGRAPHY, PHOTORREFRACTIVE CRYSTALS, SILLENITES, BISMUTE SILICATE, DYNAMIC HOLOGRAMS, DIFFRACTION GRATINGS.

The purpose of the work: research the dynamics of hologram formation and relaxation in a photorefractive crystal of bismuth silicate under the conditions of pulsed recording.

Research methods: setting up an experiment, numerical calculation using computer tools for information processing, in particular Wolfram Mathematica and MS Excel.

As a result of the research, the dynamic characteristics of the holograms formed in bismuth silicate crystals by nanosecond laser pulses at a wavelength of 532 nm were determined. It is shown that, depending on the intensity of light beams recording the hologram, it is possible to record both long-lived (seconds at intensities of the order of MW/cm<sup>2</sup>) and short-lived (milliseconds at intensities of the order of 10 MW/cm<sup>2</sup>) gratings. The obtained experimental results made it possible to distinguish two mechanisms for recording dynamic gratings due to the population of different trap levels that differ in their lifetimes. Researches of the dependence of the diffraction efficiency of holograms on the crystal orientation made it possible to establish the presence of four symmetric maximum characteristic of the realization of a nonlinear interaction in cubic photorefractive crystals.

Experiments on multiplex recording of holograms in a bismuth silicate crystal made it possible to demonstrate independent multiplex recording of grating with different periods, as well as to determine the conditions under which their competition takes place. It is shown that at intensities above 15 MW/cm<sup>2</sup>, a noticeable weakening of the grating with a shorter period is observed, while a grating with a larger period is effectively recorded.