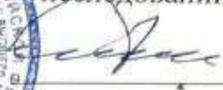




«УТВЕРЖДАЮ»

Начальник Управления научных исследований НИЯУ МИФИ


В.А.Сенюков

«12» 02 2026 г.

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ О ВОЗМОЖНОСТИ ОПУБЛИКОВАНИЯ

Экспертная комиссия №1.2.2. института Лазерных и плазменных технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

1. Рассмотрела тезисы доклада Лелявского Г.Н., Зворыкина В.Д., Устиновского Н.Н., Шутова А.В. «Спектр регенеративного усиления электроразрядного KrF-лазера при инъекции узкополосного излучения, сформированного дисперсионными резонаторами с дифракционными решетками и эталонами Фабри-Перо», в кол-ве 2 листов, представленные на конференцию «Зимняя школа высоких плотностей энергии» (г. Снежинск Челябинская обл. 25-27 февраля 2026).
2. Комиссия, руководствуясь Законом РФ "О государственной тайне" подтверждает, что в представленных материалах не содержатся сведения, предусмотренные Перечнем сведений, отнесенных к государственной тайне, утвержденным Указом Президента РФ "Об утверждении Перечня сведений, отнесенных к государственной тайне" от 30.11.1995 № 1203 (с изменениями и дополнениями), а также Перечнем сведений, подлежащих засекречиванию, утвержденные приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 04.12.2023 г. № 31с и Инструкцией по обеспечению режима секретности в РФ № 3-1 от 05.01.2004.
3. На публикацию материала не следует получить разрешение Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и других организаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: В результате рассмотрения тезисов доклада Лелявского Г.Н., Зворыкина В.Д., Устиновского Н.Н., Шутова А.В. «Спектр регенеративного усиления электроразрядного KrF-лазера при инъекции узкополосного излучения, сформированного дисперсионными резонаторами с дифракционными решетками и эталонами Фабри-Перо», по существу их содержания, комиссия считает возможным их представление и опубликование в сборнике трудов «Зимней школы высоких плотностей энергии» (г. Снежинск, Челябинская обл., 25-27 февраля 2026), так как они не содержат сведений, составляющих государственную тайну.

Председатель комиссии № 1.2.2.

Член комиссии

Член комиссии


А.П. Кузнецов

С.В. Генисаретская

С.В. Ивлиев

Г.Н. ЛЕЛЯВСКИЙ, В.Д. ЗВОРЫКИН, Н.Н. УСТИНОВСКИЙ, А.В. ШУТОВ

Физический институт им. П. П. Лебедева Российской академии наук, Москва, Россия

Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия

СПЕКТР РЕГЕНЕРАТИВНОГО УСИЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО KrF-ЛАЗЕРА ПРИ ИНЖЕКЦИИ УЗКОПОЛОСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, СФОРМИРОВАННОГО ДИСПЕРСИОННЫМИ РЕЗОНАТОРАМИ С ДИФРАКЦИОННЫМИ РЕШЕТКАМИ И ЭТАЛОНАМИ ФАБРИ-ПЕРО

Измерены спектры регенеративного усиления электроразрядного KrF-лазера EMG 150 TMSO при инжекции в неустойчивый резонатор усилителя узкополосного излучения, сформированного генератором с дисперсионным резонатором с различными дифракционными решетками и комбинированным резонатором с решеткой и эталоном Фабри-Перо в качестве селектирующего элемента внутри резонатора, а также в качестве выходного отражателя резонатора. Рассмотрены возможности дальнейшего сужения ширины линии комбинированного резонатора при использовании эталона.

Узкополосное УФ излучение эксимерных лазеров востребовано, например, для фотолитографии, получения мощных лазерных импульсов с малой расходимостью и высоким качеством пучка за счет обращения волнового фронта (ОВФ) в процессах вынужденного рассеяния света и нелинейной компрессии импульсов в различных средах [1]. Для получения мощного излучения с заданными спектральными и пространственными характеристиками часто используют схему инжекционного управления: излучение задающего генератора с требуемыми параметрами инжектируется в резонатор регенеративного усилителя. При превышении мощности инжектируемого излучения над мощностью собственного спонтанного шума такой усилитель генерирует мощное излучение, обладающее спектральными характеристиками затравочного излучения [2].

Управление спектром излучения задающего генератора достигается при использовании специальных дисперсионных резонаторов, позволяющих получать узкую ширину линии, а также возможность плавной перестройки частоты генерации. Дисперсионными элементами в таких резонаторах могут выступать дифракционные решетки в автоколлимационной схеме с различными расширителями пучка и интерферометрические элементы. Использование дифракционной решетки (эшелетта), работающей в высоких порядках дифракции, в определенных условиях позволяет заметно сузить линию генерации [3]. Комбинация нескольких дисперсионных элементов повышает эффективность управления спектром генерации [3]. Эталон Фабри-Перо в качестве интерферометрического элемента-селектора позволяет значительно сузить спектр излучения вплоть до получения "одночастотной" генерации на одной продольной моде.

Данные эксперименты проводились на электроразрядном KrF-лазере EMG 150 TMSO (Lambda Physik), состоявшем из узкополосного генератора и регенеративного усилителя, генерировавшего импульсы с энергией 200 мДж и длительностью ~ 20 нс. Ширина спектра выходного излучения при использовании дисперсионного резонатора с голографической дифракционной решеткой (600 мм^{-1} , угол блеска $\alpha \approx 54^\circ$) в автоколлимационной схеме составляла $\sim 0.26 \text{ см}^{-1}$, а при замене голографической на нарезную решетку эшелетт (79 мм^{-1} , угол блеска $\alpha \approx 75^\circ$) спектр сужался в ~ 1.5 раза. При введении в резонатор с дифракционными решетками эталона с областью свободной дисперсии $\Delta\nu_{\text{fsr}} \approx 0.13 \text{ см}^{-1}$ и резкостью $F=9$ сужалась до $\sim 0.14 \text{ см}^{-1}$. При использовании эталона с $\Delta\nu_{\text{fsr}} \approx 0.13 \text{ см}^{-1}$ и $F=9$ или $F=21$ в качестве выходного резонансного отражателя (РО) измеренная ширина спектра выходного излучения также составила $\sim 0.14 \text{ см}^{-1}$. Измерения спектра производились с помощью интерферометра Фабри-Перо с $\Delta\nu_{\text{fsr}} \approx 1 \text{ см}^{-1}$, $F=37$.

Независимо от способа использования эталона Фабри-Перо наблюдалась заметная нестабильность спектра генерации лазера. Осуществлен режим работы РО, при котором его селектирующая способность определяется функцией пропускания эталона Фабри-Перо. При этом конструкция такого РО отличается перед традиционной относительной простотой [3].

Список литературы

1. Zvorykin, Vladimir D., et al. "Nonlinear Scattering of 248 nm Wavelength Light in High-Pressure SF6 and CH4 Gases for the Temporal Compression of a 20 ns KrF Laser Pulse." *Photonics*. Vol. 11. No. 1. MDPI, 2023.
2. Н. Г. Басов, А. Д. Вадковский, В. Д. Зворыкин, Г. Е. Метревели, А. Ф. Сучков, "Инжекционное управление параметрами излучения мощного KrF-лазера с электронно-пучковой накачкой", *Квантовая электроника*, 21:1 (1994), 15–18 [*Quantum Electron.*, 24:1 (1994), 13–16]
3. С. П. Анохов, Т. Я. Марусий, М. С. Соскин. *Перестраиваемые лазеры*. – Москва: Радио и связь, 1982

Л.С. (Лелявский Г.Н.)