

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора физико-математических наук, Гарнова Сергея Владимировича на диссертацию **Есаулкова Михаила Николаевича** «**Роль проводимости и нелинейной поляризации среды в ориентации главной оси эллипса поляризации терагерцового излучения, образующегося при самовоздействии и взаимодействии фемтосекундных импульсов в газах и проводящих плёнках**», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Диссертация М.Н. Есаулкова «Роль проводимости и нелинейной поляризации среды в ориентации главной оси эллипса поляризации терагерцового излучения, образующегося при самовоздействии и взаимодействии фемтосекундных импульсов в газах и проводящих плёнках» посвящена исследованию процессов генерации импульсного терагерцового излучения в фемтосекундной лазерной плазме газов и в плёнках диоксида ванадия.

Одной из основных решаемых автором диссертации задач являлось выяснение роли и связи между различными механизмами генерации терагерцового излучения обусловленными свободными и связанными носителями заряда. Для этого был выбран и экспериментально реализован способ регистрации состояния поляризации генерируемого терагерцового излучения.

Особый интерес представляют проведенные в диссертации исследования лазерной генерации терагерцового излучения в тонких плёнках диоксида ванадия которые ранее, до работ автора, не изучались.

Диссертация М.Н. Есаулкова состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 181 ссылку, изложена на 147 страницах текста и содержит 52 рисунка и 2 таблицы.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы диссертации и научная новизна работы, проводится анализ литературы по генерации терагерцового излучения в плазме оптического пробоя газов.

Первая глава посвящена описанию теоретических моделей генерации терагерцового излучения в плазме оптического пробоя газов под действием фемтосекундных лазерных импульсов первой и второй гармоник титан-сапфирового лазера. Сделан акцент на зависимости поляризации терагерцового излучения обусловленного как нелинейным откликом связанных электронов, так и возникающими в среде фотоэлектронами.

Вторая глава содержит описание применяемых в работе экспериментальных методик. Для анализа состояния поляризации автором разработан и использован терагерцовый спектрометр, в котором можно управлять параметрами излучения первой и второй гармоник: энергией импульсов и их временной задержкой, а также поляризацией излучения. Для детектирования терагерцового излучения автором использован целый ряд методик, среди которых: электрооптическое детектирование в кристалле теллурида цинка; детектирование по генерации второй гармоники фемтосекундного импульса в присутствии терагерцового поля; автокорреляционное детектирование при помощи интерферометра Майкельсона.

Третья глава содержит основные результаты исследований поляризации и частотного спектра терагерцового излучения при его генерации в плазме

оптического пробоя газа. Рассматриваются получаемые в эксперименте состояния поляризации терагерцового излучения для различных комбинаций поляризаций импульсов первой и второй гармоники титан-сапфирового лазера. Продемонстрирована возможность управления поляризацией терагерцового излучения путем изменения временной задержки между импульсами первой и второй гармоники. Различными методиками детектирования исследуется ширина спектра терагерцового излучения. Продемонстрировано изменение состояния поляризации импульса второй гармоники в результате взаимодействия с излучением первой гармоники титан-сапфирового лазера.

В четвертой главе исследованы пространственные особенности терагерцового излучения. Обнаружено, что излучение имеет коническую структуру и выявлено распределение частот терагерцового излучения в пределах этого конуса. Предложено качественное объяснение данного явления как результат дифракции терагерцового излучения на плазменном образовании вблизи перетяжки лазерного пучка.

Пятая глава содержит результаты исследования установленного автором явления генерации терагерцового излучения в плёнках диоксида ванадия под действием фемтосекундных лазерных импульсов. Обоснован мотивированный выбор таких объектов исследования в терагерцовом диапазоне частот, обусловленный наличием фазового перехода пленок диоксида ванадия из непроводящего состояния в проводящее. Описан спектрометр, созданный для исследования генерации терагерцового излучения в плёнках VO_2 . Приведены поляризационные зависимости процесса генерации терагерцового излучения в плёнках диоксида ванадия в двух фазовых состояниях – диэлектрическом и проводящем. Сформулировано предположение о том, что генерация терагерцового излучения обусловлена возбуждением поверхностных токов на границах раздела VO_2 -подложка и VO_2 -воздух, а поляризация излучения определяется направлением этих токов и ориентацией кристаллической оси плёнки.

В заключении перечислены основные результаты диссертационной работы.

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений: в ней впервые проведено систематическое экспериментальное исследование особенностей поляризационных свойств терагерцового излучения генерируемого фемтосекундными лазерными импульсами в лазерной плазме воздуха и в тонких пленках оксида ванадия, что имеют важное значение для выяснения роли механизмов отвечающих за генерацию терагерцового излучения.

Новизна работы состоит, в частности, в том, что автором диссертации:

- получены новые экспериментальные данные о состоянии поляризации терагерцового излучения, возникающего при взаимодействии газов и плёнок диоксида ванадия с фемтосекундными лазерными импульсами;
- впервые зарегистрирован процесс лазерной генерации терагерцового излучения в тонких плёнках диоксида ванадия в двух фазовых состояниях – диэлектрическом и проводящем. При этом установлена определяющая роль носителей тока в процессе генерации терагерцового излучения фемтосекундными лазерными импульсами.

Достоверность и обоснованность результатов исследований подтверждается адекватностью выбранных экспериментальных методик, воспроизводимостью экспериментальных результатов и их соответствие расчётным данным.

Результаты работы опубликованы в ведущих российских и зарубежных рецензируемых научных журналах (из них в 8 изданиях из перечня ВАК) и неоднократно докладывались на российских и международных конференциях.

Практическая значимость результатов проведенных исследований состоит в том, что разработанные автором диссертации экспериментальные методики, могут найти применение в многочисленных научных и научно-образовательных организациях занимающихся фундаментальными и прикладными вопросами лазерной генерации терагерцового излучения.

Содержание автореферата соответствует содержанию текста диссертационной работы.

Замечания по диссертации.

Диссертация не лишена ряда недостатков.

1. В автореферате диссертации, в списке работ автора по теме диссертации, в большинстве ссылок указаны не все соавторы статей и тезисов, а вместо конкретных фамилий стоят лишь расширения: «et al.».

2. В тексте диссертации (стр.44-45) и автореферата (стр.11) при описании экспериментальной установки автор указывает на то, что длительность использованного в работе титан-сапфирового лазера составляла 120 фс на длине волны 800 нм, а на соответствующем рисунке (рис.2.1) он приводит уже другие значения: 150 фс и 797 нм. Такое, весьма вольное, обращение с численными данными характерно и в ряде других случаев. Например, в Положениях выносимых на защиту и Заключении диссертации автор неоднократно характеризует длительность используемых в работе лазерных импульсов следующими словами: «порядка 100 фс», а энергию импульсов: «порядка 0.5 мДж и 0.02 мДж». Следовало бы указывать не порядок величины приведенных значений, а погрешность их измерения, что и требуется для экспериментальной работы. Отсутствие в тексте диссертации погрешностей измеряемых величин, в том числе и погрешностей данных большинства приведенных поляризационных диаграмм исследуемого терагерцового излучения, является, на мой взгляд, существенным упущением автора.

3. В Выводах Главы 4 автор пишет: «Эффективность генерации терагерцового излучения, возникающего при взаимодействии фемтосекундного импульса титан-сапфирового лазера с эпитаксиальной пленкой диоксида ванадия, возрастает более чем на порядок при его переходе из изолирующего в проводящее состояние», а в Заключении диссертации он уже говорит о том, что «переход из изолирующего в металлическое состояние приводит к увеличению эффективности генерации до 30 раз». При этом это значение - до 30 раз, нигде в тексте диссертации аргументировано не обосновывается.

4. Диссертация не свободна от опечаток. Так, после Главы 4, в тексте приводится параграф 4.4 под названием: «Выводы по главе 5», а после Главы 5,

приводится параграф 5.4 под названием: «Выводы по главе 6», отсутствующей в диссертации!

Выводы по диссертации.

Представленная М.Н. Есаулковым к защите диссертация является законченной, выполненной на высоком научном уровне научно-квалификационной работой, в которой решена важная научная задача в области лазерной физики – выявлены принципиальные поляризационно-зависимые особенности процессов лазерной генерации терагерцового излучения в газах и пленках диоксида ванадия.

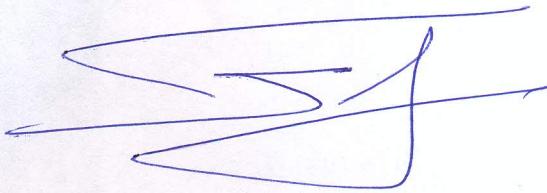
Перечисленные выше недостатки работы не носят принципиального характера и не снижают значимости проведенных автором исследований и полученных результатов.

Считаю, что диссертационная работа **«Роль проводимости и нелинейной поляризации среды в ориентации главной оси эллипса поляризации терагерцового излучения, образующегося при самовоздействии и взаимодействии фемтосекундных импульсов в газах и проводящих пленках»** удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9-11,13 «Положение о присуждении ученых степеней», Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.), а её автор - **Есаулков Михаил Николаевич** - заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

г.Москва, 03 января 2017 г.

Официальный оппонент
доктор физико-математических наук,
член-корреспондент РАН,
заведующий отделом Колебаний,
заместитель директора по научной
работе ФГБУН Института общей
физики им. А.М. Прохорова РАН
119991, Москва, ул. Вавилова, 38
тел. +7 985 9201429,
e-mail: garnov@kapella.gpi.ru

Гарнов Сергей Владимирович



Подпись С.В. Гарнова удостоверяю.
доктор физико-математических наук
Ученый секретарь
ФГБУН Института общей физики
им. А.М. Прохорова РАН

Андреев Степан Николаевич

