

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «НИЖЕГОРОДСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»

УДК 535

Госконтракт № 02.740.11.0563  
шифр заявки «2010-1.1-122-012-032»  
Инв. №

«Утверждаю»

Ректор ННГУ  
профессор

\_\_\_\_\_/Е.В. Чупрунов/  
« 10 » июня 2010 г.

ОТЧЕТ  
О ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

по теме:

**ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ В НЕОСВОЕННЫХ  
ЧАСТОТНЫХ ДИАПАЗОНАХ НА ОСНОВЕ НЕЛИНЕЙНО-  
ОПТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ**

**ПОИСК ПАТЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

в рамках первого этапа государственного контракта  
№ 02.740.11.0563 от 22 марта 2010 г.

Руководитель работ по Госконтракту  
Зав. кафедрой общей физики,  
д.ф.-м.н. профессор

\_\_\_\_\_/М.И.Бакунов

Нижний Новгород 2010

## **Список исполнителей**

### **Руководитель проекта:**

Зав. кафедрой общей физики  
д.ф.-м.н.

М.И. Бакунов

### **Исполнители:**

Доцент кафедры общей физики, к.ф.м.н.

С.Н. Жуков

Доцент кафедры общей физики, к. ф.-м. н.

С.Б. Бодров

Ассистент кафедры квантовой радиофизики, к.ф.-м.н.

В.В. Шарков

### **Нормоконтролер:**

Н.В.Шевченко

### **Соисполнители:**

Зав. лабораторией ИПФ РАН, д. ф.-м. н.

М.Ю. Рябикин

Аспирант ИПФ РАН

А.В. Коржиманов

УДК 347.771

Ключевые слова: патентные исследования, отчет, научно-исследовательская работа, конкурентоспособность, технический уровень, интеллектуальная собственность, патентная чистота, патентование

## Содержание

Общие данные об объекте исследования	4
Объект 1:	6
Результаты анализа патентной информации по объекту 1.	8
Заключение по объекту 1.	10
Объект 2:	11
Результаты анализа патентной информации по объекту 2.	13
Заключение по объекту 2.	15
Объект 3:	16
Результаты анализа патентной информации по объекту 3.	18
Заключение по объекту 3.	20
Объект 4:	21
Результаты анализа патентной информации по объекту 4.	22
Заключение по объекту 4.	23
Объект 5:	24
Результаты анализа патентной информации по объекту 5.	26
Заключение по объекту 5.	27
Объект 6:	28
Результаты анализа патентной информации по объекту 6.	30
Заключение по объекту 6.	32
Приложение А. Задание на проведение патентных исследований	33
Приложение Б. Регламент поиска	35
Приложение В. Отчет о поиске	40

## Общие данные об объектах исследования

Целью выполнения НИР «Генерация электромагнитных излучений в неосвоенных частотных диапазонах на основе нелинейно-оптических преобразований» является решение одной из наиболее «горячих» проблем современной прикладной физики – проблемы разработки эффективных методов генерации когерентного электромагнитного излучения в плохо освоенных частотных диапазонах – терагерцовом, вакуумном ультрафиолетовом (ВУФ) и мягком рентгеновском. Отсутствие в настоящее время эффективных и компактных (table-top) источников указанных излучений связано с неприменимостью к этим диапазонам традиционных методов генерации, применяемых в физической электронике и лазерной физике. Между тем, потребность в таких источниках становится все более острой в связи с перспективами широких практических приложений терагерцового, ВУФ и мягкого рентгеновского излучений для целей спектроскопии (полупроводниковых структур, химических соединений, биомолекул) и (био)сенсорики, томографии и интравидения (в частности, в медицине и системах безопасности), для управления электронными состояниями в квантовых ямах, контроля химических реакций и т.д. Особый интерес представляет генерация коротких импульсов излучений указанных диапазонов для исследования быстропротекающих процессов.

Работа по выполнению государственного контракта направлена на решение задачи о разработке способов генерации и источников электромагнитных излучений в неосвоенных частотных диапазонах и включает несколько объектов патентного поиска.

Объект 1. Нелинейно-оптические способы генерации перестраиваемого когерентного электромагнитного излучения терагерцового диапазона частот движущимися нелинейными источниками, создаваемыми в результате оптической ректификации ультракоротких лазерных импульсов в электрооптических средах, а также в слоистых структурах и наноструктурированных материалах с включениями таких сред

Объект 2. Способ получения когерентного вакуумного ультрафиолетового (ВУФ) и мягкого рентгеновского излучений с перестраиваемыми характеристиками на основе генерации высоких гармоник мощных фемтосекундных лазерных импульсов при их взаимодействии с газовыми средами.

Объект 3. Источник широкополосного терагерцового излучения на основе нелинейного преобразования мощных фемтосекундных лазерных импульсов в электрооптических средах, а также при оптическом пробое сплошных и нанодисперсных сред.

Объект 4. Способ генерации мягкого рентгеновского излучения в виде аттосекундных импульсов при взаимодействии сверхмощного лазерного излучения с поверхностью твердотельных мишеней.

Объект 5. Источник когерентного излучения вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского диапазонов на многозарядных ионах инертных газов при оптической накачке высокоинтенсивным излучением фемтосекундного лазера тераваттного уровня мощности.

Объект 6. ИК-излучатели диапазона длин волн 3 –5 микрон со средней мощностью 10 Вт и мощностью в импульсе до 50 кВт на основе параметрического генератора света

Настоящее патентное исследование направлено на определение технического уровня и патентной ситуации относительно объектов, исследуемых в рамках выполнения данного государственного контракта.

**Объект 1. Нелинейно-оптические способы генерации перестраиваемого когерентного электромагнитного излучения терагерцового диапазона частот движущимися нелинейными источниками, создаваемыми в результате оптической ректификации ультракоротких лазерных импульсов в электрооптических средах, а также в слоистых структурах и наноструктурированных материалах с включениями таких сред**

Объектом исследования являются нелинейно-оптические способы генерации перестраиваемого когерентного электромагнитного излучения терагерцового диапазона частот движущимися нелинейными источниками, создаваемыми в результате оптической ректификации ультракоротких лазерных импульсов в электрооптических средах, а также в слоистых структурах и наноструктурированных материалах с включениями таких сред.

Терагерцовым диапазоном, расположенным между инфракрасным и микроволновым диапазонами, принято называть область частот от 0.3 ТГц до 10 ТГц, что соответствует длине волны от 1 мм до 10 мкм. В этом частотном диапазоне трудно применимы хорошо разработанные за последние полвека физические принципы генерации оптического и СВЧ излучений. Поэтому разработка эффективных методов генерации когерентного терагерцового (ТГц) излучения является одной из наиболее сложных проблем освоения терагерцового диапазона.

В последнее десятилетие в результате развития фемтосекундной лазерной техники произошел существенный прогресс в области создания компактных (table-top) терагерцовых источников. Распространенным подходом генерации ТГц излучения стало воздействие фемтосекундными лазерными импульсами на фотопроводящие антенны, электрооптические (LiNbO<sub>3</sub>, GaAs, ZnTe, GaP и др.) и газовые (например, воздух) среды. При воздействии на такие среды фемтосекундными лазерными импульсами в веществе могут наводиться ток или нелинейная поляризация с характерной длительностью порядка периода терагерцового поля (~ 1 пс). Такой ток (поляризация) является эффективным источником терагерцового излучения. При этом генерируемое ТГц поле обладает короткой длительностью (порядка одного периода) и широким спектром. Недостатком данного метода является типичная малая эффективность преобразования энергии лазерного излучения в терагерцовое - порядка 0.001-0.01 % [T. Löffler et al., Opt. Express 13, 5353 (2005)]. Рекордное значение эффективности, достигнутое на настоящее время, составляет порядка 0.1% [S.V. Bodrov et al., Opt. Express 17, 1871 (2009), A.G. Stepanov et al., Opt. Lett. 33, 2497 (2008)]. В связи с этим, остается актуальной задача

разработки новых, более эффективных методов конверсии фемтосекундных лазерных импульсов в терагерцовое излучение.

На основе развитой в ходе выполнения контракта теории будут разработаны следующие новые перспективные схемы оптико-терагерцовой конверсии и реализована их экспериментальная проверка:

- генерация широкополосного терагерцового излучения источником на основе сэндвич-структуры с сердцевинной из электрооптического материала, накачиваемой фемтосекундными лазерными импульсами;

- нелинейно-оптическое возбуждение терагерцовых поверхностных плазмонов на микроструктурированной поверхности металла фемтосекундными лазерными импульсами.

- генерация широкополосного терагерцового излучения в электрооптических кристаллах лазерными импульсами с наклонным фронтом интенсивности.

Будут исследованы возможности применения разработанных методов генерации для целей терагерцовой спектроскопии и терагерцового имиджинга.

Актуальность создания эффективных ТГц источников обусловлена широким применением терагерцового излучения. Терагерцовое излучение используется для спектроскопии органических молекул и полупроводниковых материалов [Smye S.W. et al, Phys. Med. Biol. **46**, R101 (2001), Huber R. et al., Nature **414**, 286 (2001)], манипуляции квантовыми состояниями в полупроводниках. Большие перспективы связывают и использованием терагерцового излучения в системах безопасности на основе терагерцового видения, детектирования вредных химических веществ, и др.

Настоящее патентное исследование направлено на определение технического уровня и патентной ситуации относительно объектов, исследуемых в рамках выполнения данного государственного контракта.

## Результаты анализа поиска патентной информации по объекту 1

Патентный поиск проводился по ключевым словам и рубрикам МПК по странам: Россия, США, Япония, Китай, странам Европейского Сообщества, в том числе Германии, Великобритании, Франции.

При проведении патентного поиска использовались web-сайты патентных ведомств стран поиска, Всемирной Организации Интеллектуальной Собственности (WIPO), а также патентный фонд Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам РФ.

Просмотрено всего более 200 патентных документов, детально проанализировано 11 патентных документов.

В результате проведенного исследования патентной ситуации по объекту «Нелинейно-оптические способы генерации перестраиваемого когерентного электромагнитного излучения терагерцового диапазона частот движущимися нелинейными источниками, создаваемыми в результате оптической ректификации ультракоротких лазерных импульсов в электрооптических средах, а также в слоистых структурах и наноструктурированных материалах с включениями таких сред» установлено:

1. По данной тематике и схожими с ней подано и/или опубликовано достаточно небольшое количество заявок. В тоже время существует огромное количество научных статей по данной тематике, что говорит о преимущественно фундаментальном направлении исследований в этом направлении.

2. Патентообладателями большинства имеющихся патентов по данной тематике являются организации или отдельные граждане в России, Германии, Китае, США и Японии.

3. Основные научные исследования, проводимые в рамках данного Госконтракта, направлены на разработку новых высокоэффективных методов генерации терагерцового, среднего ИК, ВУФ и мягкого рентгеновского излучений на основе нелинейного преобразования мощных ультракоротких лазерных импульсов при их взаимодействии с электрооптическими кристаллами, газовыми и плазменными средами.

4. Результаты проведенного поиска по первому объекту патентного поиска свидетельствуют о наличии нескольких основных способов генерации терагерцового излучения на основе нелинейно-оптического преобразования фемтосекундных лазерных импульсов.

К первой группе относятся работы (WO2009114125 (A2), US5543960 (A), US2010135337 (A1), WO2010015443 (A1), US7054339 (B1)), основанные на использовании нелинейно-оптических преобразований - генерации разностной частоты двух



монохроматических оптических волн или нелинейно-оптического выпрямления фемтосекундных лазерных импульсов - в объеме электрооптических кристаллов. В отличие от этих работ в рамках Госконтракта предполагается разработать эффективный оптико-терагерцовый преобразователь, основанный на нелинейно-оптическом выпрямлении фемтосекундных лазерных импульсов в волноводной сэндвич-структуре с сердцевиной из электрооптического материала. Применение такой структуры позволит подавить дифракционное расплывание лазерного импульса накачки и, тем самым, увеличить эффективность оптико-терагерцового преобразования.

Вторая группа работ (EP2175308 (A1), US2010054296 (A1)) основана на использовании оптико-терагерцового преобразования в планарных волноводных структурах. При этом оптическая волноводная мода трансформируется в волноводную же терагерцовую моду. В отличие от этих работ в разрабатываемой в рамках Госконтракта волноводной сэндвич-структуре генерируется объемное терагерцовое излучение, которое выводится через боковую стенку волновода с помощью специальной кремниевой призмы. Использование такой схемы позволяет существенно снизить поглощение генерируемого терагерцового излучения в электрооптической сердцевине структуры и, тем самым, повысить эффективность генерации.

В работе CN1747260 (A) для преобразования лазерного излучения в терагерцовое используется аperiодическая структура из ниобата лития, обеспечивающая выполнение условия квазисинхронизма между оптической и терагерцовой волнами. Использование такой структуры, однако, позволяет увеличить генерируемую терагерцовую энергию лишь за счет увеличения длительности терагерцового волнового пакета, а не за счет увеличения пиковой терагерцовой мощности.

В работах RU 2381603, RU 2344528 предлагаются способы генерации терагерцового излучения, не связанные с нелинейно-оптическим преобразованием лазерных импульсов, а основанные на использовании электронных пучков и магнитных явлений.

Совершенно неохваченными являются вопросы генерации оптическими импульсами терагерцовых поверхностных плазмонов.

Большое количество работ по указанным тематикам (в первую очередь научных статей в ведущих научных журналах, таких как, Physical Review B, IEEE Journal of Quantum Electronics, Physical Review Letters, Applied Physics B, Applied Physics Letters, Optical Express, Applied Optics, Journal of Applied Physics, а также опубликованных патентов) свидетельствует, как о понимании важности указанных проблем мировым сообществом, так и о чрезвычайной актуальности работ, выполняемых по данному государственному контракту.

## **Заключение по объекту 1**

На данном этапе исследований проведен поиск патентных документов с целью определения технического уровня и патентной ситуации относительно исследуемого в рамках выполнения данного Госконтракта объекта «Нелинейно-оптические способы генерации перестраиваемого когерентного электромагнитного излучения терагерцового диапазона частот движущимися нелинейными источниками, создаваемыми в результате оптической ректификации ультракоротких лазерных импульсов в электрооптических средах, а также в слоистых структурах и наноструктурированных материалах с включениями таких сред». Для последующего анализа отобрано и проанализировано 11 патентных документов. Определены наиболее близкие аналоги к тематике данного Госконтракта.

Анализ технических решений близких к теме НИР показал, что способ получения когерентного электромагнитного излучения терагерцового диапазона частот движущимися нелинейными источниками, создаваемыми в результате оптической ректификации ультракоротких лазерных импульсов в электрооптических средах, а также в слоистых структурах и наноструктурированных материалах с включениями таких сред, является патентоспособным

**Объект 2. Способ получения когерентного вакуумного ультрафиолетового (ВУФ) и мягкого рентгеновского излучений с перестраиваемыми характеристиками на основе генерации высоких гармоник мощных фемтосекундных лазерных импульсов при их взаимодействии с газовыми средами.**

Объектом исследования является способ получения когерентного вакуумного ультрафиолетового (ВУФ) и мягкого рентгеновского излучений с перестраиваемыми характеристиками на основе генерации высоких гармоник мощных фемтосекундных лазерных импульсов при их взаимодействии с газовыми средами.

Одной из задач НИР является разработка новых высокоэффективных методов получения когерентного вакуумного ультрафиолетового (ВУФ) и мягкого рентгеновского излучений с перестраиваемыми характеристиками на основе генерации высоких гармоник мощных фемтосекундных лазерных импульсов при их взаимодействии с газовыми средами. Значительное внимание будет уделено проблеме генерации импульсов длительностью порядка или менее 100 аттосекунд.

Интерес к созданию короткоимпульсных источников когерентного излучения с перестраиваемыми характеристиками в ВУФ и мягком рентгеновском диапазонах обусловлен перспективами их использования для спектроскопических и других приложений, требующих высокого временного разрешения. Перестраиваемые источники фемтосекундных импульсов излучения этих диапазонов в последнее время находят применения для наноскопии, сверхбыстрой рентгеновской дифракции, рентгеновской флуоресцентной и абсорбционной спектроскопии, адаптивного контроля химических реакций и других приложений. Получение еще более коротких импульсов – длительностью порядка или менее 100 аттосекунд – позволит осуществлять прямые экспериментальные наблюдения и управление внутренними процессами в веществе на временных масштабах, сравнимых с характерным временем движения электронов в атомах (одна атомная единица времени составляет около 24 аттосекунд). В частности, воздействие аттосекундных импульсов на конденсированные среды позволит исследовать в реальном времени динамику электронных процессов на поверхности и в объеме твердых тел. Такого рода исследования перспективны для дальнейшего развития таких технологий, как полупроводниковая электроника, спинтроника, наноплазмоника, хранение информации и мн. др.

Минимальные длительности импульсов, полученных в недавних экспериментах, составляют от 90 до 250 ас, а максимальный коэффициент преобразования в ВУФ диапазон

составляет величину порядка  $10^{-5}$ . Актуальными задачами являются исследование путей получения еще более коротких импульсов и поиск условий для более эффективной трансформации энергии фемтосекундных лазерных импульсов в ВУФ и мягкое рентгеновское излучение аттосекундного диапазона длительностей.

Созданные к настоящему времени лабораторные макеты источников аттосекундных рентгеновских импульсов основаны на использовании эффекта генерации высоких гармоник интенсивного линейно поляризованного оптического излучения в газах. В основе этого эффекта лежит синхронизованное лазерным полем излучение электронов, отрываемых от атомов, ускоряемых оптическим полем и соударяющихся вновь с родительскими ионами. Основным используемым механизмом испускания высокоэнергичных фотонов при этом является электрон-ионная рекомбинация. Фундаментальные ограничения на эффективность этого механизма генерации аттосекундных импульсов связаны с расплыванием электронного волнового пакета при свободном движении и с вызванной ионизацией атомов истощением рабочего вещества.

Целью проведения исследований является детальное изучение механизмов, обеспечивающих более высокую эффективность генерации импульсов ВУФ и мягкого рентгеновского излучения и меньшую их длительность, и исследование возможностей перестройки несущей частоты аттосекундных импульсов и управления состоянием поляризации генерируемого излучения.

## Результаты анализа патентной информации по объекту 2

Патентный поиск проводился по ключевым словам и рубрикам МПК по странам: США, Россия, Япония, Китай, Европейское Сообщество.

При проведении патентного поиска использовались Web-сайты стран поиска и патентный фонд Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Просмотрено всего 127 патентных документов, отобрано для анализа 3 патентных документа.

В результате проведенного исследования патентной ситуации по объекту «Способ получения когерентного вакуумного ультрафиолетового (ВУФ) и мягкого рентгеновского излучений с перестраиваемыми характеристиками на основе генерации высоких гармоник мощных фемтосекундных лазерных импульсов при их взаимодействии с газовыми средами» установлено:

1. По данной тематике и схожим с ней подано и/или опубликовано довольно небольшое количество заявок. В то же время существует большое количество научных статей по данной тематике, что говорит о преимущественно фундаментальном направлении исследований по тематике НИР.

2. Патентообладателями большинства имеющихся патентов по данной тематике являются организации в Германии и США.

3. Наиболее близким аналогом к разрабатываемому объекту с точки зрения эффективности генерации высоких гармоник и достижимых длин волн генерируемого излучения являются метод и источник излучения, разработанные в Обществе Макса Планка (Германия) – патент US 7672342. Данный аналог позволяет за счет генерации высоких гармоник лазерного излучения в нелинейной среде (атомы инертных газов) получать когерентное излучение в диапазоне длин волн от 200 до 50 нм (т.е. в ВУФ диапазоне), с перспективой уменьшения длины волны до 10 нм. Рекомбинационный механизм генерации высоких гармоник, используемый как в данном, так и в других аналогах, не позволяет, увеличивая интенсивность лазерной накачки, осуществлять генерацию гармоник с еще меньшей длиной волны. Резкое снижение эффективности генерации высоких гармоник при увеличении интенсивности лазерного излучения до  $10^{15}$  Вт/см<sup>2</sup> объясняется истощением рабочего вещества из-за ионизации атомов. Это, в свою очередь, не позволяет осуществлять генерацию излучения мягкого рентгеновского диапазона в среде из нейтральных атомов и затрудняет получение импульсов длительностью менее 100 аттосекунд.

До сих пор не создано методик и устройств, позволяющих осуществлять плавную перестройку несущей частоты генерируемых импульсов когерентного электромагнитного излучения в диапазоне длин волн от сотен до единиц нанометров без значительного снижения эффективности преобразования частот. Отсутствуют также аналоги, позволяющие получать импульсы длительностью менее 100 аттосекунд. Не существует также методик управления состоянием поляризации генерируемых высоких гармоник.

Исследования в рамках данной НИР направлены на исследование механизмов генерации высоких гармоник, альтернативных используемым в аналогах.

## **Заключение по объекту 2**

На первом этапе НИР проведен поиск патентных документов с целью исследования патентоспособности результатов по объекту «Способ получения когерентного вакуумного ультрафиолетового (ВУФ) и мягкого рентгеновского излучений с перестраиваемыми характеристиками на основе генерации высоких гармоник мощных фемтосекундных лазерных импульсов при их взаимодействии с газовыми средами», которые планируется получить в ходе выполнения данной НИР по теме «Генерация электромагнитных излучений в неосвоенных частотных диапазонах на основе нелинейно-оптических преобразований». Для последующего анализа отобрано 3 патентных документа. Определен аналог, близкий к теме НИР: патент США US 7672342 «Method and radiation source for generating pulsed coherent radiation», который выбран в качестве ближайшего аналога.

Анализ технических решений, близких к объекту исследования, показал, что способ получения когерентного вакуумного ультрафиолетового (ВУФ) и мягкого рентгеновского излучений с перестраиваемыми характеристиками на основе генерации высоких гармоник мощных фемтосекундных лазерных импульсов при их взаимодействии с газовыми средами, который предполагается разработать в ходе выполнения данной НИР, является патентоспособным, но может охраняться в режиме коммерческой тайны.

### **Объект 3. Источник широкополосного терагерцового излучения на основе нелинейного преобразования мощных фемтосекундных лазерных импульсов в электрооптических средах, а также при оптическом пробое сплошных и нанодисперсных сред**

Объектом исследования является высокоэффективный источник широкополосного терагерцового излучения на основе нелинейного преобразования мощных фемтосекундных лазерных импульсов в электрооптических средах, а также при оптическом пробое сплошных и нанодисперсных сред.

Терагерцовым диапазоном, расположенным между инфракрасным и микроволновым диапазонами, принято называть область частот от 0.3 ТГц до 10 ТГц, что соответствует длине волны от 1 мм до 10 мкм. В этом частотном диапазоне трудно применимы хорошо разработанные за последние полвека физические принципы генерации оптического и СВЧ излучений. Поэтому разработка эффективных методов генерации когерентного терагерцового (ТГц) излучения является одной из наиболее сложных проблем освоения терагерцового диапазона.

В последнее десятилетие в результате развития фемтосекундной лазерной техники произошел существенный прогресс в области создания компактных (table-top) терагерцовых источников. Распространенным подходом генерации ТГц излучения стало воздействие фемтосекундными лазерными импульсами на фотопроводящие антенны, электрооптические ( $\text{LiNbO}_3$ , GaAs, ZnTe, GaP и др.) и газовые (например, воздух) среды. При воздействии на такие среды фемтосекундными лазерными импульсами в веществе могут наводиться ток или нелинейная поляризация с характерной длительностью порядка периода терагерцового поля ( $\sim 1$  пс). Такой ток (поляризация) является эффективным источником терагерцового излучения. При этом генерируемое ТГц поле обладает короткой длительностью (порядка одного периода) и широким спектром. Недостатком данного метода является типичная малая эффективность преобразования энергии лазерного излучения в терагерцовое - порядка 0.001-0.01 % [T. Löffler et al., Opt. Express 13, 5353 (2005)]. Рекордное значение эффективности, достигнутое на настоящее время, составляет порядка 0.1% [S.V. Vodrov et al., Opt. Express 17, 1871 (2009), A.G. Stepanov et al., Opt. Lett. 33, 2497 (2008)]. В связи с этим, остается актуальной задача разработки новых, более эффективных методов конверсии фемтосекундных лазерных импульсов в терагерцовое излучение.

В данной НИР планируется разработать высокоэффективные схемы генерации терагерцового излучения (с эффективностью порядка 1%). В основе одного из направлений



создания таких источников лежит метод оптического выпрямления лазерных импульсов в электрооптических средах (источником ТГц излучения является нелинейная поляризация). Путем теоретического и экспериментального исследований планируется подобрать электрооптические среды и оптимизировать параметры лазерного импульса в наиболее перспективных схемах генерации, основанных на использовании лазерных импульсов с наклоненным (скошенным) фронтом интенсивности, а также в сэндвич-структуре с сердцевинной из электрооптического материала и кремниевой оболочкой. В основе второго направления лежит метод возбуждения поляризационных токов при ионизации газов короткими лазерными импульсами (в том числе с длительностью, порядка несколько периодов поля), а также метод возбуждения и последующего переизлучения собственных дипольных колебаний атомного кластера, ионизируемого лазерными импульсами высокой интенсивности.

Актуальность создания эффективных ТГц источников обусловлена широким применением терагерцового излучения. Терагерцовое излучение используется для спектроскопии органических молекул и полупроводниковых материалов [Smye S.W. et al, Phys. Med. Biol. **46**, R101 (2001), Huber R. et al., Nature **414**, 286 (2001)], манипуляции квантовыми состояниями в полупроводниках. Большие перспективы связывают и использованием терагерцового излучения в системах безопасности на основе терагерцового видения, детектирования вредных химических веществ, и др.

### Результаты анализа патентной информации по объекту 3

Патентный поиск проводился по ключевым словам и рубрикам МПК по странам: США, Россия, Япония, Китай, Европейское Сообщество.

При проведении патентного поиска использовались Web-сайты стран поиска и патентный фонд Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Просмотрено всего 218 патентных документов, отобрано для анализа 9 патентных документа.

В результате проведенного исследования патентной ситуации по объекту «Источник широкополосного терагерцового излучения на основе нелинейного преобразования мощных фемтосекундных лазерных импульсов в электрооптических средах, а также при оптическом пробое сплошных и нанодисперсных сред» установлено:

1. Большинство заявок подано и/или опубликовано с 2000 года по настоящее время, что указывает на активность деятельности исследователей в этом направлении.

2. Наиболее близкими к объекту исследования являются технические решения, предложенные в патентах США № 7272158 и №. 7595491. В патенте США № 7272158 предлагается генерировать терагерцовое излучение за счет синхронизованного излучения нелинейной поляризацией, наводимой фемтосекундными лазерными импульсами при распространении в диэлектрическом волноводе. Условие фазового синхронизма - равенство групповой скорости оптического импульса и фазовой скорости терагерцового излучения – предлагается достигать за счет волноводной дисперсии в терагерцовом диапазоне длин волн путем подбора поперечного размера волновода.

В данной НИР, в одной из исследуемых схем также предлагается использовать диэлектрический волновод для генерации терагерцового излучения, однако такой волновод необходим только для направленного распространения лазерной накачки. Предлагаемый для исследования в НИР механизм генерации – черенковское излучение нелинейной поляризации. В отличие от коллинеарного фазового синхронизма, на основе которого разработан патент 7,272,158, при черенковском излучение терагерцовые волны возбуждают под некоторым углом, т.е. высвечиваются из диэлектрического волновода. Это позволяет избежать типично большого поглощения терагерцового излучения в объеме волновода, тем самым повысить эффективность оптико-терагерцовой конверсии.

В патенте США № 7595491 предлагается генерировать терагерцовое излучение путем оптического пробоя газа (воздуха). Особенность схемы состоит в использовании двух фемтосекундных лазерных импульсов с длительностью порядка 100 фс. Первый импульс –

создает лазерную плазму, второй импульс – фокусируется в заранее созданную плазму с некоторой временной задержкой. Как показали исследования, в данной схеме при определенной временной задержки удавалось добиться большей эффективности конверсии, чем при использовании одного лазерного импульса.

В данной НИР также предлагается использовать лазерный пробой газа для генерации терагерцового излучения, но при этом качестве накачки использовать лазерные импульсы сверхкороткой длительности, порядка несколько периодов поля. Как показывают предварительные расчеты, при использовании такой короткоимпульсной накачки возможно достижение эффективности опти-терагерцовой конверсии до нескольких процентов.

### **Заключение по объекту 3**

На первом этапе НИР проведен поиск патентных документов с целью исследования патентоспособности результатов по объекту «Источник широкополосного терагерцового излучения на основе нелинейного преобразования мощных фемтосекундных лазерных импульсов в электрооптических средах, а также при оптическом пробое сплошных и нанодисперсных сред», которые планируется получить в ходе выполнения данной НИР. Для последующего анализа отобрано 9 патентных документов. Определены аналоги, близкие к теме НИР: патент США № 7272158 и патент США №. 7595491.

Анализ технических решений близких к объекту исследования показал, что источник широкополосного терагерцового излучения на основе нелинейного преобразования мощных фемтосекундных лазерных импульсов в электрооптических средах, а также при оптическом пробое сплошных и нанодисперсных сред, который предполагается разработать в ходе выполнения НИР, является патентоспособным, но может охраняться в режиме коммерческой тайны.

#### **Объект 4. Способ генерации мягкого рентгеновского излучения в виде аттосекундных импульсов при взаимодействии сверхмощного лазерного излучения с поверхностью твердотельных мишеней.**

Объектом исследования является способ генерации мягкого рентгеновского излучения в виде аттосекундных импульсов при взаимодействии сверхмощного лазерного излучения с поверхностью твердотельных мишеней.

Взаимодействие лазерного излучения с поверхностью твердотельных мишеней является одним из наиболее перспективных источников мягкого рентгеновского излучения, рассматриваемых в настоящее время. Его отличают высокая яркость и высокий коэффициент преобразования энергии лазерного излучения в высокие гармоники. Полученное такими методами излучение может быть использована для таких важных приложений как диагностика фемтосекундных процессов взаимодействия лазерного излучения с веществом, изучение физических свойств плотной плазмы в лабораторных условиях, исследование высокоэнергетических электронных пучков и мегагауссных магнитных полей и др.

В настоящее время механизмы генерации мягкого рентгеновского излучения при взаимодействии лазерного излучения с твердотельными мишенями находятся в стадии активного теоретического и экспериментального исследования. Предложен ряд схем, реализующих эффективную генерацию, часть из которых реализована в экспериментах. В наиболее удачных из них получено излучение с длиной волны вплоть до 0,3 нм.

## Результаты анализа патентной информации по объекту 4

Патентный поиск проводился по ключевым словам и рубрикам МПК по странам: США, Россия, Япония, Китай, Европейское Сообщество.

При проведении патентного поиска использовались Web-сайты стран поиска и патентный фонд Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Просмотрено всего 206 патентных документов, отобрано для анализа 3 патентных документа.

В результате проведенного исследования патентной ситуации по объекту «Способ генерации мягкого рентгеновского излучения в виде аттосекундных импульсов при взаимодействии сверхмощного лазерного излучения с поверхностью твердотельных мишеней» установлено:

1. В мире ведутся активные исследования в данной области.
2. Большинство заявок подано и/или опубликовано с 1977 года по настоящее время, что указывает на активность деятельности исследователей в этом направлении.

3. Наиболее близким аналогом к теме работы является патент США № 5151928 “Method and apparatus for generating X rays”. Технология генерации мягкого рентгеновского излучения, описанная в патенте США № 5518759, заключается в том, что лазерное излучение посылается на поверхность металлической фольги, находящейся в вакуумной камере. На поверхности мишени возникает плазма, которая генерирует рентгеновское излучение. Для дальнейшего удержания плазмы к поверхности металла подводят вторую фольгу из материала, прозрачного для рентгена. Разрабатываемая в ходе выполнения данной НИР схема генерации позволит повысить эффективность генерации рентгеновского излучения по сравнению с приведённой в аналоге за счёт использования новых механизмов генерации, начинающих играть роль только для достаточно больших интенсивностей излучения.

## **Заключение по объекту 4**

На первом этапе НИР проведен поиск патентных документов с целью исследования патентоспособности результатов по объекту «Способ генерации мягкого рентгеновского излучения в виде аттосекундных импульсов при взаимодействии сверхмощного лазерного излучения с поверхностью твердотельных мишеней», которые планируется получить в ходе выполнения данной НИР. Для последующего анализа отобрано 3 патентных документа. Определен аналог, близкий к теме НИР: пат. США № 5151928 “Method and apparatus for generating X rays”, который выбран в качестве ближайшего аналога.

Анализ технических решений близких к объекту исследования показал, что способ генерации мягкого рентгеновского излучения в виде аттосекундных импульсов при взаимодействии сверхмощного лазерного излучения с поверхностью твердотельных мишеней, который предполагается разработать в ходе выполнения НИР, является патентоспособным, но может охраняться в режиме коммерческой тайны.

## **Объект 5. Источник когерентного излучения вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского диапазонов на многозарядных ионах инертных газов при оптической накачке высокоинтенсивным излучением фемтосекундного лазера тераваттного уровня мощности.**

Объектом исследования является источник когерентного излучения вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского диапазонов на многозарядных ионах инертных газов при оптической накачке высокоинтенсивным излучением фемтосекундного лазера тераваттного уровня мощности.

В 1995 году Lemoff et al. (PRL, 74, 1574) впервые продемонстрировали возможность генерации когерентного излучения мягкого рентгеновского диапазона на переходах Pd-подобного иона Xe (Xe IX) при фокусировке фемтосекундного лазерного излучения в кювету, заполненную газом. В работе S. Sebban et al., PRL, 86, 3004, (2001) было достигнуто насыщение усиления на длине волны 41,8 нм в Xe IX. В последующем было сделано несколько попыток увеличить длину активной среды. В работе D.J. Spence et al., JOSA B, 20, 138, (2003) для этой цели использовался капилляр, заполненный водородом, в котором при помощи дополнительного разряда создавалась плазма. Самосогласованный параболический профиль плазмы придавал структуре волноведущие свойства. Ксенон добавлялся в водород, и при его последовательной ионизации и возбуждении ионов электронным ударом создавались условия для генерации рентгеновского излучения. В работах T. Mocek et al., Phys. Rev. A 71, 013804, (2005) и B. Cros et al., Phys. Rev. A 73, 033801, (2006) для каналирования излучения накачки использовался диэлектрический капилляр, заполненный ксеноном, причем оптическое излучение распространялось в капилляре в многомодовом режиме.

Использование излучения указанных диапазонов сдерживается необходимостью применения фемтосекундных лазеров с большой энергией в импульсе. При этом основным сдерживающим фактором является небольшой размер области с высокой интенсивностью оптической накачки, необходимой для создания лазерной среды.

В данной НИР планируется путем тщательного согласования размеров сфокусированного лазерного пучка и диаметра капилляра обеспечить одномодовое распространение интенсивного фемтосекундного лазерного излучения в капилляре, что позволит резко повысить эффективность прохождения излучения через капилляр и создаст однородную вдоль оси распространения область с высокой интенсивностью накачки. В результате будет обеспечена эффективная генерация когерентного рентгеновского излучения



при весьма умеренной энергии оптической накачки. Предполагается исследовать генерацию в ряде инертных газов (Xe, Ar), многозарядные ионы которых (Xe IX, Ar IX) имеют переходы в диапазоне 30-50 нм.

## Результаты анализа патентной информации по объекту 5

Патентный поиск проводился по ключевым словам и рубрикам МПК по странам: США, Россия, Япония, Китай, Европейское Сообщество.

При проведении патентного поиска использовались Web-сайты стран поиска и патентный фонд Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Просмотрено порядка 200 патентных документов, отобрано для анализа 5 патентных документов.

В результате проведенного исследования патентной ситуации по объекту «Источник когерентного излучения вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского диапазонов на многозарядных ионах инертных газов при оптической накачке высокоинтенсивным излучением фемтосекундного лазера тераваттного уровня мощности» установлено:

1. В мире ведутся активные исследования в данной области, особенно в США.
2. Большинство заявок подано и/или опубликовано с 2003 года по настоящее время, что указывает на активность деятельности исследователей в этом направлении.
3. Наиболее близким аналогом к теме работы является патент США № 7598509. В данном патенте предлагается генерировать излучение в диапазоне жесткого ультрафиолета путем фокусировки излучения мощного CO<sub>2</sub> лазера в камеру с газовой плазмой. Разработана система фокусирующих и управляющий зеркал для оптимальной фокусировки лазерного излучения в плазму.

Для генерации жесткого ультрафиолета в данной НИР предлагается использовать в качестве накачки излучение фемтосекундного Ti:Sapphire лазера. Для увеличения области взаимодействия лазерного излучения с плазмой и тем самым для увеличения эффективности генерации ультрафиолетового излучения предлагается использовать газонаполненный капилляр.

## **Заключение по объекту 5**

На первом этапе НИР проведен поиск патентных документов с целью исследования патентоспособности результатов по объекту «Источник когерентного излучения вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского диапазонов на многозарядных ионах инертных газов при оптической накачке высокоинтенсивным излучением фемтосекундного лазера тераваттного уровня мощности», которые планируется получить в ходе выполнения данной НИР. Для последующего анализа отобрано 5 патентных документов. Определен аналог, близкий к теме НИР: пат. США № 7598509 “Laser produced plasma EUV light source”, который выбран в качестве ближайшего аналога.

Анализ технических решений близких к объекту исследования показал, что источник когерентного излучения вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского диапазонов на многозарядных ионах инертных газов при оптической накачке высокоинтенсивным излучением фемтосекундного лазера тераваттного уровня мощности, который предполагается разработать в ходе выполнения данной НИР, является патентоспособным, но может охраняться в режиме коммерческой тайны.

## **Объект 6. ИК-излучатели диапазона длин волн 3 –5 микрон со средней мощностью 10 Вт и мощностью в импульсе до 50 кВт на основе параметрического генератора света**

Объектом исследования являются ИК-излучатели диапазона длин волн 3 –5 микрон со средней мощностью 10 Вт и мощностью в импульсе до 50 кВт на основе параметрического генератора света.

В последние годы многими научными группами различных стран мира исследуются возможности создания компактной техники и устройств генерации и приема электромагнитного излучения среднего ИК диапазона. Это диктуется широкими возможностями применения приёмно-передающих устройств этого диапазона для решения важных задач военного и гражданского назначения. Среди последних важнейшим является мониторинг загрязнения окружающей среды, диагностика повреждений газо- и нефтепроводов, контроль аварий на производстве, медицинская хирургия и офтальмология, тепловидение с повышенным температурным контрастом, беспроводная оптическая связь и другие. В настоящее время по многим из этих направлений в развитых странах мира имеются национальные программы.

По существу, лазерный мониторинг атмосферы – единственная возможность быстрого как дистанционного, так и локального мониторинга загрязнений. И в этом отношении средний ИК-диапазон является уникальной областью спектра. Прежде всего, в этом диапазоне расположены «окна» прозрачности атмосферы (3-5 мкм, 8-12 мкм и др.) и различные источники теплового излучения. Кроме того, в среднем ИК-диапазоне лежат линии поглощения колебательных переходов разнообразных молекул, что даёт возможность дистанционного определения по спектрам поглощения и рассеяния, в частности, сложных органических молекул - загрязнителей атмосферы, содержащих С-Н, С-Н и N-O связи. Лазерная дистанционная диагностика в среднем ИК-диапазоне является безопасной для зрения людей, что выгодно отличает её, например, от ультрафиолетовой диагностики. Кроме того, излучение среднего ИК-диапазона в «окнах» прозрачности атмосферы в меньшей степени подвержено влиянию погодных условий или рассеянию, чем излучения ближнего ИК, видимого или ультрафиолетового диапазонов.

Целью проведения исследований является детальное изучение возможности создания компактной системы, излучающей в среднем ИК диапазоне с возможностью перестройки длины волны излучения. Система должна состоять из параметрического генератора света, возбуждаемого твердотельными лазерами с диодной накачкой.

Настоящее патентное исследование направлено на определение технического уровня и патентной ситуации относительно объекта, исследуемого в рамках выполнения данного Госконтракта.

## Результаты анализа патентной информации по объекту 6

Патентный поиск проводился по ключевым словам и рубрикам МПК по странам: Россия, США, Япония, Китай, странам Европейского Сообщества, в том числе Германии, Великобритании, Франции.

При проведении патентного поиска использовались web-сайты патентных ведомств стран поиска, Всемирной Организации Интеллектуальной Собственности (WIPO), а также патентный фонд Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам РФ.

Просмотрено всего более 160 патентных документов, детально проанализировано 8 патентных документов.

В результате проведенного исследования патентной ситуации по объекту «ИК-излучатели диапазона длин волн 3 –5 микрон со средней мощностью 10 Вт и мощностью в импульсе до 50 кВт на основе параметрического генератора света» и схожими с ней установлено:

1. По данной тематике и схожими с ней за последние 10 лет подано и/или опубликовано не очень большое количество заявок. В тоже время существует огромное количество научных статей по данной тематике, что говорит о преимущественно фундаментальном направлении исследований в этом направлении.

2. Патентообладателями большинства имеющихся патентов по данной тематике являются организации или отдельные граждане в России, Японии, США и Германии.

3. Основные научные исследования, проводимые в рамках данного Госконтракта, направлены на:

- определение оптимальной конфигурации оптической системы;
- определение возможностей получения заданных параметров ПГС;
- оптимизация использования выбранной элементной базы;
- разработка программно-аппаратных средств перестройки частоты излучения, генерируемого ПГС.

4. Результаты проведенного поиска свидетельствуют о наличии нескольких основных схем построения параметрических генераторов, основанных на разной элементной базе и обладающих разными характеристиками:

К первой группе относятся ПГС на основе структур PPLN. Преимуществами данных ПГС является использованием в качестве накачки широко распространенного твердотельного лазера на кристалле NdYAG и высокий коэффициент преобразования и низкий порог генерации. Недостатками являются высокая температура обеспечения фазового синхронизма,

низкий порог разрушения кристалла, а также ограничение спектрального диапазона работы пределами 1-4 мкм.

Вторая группа включает ПГС, основанные на нелинейных кристаллах КТР. Преимуществами данной структуры является  $90^\circ$  синхронизм при комнатной температуре, дешевизна и сравнительная легкость изготовления. Существенным недостатком такого ПГС является высокий порог генерации и ограничение рабочего спектрального диапазона областью 1- 4 мкм.

Третья группа описывает ПГС на основе кристаллов  $ZnGeP_2$ . Преимуществами данного кристалла является высокая квадратичная нелинейность, обеспечивающая высокий коэффициент преобразования в средний ИК диапазон, а также расположение длинноволновой границы преобразования в диапазоне 10-11 мкм. Недостатком схемы является большое поглощение в области видимого и ближнего ИК диапазона, что обуславливает использование в качестве накачки малораспространенных твердотельных лазеров на редкоземельных элементах – Тм и Но.

Большое количество таких работ (в первую очередь научных статей в ведущих научных журналах, таких как, «Applied Optics», «IEEE Journal of Quantum Electronics», «Optics Letters», «Квантовая электроника», «Оптический журнал», а также опубликованных патентов) свидетельствует как о понимании важности указанных проблем мировым сообществом, так и о чрезвычайной актуальности работ, выполняемых по данному Госконтракту.

Совершенно неохваченным являются вопросы контроля интегральной излучательной способности объекта в радиационной инфракрасной радиометрии методами широкополосной зашумленной подсветки.

## **Заключение по объекту 6**

На первом этапе НИР проведен поиск патентных документов с целью исследования патентоспособности результатов по объекту «ИК-излучатели диапазона длин волн 3 –5 микрон со средней мощностью 10 Вт и мощностью в импульсе до 50 кВт на основе параметрического генератора света», которые планируется разработать в ходе выполнения данной НИР. Для последующего анализа отобрано 8 патентных документов.

Анализ технических решений близких к объекту исследования показал, что ИК-излучатели диапазона длин волн 3 –5 микрон со средней мощностью 10 Вт и мощностью в импульсе до 50 кВт на основе параметрического генератора света которые предполагается разработать в ходе выполнения данной НИР, являются патентоспособными, но могут охраняться в режиме коммерческой тайны.



## Приложение А

«Утверждаю»

Ректор ННГУ,  
профессор

\_\_\_\_\_/Е.В. Чупрунов/  
«12» апреля 2010 г.

### З А Д А Н И Е на проведение патентных исследований

Наименование НИР «Генерация электромагнитных излучений в неосвоенных частотных диапазонах на основе нелинейно-оптических преобразований»

Государственный контракт № 02.740.11.0563 от 22 марта 2010 г.

Этап работы: I

Сроки выполнения: 22.03.2010 – 30.06.2010

**Задачи патентных исследований:** Патентный поиск с целью исследования технического уровня и патентоспособности разрабатываемых в ходе выполнения вышеуказанной НИР методов генерации электромагнитных излучений в неосвоенных частотных диапазонах на основе нелинейно-оптических преобразований.

#### Календарный план

Виды патентных исследований	Подразделения-исполнители (соисполнители)	Ответственные исполнители (Ф.И.О.)	Сроки выполнения патентных исследований. Начало. Окончание	Отчетные документы
Поиск и анализ патентной информации	НИИ № 03.04.07	Доцент каф. общей физики, к.ф.м.н. С.Н. Жуков  Доцент каф. общей физики, к. ф.-м. н. С.Б. Бодров  Зав. лаб. ИПФ РАН, д. ф.-м. н. М.Ю. Рябикин  Аспирант ИПФ РАН А.В. Коржиманов  Ассистент каф.	13.04.2010 – 10.06.2010	отчет о патентных исследованиях

		квантовой радиофизики, к.ф.- м.н. В.В. Шарков		
	ИПФ РАН	Зав. лаб. ИПФ РАН, д. ф.-м. н. М.Ю. Рябикин Аспирант ИПФ РАН А.В. Коржиманов		

Зав. кафедрой общей физики, д.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ М.И.Бакунов

## Приложение Б

### РЕГЛАМЕНТ ПОИСКА

**Наименование работы (темы):** «Генерация электромагнитных излучений в неосвоенных частотных диапазонах на основе нелинейно-оптических преобразований»

**Государственный контракт № 02.740.11.0563 от 22 марта 2010 г.**

**Дата утверждения задания:** 12 апреля 2010 г.

**Цель поиска информации:** исследование технического уровня и патентоспособности разрабатываемых в ходе выполнения вышеуказанной НИР методов генерации электромагнитных излучений в неосвоенных частотных диапазонах на основе нелинейно-оптических преобразований.

**Обоснование регламента поиска:** патентный поиск проводится с использованием патентно-информационных баз данных Федерального института промышленной собственности (ФИПС) и патентно-информационных баз данных United States Patent and Trademark Office (USPTO) и Европейских патентов (*esp@cenet*® database) по индексам международной патентной классификации изобретений (МПК), а также с использованием источников информации, указанных в таблице.

**Начало поиска 13.04.2010 г.**

**окончание поиска 10.06.2010 г.**

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна поиска	Источники информации, по которым будет проводиться поиск		Ретроспективность	Наименование информационной базы (фонда)
		Патентные	НТИ		

		<b>Наименование</b>	<b>Индексы по классификации: международной (МПК), европейской (ECLA) и др.</b>	<b>Наименование</b>	<b>Рубрики УДК и другие</b>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1. Нелинейно-оптические способы генерации перестраиваемого когерентного электромагнитного излучения терагерцового диапазона частот	Россия, США, страны ЕС, Япония, Китай	WEB-сайты патентных ведомств стран поиска.  Официальные бюллетени патентных ведомств стран поиска. Бюл. "Изобретения стран мира" Кассеты ВПТБ	МПК: G02F 2/00; 1/35; 1/355; 001/35; 39 G06F 1/26; G08B 29/00 G02B 6/00; 02; G02B 26/00 H01S 3/10; 115; H04K 1/00, H04L 9/00 НК США: 372/4, 12, 20, 21, 22, 43.01, 250/495.1; 250/504R 359/237; 238; 321; 326; 332; 125; 129; 21 385/122; 125; 129; 130; 131; 14 380/30, 28; 726/36 257/198	Оптический журнал, Квантовая электроника, Оптика и спектроскопия Physical Review B, IEEE Journal of Quantum Electronics, Physical Review Letters, Applied Physics B, Applied Physics Letters, Optical Express, Applied Optics, Journal of Applied Physics	УДК 535.24; 535.6 535:530.1 82:621.37 2.632 535:621.3 73.826:53 9 ГРНТИ 29.31.27 29.31.15	20 лет	Патентный фонд ФИПС, Реферативная БД: RUABRU. Полнотекстовые БД: USPTO; ESP@CENET. Патентный фонд Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (ВПТБ).

<p>2. Способ получения когерентного вакуумного ультрафиолетового (ВУФ) и мягкого рентгеновского излучений с перестраиваемыми характеристиками на основе генерации высоких гармоник мощных фемтосекундных лазерных импульсов при их взаимодействии с газовыми средами</p>	<p>США, Россия, Япония, Китай, страны Европейского Сообщества</p>	<p>WEB-сайты Патентных Ведомств стран поиска  Официальные бюллетени Патентных Ведомств стран поиска. Бюл. "Изобретения стран мира" Кассеты ВПТБ</p>	<p>МПК: G02F 1/35; G02F 1/355; H05G 2/00; H01S 003/10, H01S 3/30  НК США: 372/22 ; 372/21 372/5</p>	<p>J. Applied Physics, Appl. Phys. Lett., Opt. Lett., Science, Nature, IEEE J. of Quantum Electronics, Optics Express, Opt. Communications, Phys. Rev. A, J. Opt. Society of America</p>	<p>УДК 535.24; 535.6 535:530.18 2:621.372.632 535:621.37 3.826:539 533.9 ГРНТИ 29.27.15, 17 29.31.15 29.33.25, 29, 47</p>	<p>20 лет</p>	<p>Патентный фонд ФИПС, Реферативная БД: RUABRU. Полнотекстовые БД: USPTO; ESP@CENET. Патентный фонд Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (ВПТБ).</p>
<p>3. Источник широкополосного терагерцового излучения на основе нелинейного преобразования мощных фемтосекундных лазерных импульсов в электрооптических средах, а также при оптическом пробое сплошных и нанодисперсных сред.</p>	<p>США, Россия, Япония, Китай, страны Европейского Сообщества</p>	<p>WEB-сайты Патентных Ведомств стран поиска  Официальные бюллетени Патентных Ведомств стран поиска. Бюл. "Изобретения стран мира" Кассеты ВПТБ</p>	<p>МПК: G02F 2/00; 1/35; 1/355; 001/35; 39 G06F 1/26; G08B 29/00 G02B 6/00; 02; G02B 26/00 H01S 3/10; 115; H04K 1/00, H04L 9/00 НК США: 372/4, 12, 20, 21, 22, 43.01, 250/495.1; 250/504R 359/237; 238; 321; 326; 332; 125; 129; 21 385/122; 125; 129; 130; 131; 14 380/30, 28; 726/36 257/198</p>	<p>Phys. Rev. Lett., IEEE Transactions on Electron Devices, Solid State Commun., Opt. Lett., Appl. Opt., J. Appl. Phys., J. Opt. Society of America, Appl. Phys. Lett., Science, Rev. Sci. Instruments</p>	<p>УДК 535.24; 535.6 535:530.18 2:621.372.632 535:621.37 3.826:539 533.9 ГРНТИ 29.27.15, 17 29.31.15 29.33.25, 29, 47</p>	<p>20 лет</p>	<p>Патентный фонд ФИПС, Реферативная БД: RUABRU. Полнотекстовые БД: USPTO; ESP@CENET. Патентный фонд Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (ВПТБ).</p>

4. Способ генерации мягкого рентгеновского излучения в виде аттосекундных импульсов при взаимодействии сверхмощного лазерного излучения с поверхностью твердотельных мишеней	США, Россия, Япония, Китай, страны Европейского Сообщества,	WEB-сайты Патентных Ведомств стран поиска	МПК H01S 4/00; 3/094; H05H 1/22; H05H 1/02 H05G 2/00; H01J 003/30; 035/26 G21G 004/00; 4/00 НК США 372/5;73; 3; 57; 69; 76 378/119, 122, 34, 143 376/103;152 250/483.1; 492.2;	Appl. Opt., J. Appl. Phys., J. Opt. Society of America, Appl. Phys. Lett., Science, Rev. Sci. Instruments, Phys. Rev. Lett.	УДК 535.24; 535.6 535:530.18 2:621.372.632 535:621.37 3.826:539 533.9 ГРНТИ 29.27.15, 17 29.31.15 29.33.25, 29, 47	20 лет	Патентный фонд ФИПС, Реферативная БД: RUABRU. Полнотекстовые БД: USPTO; ESP@CENET. Патентный фонд Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (ВПТБ).
5. Источник когерентного излучения вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского диапазонов на многозарядных ионах инертных газов при оптической накачке высокоинтенсивным излучением фемтосекундного лазера тераваттного уровня мощности.	США, Россия, Япония, Китай, страны Европейского Сообщества	WEB-сайты Патентных Ведомств стран поиска	МПК H05G 2/00; G01J 1/00; 3/10; H01J 035/00; G21K 5/04 НК США 372/5; 18; 39; 55; 57; 73; 250/504R; 396R; 491.1; 493.1; 503.1 378/119 359/334; 338	Phys. Rev. Lett., J. Appl. Phys., Opt. Lett., Science	УДК 535.24; 535.6 535:530.18 2:621.372.632 535:621.37 3.826:539 533.9 ГРНТИ 29.27.15, 17 29.31.15 29.33.25, 29, 47	20 лет	Патентный фонд ФИПС, Реферативная БД: RUABRU. Полнотекстовые БД: USPTO; ESP@CENET. Патентный фонд Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (ВПТБ).

<p>6. ИК-излучатели диапазона длин волн 3–5 микрон со средней мощностью 10 Вт и мощностью в импульсе до 50 кВт на основе параметрического генератора света.</p>	<p>США, Россия, Япония, Китай, страны Европейского Сообщества</p>	<p>WEB-сайты Патентных Ведомств стран поиска</p>	<p>МПК H01S003/10 H01S003/091 H01S003/083 H01S003/00 G02F001/39 G02F001/35</p>	<p>«Квантовая электроника», «Оптический журнал», «Applied Optics», «IEEE Journal of Quantum Electronics», «Optics Letters»</p>	<p>УДК 535.24; 535.6 ГРНТИ 29.33.15, 29.33.25</p>	<p>20 лет</p>	<p>Патентный фонд ФИПС, Реферативная БД: RUABRU. Полнотекстовые БД: USPTO; ESP@CENET. Патентный фонд Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (ВПТБ).</p>
---	---	--	--	--	---	---------------	---

Зав. кафедрой общей физики, д.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_ М.И.Бакунов

## Приложение В

### ОТЧЕТ О ПОИСКЕ

1. Поиск проведен в соответствии с Заданием, утвержденным ректором ННГУ, д.ф.-м.н., профессором Е.В.Чупруновым от 12.04.2010 г. и Регламентом поиска от 13.04.2010 г.
2. Этап работы – I
3. Начало поиска 13.04.2010 г. Окончание поиска 10.06.2010 г.
4. Сведения о выполнении регламента поиска: поиск проведен в полном соответствии с Регламентом.
5. Для последующего анализа отобрано 39 патентных документов. Всего в ходе поиска проанализировано более 1000 патентных документов.

**ТАБЛИЦА 1. ПАТЕНТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

<b>Предмет поиска (объект исследования, его составные части)</b>	<b>Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационны й индекс</b>	<b>Заявитель (патентообладатель), страна Номер заявки, дата приоритета, конвенционный приоритет, дата публикации</b>	<b>Название изобретения (полезной модели)</b>	<b>Сведения о действии охранного документа или причина его аннулирования</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Нелинейно-оптические методы генерации перестраиваемого когерентного электромагнитного излучения терагерцового диапазона частот	Патент RU 2381603 МПК: H01S3/09	Изобретатель: Клиских Александр Федотович (RU), Мелешенко Петр Александрович (RU) Заявитель: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Воронежский государственный аграрный университет имени К.Д. Глинки" (ФГОУ ВПО ВГАУ им. К.Д. Глинки) (RU) Заявка: 2008123502/28, 09.06.2008	Способ генерации в вакууме электромагнитного излучения в терагерцовом диапазоне	Действует



	<p>Патент RU 2344528 МПК: H01S5/00</p>	<p>Изобретатель: Гуляев Юрий Васильевич (RU), Зильберман Петр Ефимович (RU), Эпштейн Эрнест Майорович (RU), Панас Андрей Иванович (RU), Крикунов Алексей Ильич (RU) Заявитель: Институт радиотехники и электроники Российской академии наук (ИРЭ РАН) (RU) Заявка: 2007113927/28, 16.04.2007</p>	<p>Твердотельный источник электромагнитног о излучения</p>	<p>Действует</p>
	<p>Патент: WO2009114125 (A2) МПК: G02B6/00; G02B6/00</p>	<p>Изобретатель(и): Creeden Daniel [US]; Ketteridge Peter A [US]; Young York E [US]; Thompson Rick L [US] Заявитель(и): Bae Systems Information [US]; Creeden Daniel [US]; Ketteridge Peter A [US]; Young York E [US]; Thompson Rick L [US] Заявка: WO2009US01520 20090310 2009- 09-17</p>	<p>Nonlinear crystal and waveguide array for generation of terahertz radiation</p>	<p>Действует</p>
	<p>Патент: CN1747260 (A) МПК: H01S1/00</p>	<p>Изобретатель(и): Yao Jianquan Ji [CN] Заявитель(и): Univ Tianjin [CN] Заявка: CN20051014484 20050715 2006-03- 15</p>	<p>Generator of terahertz by oscillator with acyclic polarized crystal and double- wavelength optical parameter</p>	<p>Действует</p>
	<p>Патент: US5543960 (A) МПК: G02F1/35</p>	<p>Изобретатель(и): Carrig Timothy J [US]; Taylor Antoinette J [US]; Stewart Kevin R [US] Заявитель(и): Univ California [US] Заявка: US19950439393 19950511 1996-08- 06</p>	<p>Electro-optic crystal mosaics for the generation of terahertz radiation</p>	<p>Прекратил действие</p>

Патент: US2010135337 (A1) МПК: H01S3/30	Изобретатель(и): Belkin Mikhail A [US]; Carasso Federico [US]; Belyanin Alexey [US] Заявитель(и): Harvard College [US]; Texas A & M Univ Sys [US] Заявка: US20080450211 20080314 2010-06- 03	Methods and apparatus for generating terahertz radiation	Действует
Патент: WO2010055735 (A1) МПК: G02F1/35	Изобретатель(И): Kawada Yoichi [JP]; Nakanishi Atsushi [JP]; Yasuda Takashi [JP]; Takahashi Hironori [JP] Заявитель(И): Hamamatsu Photonics Kk [JP]; Kawada Yoichi [JP]; Nakanishi Atsushi [JP]; Yasuda Takashi [JP]; Takahashi Hironori [JP] Заявка: WO2009JP66757 20090928 2010-05- 20	Terahertz wave generation device	Действует
Патент: EP2175308 (A1) МПК: G02F1/01	Изобретатель(и): Katagiri Takashi [JP] Заявитель(и): Canon KK [JP] Заявка: EP20090172437 20091007 2010-04- 14	Terahertz wave generator	Действует
Патент: US2010054296 (A1) МПК: H01S3/06	Изобретатель(и): Ohtake Hideyuki [JP]; Ichikawa Yuki [US]; Uehara Yuzuru [JP]; Tanaka Koichiro [JP]; Nagai Masaya [JP] Заявитель(и): Aisin Seiki [JP] Заявка: US20090546236 20090824 2010-03- 04	Terahertz wave generating apparatus and terahertz wave generating method	Действует
Патент: WO2010015443 (A1) МПК: G02F1/35	Изобретатель(и): Thiel Michael [DE]; Kallmann Ulrich [DE]; Kundermann Stefan [CH] Заявитель(и): Bosch Gmbh Robert [DE]; Thiel Michael [DE]; Kallmann Ulrich [DE]; Kundermann Stefan [CH] Заявка: WO2009EP57072 20090609 2010-02- 11	Terahertz radiation source and method for producing terahertz radiation	Действует

	Патент: US7054339 (B1) МПК: H01S3/11	Изобретатель(и): Hu Yongdan [US]; Jiang Shibin [US] Заявитель(и): Np Photonics Inc [US] Заявка: US20040890580 20040713 2006-05-30	Fiber-laser-based Terahertz sources through difference frequency generation (DFG) by nonlinear optical (NLO) crystals	Действует
2. Способ получения когерентного вакуумного ультрафиолетового (ВУФ) и мягкого рентгеновского излучений с перестраиваемыми характеристиками на основе генерации высоких гармоник мощных фемтосекундных лазерных импульсов при их взаимодействии с газовыми средами	Пат. US 7672342 МПК H01S 3/30 НК США 372/5 ; 372/21 Публ. 02.03.2010	Изобретатель: Gohle; Christoph (Munich, DE), Hansch; Theodor W. (Munich, DE), Holzwarth; Ronald (Bachnang, DE), Udem; Thomas (Munich, DE) Заявитель: Max-Planck-Gesellschaft zur Forderung der Wissenschaften e.V. (Munich, DE) State University, FRAUNHOFER Заявка: 11/136106, 24.03.2005	Method and radiation source for generating pulsed coherent radiation	Действует
	Пат. US 7664147 МПК H01S 3/30 НК США 372/5 ; 372/22; 372/30 Публ. 16.02.2010	Изобретатель: Cohen; Oren (Boulder, CO), Kapteyn; Henry C. (Boulder, CO), Murnane; Margaret M. (Boulder, CO) Заявитель: Regents of the University of Colorado a body corporate (Denver, CO) Заявка: 12/002523, 17.12 2007	Phase matching of high order harmonic generation using dynamic phase modulation caused by a non-collinear modulation pulse	Действует

	<p>Пат. WO 9933084 МПК G02F 1/35;G02F 1/355; H05G 2/00; H01S 003/10 НК США 372/22 ; 372/5 Публ. 01.07.1999</p>	<p>Изобретатель: Alon; Ofir (Haifa, IL), Averbukh; Vitali (Haifa, IL), Moiseyev; Nimrod (Haifa, IL) Заявитель: Technion Research and Development Foundation LTD (Haifa, IL) Заявка: WO99/33084, 03.12.1998</p>	<p>Source of intense coherent high frequency radiation</p>	<p>Действует</p>
<p>3. Источник широкополосного терагерцового излучения на основе нелинейного преобразования мощных фемтосекундных лазерных импульсов в электрооптических средах, а также при оптическом пробое сплошных и нанодисперсных сред.</p>	<p>Пат. US 7619263 МПК G02F 2/00 НК США 257/198 Публ. 17.11.2009</p>	<p>Изобретатель: Shur; Michael (Latham, NY), Ryzhii; Victor (Aizu-Wakamatsu, JP), Gaska; Remigijus (Columbia, SC) Заявитель: Sensor Electronic Technology, Inc. (Columbia, SC) Заявка: 10/696693, 29.10.2003</p>	<p>Method of radiation generation and manipulation</p>	<p>Действует</p>
	<p>Пат. US 7599491 МПК H04K 1/00,H04L 9/00; G06F 1/26; G08B 29/00 НК США 380/30 ; 380/28; 726/36 Публ. 06.10.2009</p>	<p>Изобретатель: Lambert; Robert J. (Cambridge, CA) Заявитель: Certicom Corp. (Mississauga, CA) Заявка: 10/119,803, 11.04.2002</p>	<p>Method for strengthening the implementation of ECDSA against power analysis</p>	<p>Действует</p>
	<p>Пат. US 7599409 МПК H01S 3/10 НК США 372/21 ; 372/20 Публ. 06.10.2009</p>	<p>Изобретатель: Nishizawa; Jun-ichi (Sendai- shi, Miyagi, JP), Suto; Ken (Sendai, JP), Sasaki; Tetsuo (Sendai, JP), Tanabe; Tadao (Sendai, JP), Kimura; Tomoyuki (Sendai, JP) Заявитель: Nishizawa; Jun-Ichi (Sendai-shi, JP) Tohoku University (Sendai-shi, JP) Заявка: 10/587844, 29.10. 2004</p>	<p>Electromagnetic wave generating device</p>	<p>Действует</p>

	<p>Пат. US 7421171 МПК G02B 6/00; G02B 26/00 НК США 385/122; 125; 129; 130; 131; 14 359/237; 238; 321; 326; 332; 125; 129 Публ. 02.09.2008</p>	<p>Изобретатель: Ibanescu; Mihai (Cambridge, MA), Reed; Evan (Livermore, CA), Rakich; Peter (Somerville, MA), Johnson; Steven G. (Cambridge, MA), Ippen; Erich P. (Belmont, MA), Joannopoulos; John D. (Belmont, MA), Soljacic; Marin (Belmont, MA), Hamam; Rafif E. (Cambridge, MA) Заявитель: Massachusetts Institute of Technology (Cambridge, MA) Заявка: 11/765079, 19.06.2007</p>	<p>Efficient terahertz sources by optical rectification in photonic crystals and metamaterials exploiting tailored transverse dispersion relations</p>	<p>Действует</p>
	<p>Пат. US 7386016 НК США 372/4 ; 372/43.01 Публ. 10.06.2008</p>	<p>Изобретатель: Kolodzey; James (Landenberg, PA), Ray; Samit Kumar (It Kharagpur, IN), Adam; Thomas N. (Poughkeepsie, NY), Lv; Pengcheng (Newark, DE), Troeger; Ralph Thomas (Owing Mills, MD), Kagan; Miron S. (Moscow District, RU), Yassievich; Irina N. (St. Petersburg, RU), Odnoblyudov; Maxim A. (St. Petersburg, RU) Заявитель: University of Delaware (Newark, DE) Заявка: 10/820185, 7.04.2004</p>	<p>Terahertz frequency radiation sources and detectors based on group IV materials and method of manufacture</p>	<p>Действует</p>
	<p>Пат. US 7272158 МПК H01S 3/10; G02B 6/02 НК США 372/21 ; 372/4; 385/125 Публ. 18.09.2007</p>	<p>Изобретатель: Hayes; Robert R. (Calabasas, CA), Ionova, legal representative; Irina V. (Calabasas, CA), Ionov, deceased; Stanislav (Calabasas, CA) Заявитель: HRL Laboratories, LLC (Malibu, CA) Заявка: 11/355245, 14.02.2006</p>	<p>Highly efficient waveguide pulsed THz electromagnetic radiation source and group-matched waveguide THz electromagnetic radiation source</p>	<p>Действует</p>

	<p>Пат. US 7054339 МПК H01S 3/115 НК США 372/12 Публ. 30.05.2006</p>	<p>Изобретатель: Hu; Yongdan (Tucson, AZ), Jiang; Shibin (Tucson, AZ) Заявитель: NP Photonics, inc (Tucson, AZ) Заявка: 10/890580, 13.07.2004</p>	<p>Fiber-laser-based Terahertz sources through difference frequency generation (DFG) by nonlinear optical (NLO) crystals</p>	<p>Действует</p>
	<p>Пат. US 6144679 МПК G02F 1/35; G02F 001/39; H01S 003/10 НК США 372/21; 22; 4; 250/495.1; 250/504R; Публ. 07.11.2000</p>	<p>Изобретатель: Herman; Gregory S. (Norfolk, VA), Barnes; Norman P. (Yorktown, VA) Заявитель: Science Applications International Corporation (San Diego, CA) Заявка: 09/232169, 15.01.1999</p>	<p>Method and apparatus for providing a coherent terahertz source</p>	<p>Действует</p>
	<p>Пат. US 5543960 МПК G02F 1/35; G02F 1/355; G02F 001/35 НК США 359/326; 372/21 Публ. 06.08.1996</p>	<p>Изобретатель: Carrig; Timothy J. (Los Alamos, NM), Taylor; Antoinette J. (Los Alamos, NM), Stewart; Kevin R. (Schenectady, NY) Заявитель: The Regents of the University of California (Oakland, CA) Заявка: 08/439393, 11.05.1995</p>	<p>Electro-optic crystal mosaics for the generation of terahertz radiation</p>	<p>Действует</p>
<p>4. Способ генерации мягкого рентгеновского излучения в виде аттосекундных импульсов при взаимодействии сверхмощного лазерного излучения с</p>	<p>Пат. US H66 МПК H01S 4/00; H01S 3/094; H01J 003/30 НК США 372/5 ; 372/3; 372/57; 372/69; 372/76 Публ. 06.05.1986</p>	<p>Изобретатель: White; Jonathan C. (Lincroft, NJ) Заявитель: AT&amp;T Bell Laboratories Заявка: 06/563816, 21.12.1983</p>	<p>Pulsed plasma generation of extreme ultraviolet radiation</p>	<p>Нет сведений</p>

поверхностью твердотельных мишеней	Пат. US 5151928 МПК G03F 7/20; H05H 1/22; H05H 1/02; H01J 035/26; G21G 004/00 НК США 372/5; 378/119, 122, 34, 143 250/483.1; 492.2; Публ. 29.09.1992	Изобретатель: Hirose; Hideo (Wako, JP) Заявитель: Shimadzu Corporation (Kyoto, JP) Заявка: 07/747332, 20.08.1991	Method and apparatus for generating X rays	Действует
	Пат. US 4058486 МПК H05H 1/22; H05H 1/02 (20060101); H05G 2/00; G21G 4/00; H01S 4/00; НК США 372/5; 372/73; 376/103; 376/152; 378/119; 976/DIG.403 Публ. 15.11.1977	Изобретатель: Mallozzi; Philip J. (Columbus, OH), Epstein; Harold M. (Columbus, OH), Jung; Richard G. (Columbus, OH), Applebaum; David C. (Columbus, OH), Fairand; Barry P. (Columbus, OH), Gallagher; William J. (Worthington, OH) Заявитель: Battelle Memorial Institute (Columbus, OH) Заявка: 05/319756, 29.12.1972	Producing X-rays	Нет сведений
5. Источник когерентного излучения вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского диапазонов на	Пат. US 7598509 МПК G01J 3/10 НК США 250/504R ; 250/492.2 Публ. 06.10.2009	Изобретатель: Ershov; Alexander I. (San Diego, CA), Partlo; William N. (Poway, CA), Bowering; Norbert (San Diego, CA), Hansson; Bjorn (La Jolla, CA) Заявитель: Cymer, Inc. (San Diego, CA) Заявка: 11/358992, 21.02.2006	Laser produced plasma EUV light source	Действует

<p>многозарядных ионах инертных газов при оптической накачке высокоинтенсивным излучением фемтосекундного лазера тераваттного уровня мощности.</p>	<p>Пат. US 7589337 МПК H05G 2/00; G01J 3/10 НК США 372/5;70; 376/38; 378/119; 250/504R; 495.1; 503.1; 359/334; 338 Публ. 15.09.2009</p>	<p>Изобретатель: Bykanov; Alexander N. (San Diego, CA), Algots; J. Martin (San Diego, CA), Khodykin; Oleh V. (San Diego, CA), Hemberg; Oscar (Stockholm, SE), Bowering; Norbert R. (San Diego, CA) Заявитель: Cymer, Inc. (San Diego, CA) Заявка: 12/075631, 12.03.2008</p>	<p>LPP EUV plasma source material target delivery system</p>	<p>Действует</p>
	<p>Пат. US 6973164 МПК H01J 035/00 НК США 378/119 ; 372/5 Публ. 06.12.2005</p>	<p>Изобретатель: Hartlove; Jeffrey S. (Rolling Hills Estates, CA), Michaelian; Mark E. (Lomita, CA), Shields; Henry (San Pedro, CA), Talmadge; Samuel (Agoura Hills, CA), Fornaca; Steven W. (Torrance, CA), Martos; Armando (Chesterfield, MO) Заявитель: University of Central Florida Research Foundation, Inc. (Orlando, FL) Заявка: 10/606854, 26.06.2003</p>	<p>Laser-produced plasma EUV light source with pre-pulse enhancement</p>	<p>Действует</p>
	<p>Пат. US 7482609 МПК G01J 1/00 НК США 250/504R; 492.1; 493.1; 503.1; 372/18; 39; 55; 57; 73; 378/119 Публ. 27.01.2009</p>	<p>Изобретатель: Ershov; Alexander I. (San Diego, CA), Bykanov; Alexander N. (San Diego, CA), Khodykin; Oleh (San Diego, CA), Fomenkov; Igor V. (San Diego, CA) Заявитель: Cymer, Inc. (San Diego, CA) Заявка: 11/217161, 31.08. 2005</p>	<p>LPP EUV light source drive laser system</p>	<p>Действует</p>
	<p>Пат. US 7453077 МПК G21K 5/04 НК США 250/504R; 396R; 491.1; 493.1; 503.1 Публ. 18.11.2008</p>	<p>Изобретатель: Bowering; Norbert R. (San Diego, CA), Hansson; Bjorn A. M. (La Jolla, CA), Simmons; Rodney D. (San Diego, CA) Заявитель: Cymer, Inc. (San Diego, CA) Заявка: 11/323397, 29.12.2005</p>	<p>EUV light source</p>	<p>Действует</p>



6. ИК-излучатели диапазона длин волн 3 – 5 микрон со средней мощностью 10 Вт и мощностью в импульсе до 50 кВт на основе параметрического генератора света	Патент RU 2176839 МПК: H01S3/10	Изобретатель: Алампиев М.В.; Ляшенко А.И.; Швом Е.М.; Заявитель: Федеральное государственное унитарное предприятие "Научно-исследовательский институт "Полус" им. М.Ф. Стельмаха Заявка: 2001100687/28, 2001.01.12	Способ внутрирезонаторной параметрической генерации света	Действует
	Патент RU 2099839 МПК: H01S3/10; G02F1/39	Изобретатель: Доркин Александр Сергеевич; Гармаш Владимир Михайлович; Швом Ефим Меерович; Алампиев Михаил Васильевич; Заявитель Доркин Александр Сергеевич; Гармаш Владимир Михайлович; Швом Ефим Меерович; Алампиев Михаил Васильевич (RU) Заявка: 95117212/25, 12.10.1995	Устройство для параметрической генерации излучения	Действует
	Патент EP1836751 МПК: A61B18/20; A61C1/00; A61N5/067; G02F1/39; H01S3/091; H01S3/10; A61B18/20.	Изобретатель: FRANJIC KRESIMIR; KRAEMER DARREN; COWAN MICHAEL L; HUA RENZHONG; MILLER ROBERT JOHN DWAYNE; Заявитель: FRANJIC KRESIMIR; KRAEMER DARREN; COWAN MICHAEL L; HUA RENZHONG; MILLER ROBERT JOHN DWAYNE (CA) Заявка: EP20060701361, 2007.09.26	Laser system for generation of high-power sub-nanosecond pulses with controllable wavelengths in 2-15 [mu]m region	Действует
	Патент WO/2007/132229 МПК: H01S3/00; H01S3/109	Изобретатели: Ebrahim-zadeh, Majid (ICFO-The Institute of Photonic Sciences ES); Заявитель: Ebrahim-zadeh, Majid (ICFO-The Institute of Photonic Sciences) Заявка: PCT/GB2007/001783, 2007.11.22	Optical parametric oscillator	Действует

	Патент US 7733926 МПК: H01S3/10	Изобретатели: Pomeranz, Leonard A. (US); Заявитель: BAE Systems Information and Electronic Systems Integration Inc. (US) Заявка: 10/533321 2010.08.06	Thulium laser pumped Mid-IR source with broadbanded output	Действует
	Патент US 20020133146 МПК: A61B018/20	Изобретатели: Telfair, William B. (US) Hoffman, Hanna J. (US) Zenzie, Henry (US) Moulton, Peter (US) Заявитель: Neifeld Ip, Law PC. (US) Заявка: 09/307988 2002.09.19	SHORT PULSE MID-INFRARED PARAMETRIC GENERATOR FOR SURGERY	Действует
	Патент US 20060050749 МПК: H01S3/10; G02F1/35	Изобретатели: Setzler, Scott D. (US) Заявитель: BAE SYSTEMS INFORMATION AND ELECTRONIC SYSTEMS INTEGRATION INC. (US) Заявка: 10/540298 2006.03.09	Method and apparatus for generating mid and long ir wavelength radiation	Действует
	Патент US 20100074281 МПК: H01S3/10; H01S3/083; H01S3/00	Изобретатели: Pomeranz, Leonard A. (US) Заявитель: BAE SYSTEMS (US) Заявка: 12/175302 2010.03.25	Thulium Laser Pumped Mid-IR Source With Multi- Spectral Line Output	Действует

Зав. кафедрой общей физики, д.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_ М.И.Бакунов