

## ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата физико-математических наук Морозова Вячеслава Борисовича на диссертацию Овчаренко Бориса Дмитриевича «Управление излучением в гибридном лазерном источнике», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. «Лазерная физика»

Диссертация Овчаренко Бориса Дмитриевича посвящена развитию технологий усиления в твердотельных лазерных системах высокой пиковой мощности. Разработка и развитие такого класса источников обеспечивает возможность решения широкого круга задач в различных областях науки и техники: взаимодействие излучения с веществом, энергетика, обработка материалов, медицинские приложения и др. Построение лазерных систем с требуемыми параметрами выходного излучения и достаточно короткой, порядка единиц наносекунд, длительностью осуществляется по схеме «задающий генератор-усилитель». Квантроны с поперечной диодной накачкой выступают в качестве ключевых компонент лазерных усилительных схем. Существенными факторами, определяющими эффективность усиления и достижимые параметры выходного излучения в таких системах являются эффект насыщения в активной среде усилителей и влияние усиленного спонтанного излучения, возникающего при высоких мощностях накачки. Гибридные лазерные источники, задающий генератор и усилитель которых могут быть построены на различных типах активных сред, потенциально обеспечивает дополнительную гибкость при разработке лазерных систем, расширение возможностей по увеличению пиковой мощности выходного излучения и, соответственно, высокую эффективность применения. Управление излучением в таких системах является сложной и актуальной задачей лазерной физики и имеет важное значение для создания мощных лазерных комплексов и систем.

В данной работе разработан комплекс мер для повышения эффективности усиления лазерной системы за счет подавления усиленного спонтанного излучения в квантронах с импульсной поперечной диодной накачкой и активными элементами  $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$  диаметром до 10 мм путем оптимизации геометрических параметров диодной накачки за счет пространственного разнесения лазерных диодных решеток и создания прерывистой зоны накачки вдоль активного элемента. Данный подход обеспечивает увеличение эффективности усиления при малом уровне входного сигнала. А также продемонстрирована практическая возможность управления формой лазерных импульсов гибридного лазерного источника, состоящего из волоконного задающего генератора и твердотельного двухкаскадного усилителя на основе квантронов с импульсной поперечной диодной накачкой. На выходе гибридного лазерного источника реализованы импульсы лазерного излучения с длиной волны 1064 нм с формой

временного профиля, близкой к прямоугольной и ступенчатой, с общей длительностью одиночного импульса 20 нс и энергией до 1 Дж.

Можно выделить следующие области возможного применения полученных результатов:

- управляемый лазерный термоядерный синтез;
- обработка материалов;
- малоинвазивная хирургия;
- исследование процессов самофокусировки и фазовой модуляции в нелинейных оптических средах;
- облучение фотокатодов линейных ускорителей электронов для генерации электронных сгустков в результате фотоэффекта для генерации сверхширокополостного электромагнитного излучения.

Практическая значимость работы подтверждена 5 патентами РФ на изобретение и полезные модели.

Диссертация Овчаренко Б.Д. включает 112 страниц основного текста и состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы, содержащего 84 источника. Представленные материалы сопровождаются 48 рисунками и 6 таблицами.

*Во введении* раскрывается актуальность выбранной тематики, формулируются цель и задачи исследования. Здесь же представлены сведения, отражающие научную новизну и практическую значимость работы, перечислены выносимые на защиту положения, а также сведения об апробации результатов.

*В первой главе* рассматриваются и анализируются современные работы, посвященные высокочастотным источникам ультракоротких импульсов.

*Во второй главе диссертации* продемонстрированы результаты исследования влияния усиления спонтанного излучения на эффективность усиления в условиях слабого сигнала. Результатом исследования является разработка комплекса практических мер для повышения эффективности усиления в условиях слабого сигнала за счет существенного уменьшения и подавления влияния усиленного спонтанного излучения, которые заключались в оптимизации геометрических параметров диодной накачки за счет продольного пространственного разнесения лазерных диодных решеток и создания прерывистой зоны накачки вдоль активного элемента. Использование данного подхода позволило добиться кратного роста величины усиления квантрона в условиях слабого сигнала.

*Третья глава* посвящена исследованию возможности управления выходным излучением гибридного лазерного источника с высокой пиковой мощностью и разработке соответствующих практических мер. Результатом проведенных исследований является разработка подхода на основе алгоритма профилирования импульсов, который позволяет формировать излучение с временным профилем произвольной формы с высокой выходной энергией лазерного излучения (до 1 Дж) и амплитудными отклонениями от целевой формы огибающей в пределах 15%. Экспериментально продемонстрирована

возможность управления формой лазерного излучения с прямоугольным и ступенчатым профилями в созданном гибридном лазерном источнике с высоким уровнем выходной энергии 1 Дж при общей длительности импульсов 20 нс.

*В Заключении* перечисляются основные результаты работы.

Высокая степень достоверности научных результатов достигается за счет использования корректной методологии, включающей апробированные методики расчетов и современное программное обеспечение для математического моделирования. Экспериментальная часть исследования выполнена с применением высокоточного измерительного оборудования, что гарантирует качество эмпирических данных.

Выводы и научные положения, сформулированные в диссертации, являются хорошо обоснованными и логически вытекают из проведенного теоретического и экспериментального исследования. Рекомендации по практическому использованию разработанных лазерных систем основаны на детальном анализе их характеристик и соответствуют современным тенденциям в области фотоники и лазерной физики. Дополнительным аргументом в пользу обоснованности выводов является их успешная апробация, выраженная в 3 публикациях, которые включены в перечень рецензируемых научных изданий ВАК, SCOPUS и WoS, и 5 патентах РФ.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Представленная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК и является законченным научным исследованием. Общая оценка диссертации является, безусловно, положительной.

Несмотря на общую положительную оценку диссертации к работе имеется несколько **замечаний**:

1. Автор использует в работе термины «коэффициент усиления слабого сигнала», «усиление слабого сигнала активной среды», фактически понимая под этим отношение значений энергии (или мощности излучения на выходе и на входе усилительного квантрона (с.57)). В то время как указанный термин принято использовать, как правило, применительно к дифференциальному параметру активной среды - коэффициенту усиления слабого сигнала, с размерностью обратной длины, равному произведению сечения усиления на разность населенности в отсутствие излучения. В этой связи, при введении термина «коэффициент усиления слабого сигнала» как характеристики определенного усилителя или квантрона, то есть, интегральной характеристики, требуется конкретизировать, о каком параметре идет речь.
2. На с.28 насыщение усиления сопоставляется с «физическим пределом из-за концентрации ионов активатора и времени жизни на верхнем энергетическом уровне активной среды». Это сопоставление не вполне точно, поскольку эффект насыщения проявляется вне зависимости от концентрации активатора. Время жизни верхнего уровня влияет на

интенсивность насыщения в стационарном режиме. Для наносекундных усиливаемых импульсов, эффект определяется плотностью энергии насыщения, которая не зависит от времени жизни верхнего уровня.

3. На с.82 описывается результат расширения супергауссова пучка до диаметра 9 мм по основанию. Такая характеристика представляется не вполне определенной и требует дополнительного пояснения, например, указания ширины по уровню  $1/e^2$ .

Диссертация Овчаренко Бориса Дмитриевича на тему «Управление излучением в гибридном лазерном источнике» представляет собой завершённое научно-квалификационное исследование, выполненное на высоком уровне как с научной, так и с инженерной точек зрения. Работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, в соответствии с действующим Положением о присуждении учёных степеней, утверждённым Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года (в редакции от 16 октября 2024 года). Считаю, что Овчаренко Борис Дмитриевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

#### Согласие на обработку персональных данных

Я, Морозов Вячеслав Борисович, согласен на обработку, размещение и хранение моих персональных данных, связанную с деятельностью диссертационного совета 24.1.223.03

#### **Официальный оппонент:**

Морозов Вячеслав Борисович, кандидат физико-математических наук 01.04.03 «Радиофизика», доцент физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова  
119991, Москва, Ленинские горы, д. 1,  
тел: +7 985 921 5110; +7 985 939 1934  
e-mail: [morozov@phys.msu.ru](mailto:morozov@phys.msu.ru)

Доцент физического факультета  
МГУ имени М. В. Ломоносова,  
Кандидат физико-математических наук

Морозов В.Б.

«17» апреля 2026г.

И.о. декана физического факультета  
МГУ имени М.В.Ломоносова

Профессор

В.В.Белокуров

«17» апреля 2026г.