

**Д.А. УСАНОВ,**

профессор, заведующий кафедрой физики твёрдого тела СГУ имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия, usanovda@info.sgu.ru

**Н.В. РОМАНОВА,**

патентный поверенный РФ № 325, Евразийский патентный поверенный № 265, начальник Центра патентных услуг СГУ имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия, patent@sgu.ru

**Е.А. САЛДИНА,**

ведущий инженер Центра патентных услуг СГУ имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия, elenasaldina@mail.ru

## ПЕРСПЕКТИВЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ПАТЕНТНЫЙ ЛАНДШАФТ

УДК 347.77, 538.9

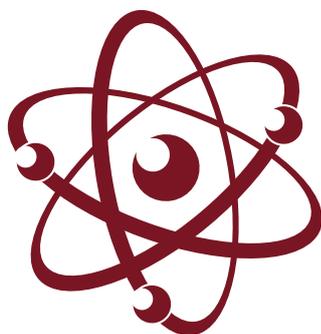
Усанов Д.А., Романова Н.В., Салдина Е.А. *Перспективы и тенденции развития терагерцовых технологий: патентный ландшафт (СГУ имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия)*

**Аннотация.** Статья посвящена анализу областей применения терагерцового излучения на основе обзора патентной документации, а также получению сведений об изменении изобретательской активности в этой области за последние 35 лет. Для анализа использовались возможности патентной базы данных Орбит. Поиск осуществлялся по ключевым словам "terahertz" или "THz". Поиски не были ограничены ни датой подачи или приоритета, ни страной. Комплексный анализ позволил выявить более 7389 семейств патентов-аналогов, заявки на которые были поданы в период с 1980 по 2017 гг. Статистическая обработка найденных документов осуществлялась с помощью программного обеспечения указанной БД. Выявлено, что терагерцовые технологии имеют чрезвычайно широкие перспективы применения в различных отраслях, о чем свидетельствует выявленный спектр областей использования электромагнитного излучения терагерцового диапазона, который постоянно расширяется. Динамика патентования характеризуется ежегодным стабильным положительным приростом количества заявок на изобретения в исследуемой области. Наибольшее количество изобретений было выявлено в области измерительной техники, оптики, телекоммуникациях, полупроводниковой техники и медицине. Дополнительно проанализирована патентная ситуация в указанных областях за последние пять лет. Приведены примеры изобретений. Выявлены ведущие страны и компании в исследуемой области.

**Ключевые слова:** патент, патентный ландшафт, терагерцовые технологии, terahertz (THz), электромагнитное излучение, измерительная техника, оптика, телекоммуникации, полупроводники, медицинские технологии.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-3-189-202

**Цитирование публикации:** Усанов Д.А., Романова Н.В., Салдина Е.А. (2017) Перспективы и тенденции развития терагерцовых технологий: патентный ландшафт // Экономика науки. Т. 3. № 3. С. 189-202.



### ВВЕДЕНИЕ

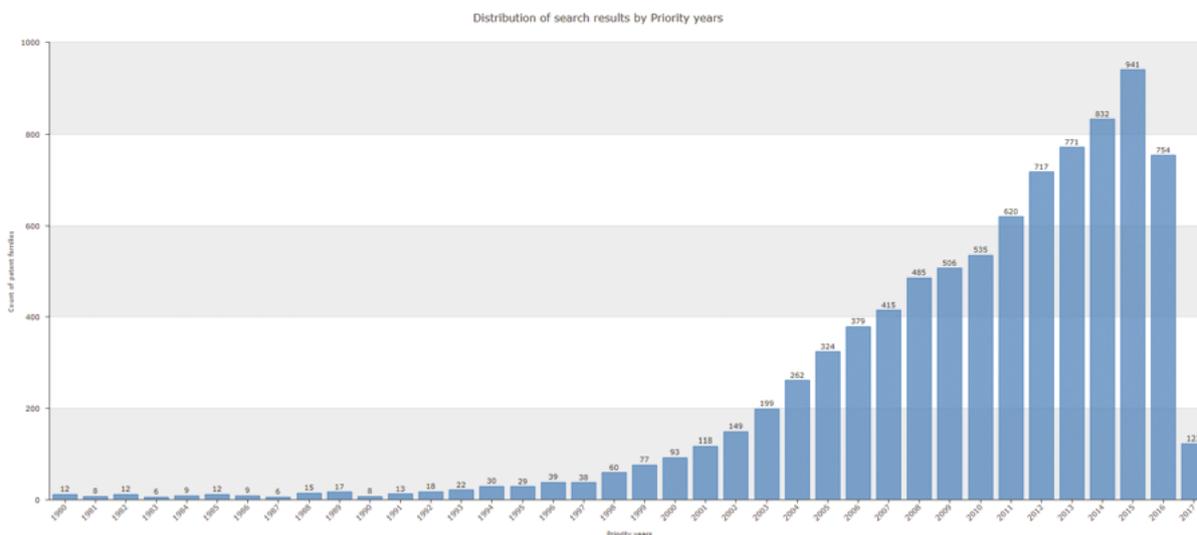
Одной из тенденций развития современной радиофизики является освоение все более высокочастотных диапазонов. С начала 1980-х гг. и по настоящее время широкое внимание исследователей привлекает терагерцовый диапазон (примерно от 0,1 до 3 ТГц и выше). Освоению терагерцового диапазона способствовало серийное освоение полупроводниковых активных элементов для генерации и усиления колебаний на этих частотах благодаря использованию нанотехнологий, а также новых типов вакуумных приборов для работы в этом частотном диапазоне. Поэтому анализ активности патентования и направленности разработок в этой области представляется актуальным. Полученная в результате такого анализа информация открыва-

ет перспективу составления представлений о возможности практического применения знаний о специфике терагерцового диапазона, рыночных нишах, где предложенные новшества могут быть применены, конкурентоспособности способов и устройств в диапазоне ТГц по сравнению с другими диапазонами, направлениях фундаментальных исследований, обеспечивающих прорывные достижения в этой области. Отметим, что, как известно, изобретение представляет собой фундаментальную часть инновационного процесса. В этой связи патентный анализ позволяет сориентировать разработчиков на реализацию наиболее выигрышных с рыночной точки зрения технических решений. Такого рода анализ полезен также экспертам, составляющим заключения по финансированию перспективных научных проектов, представляемых на конкурсы грантов и участие в научных программах. Ясно, что последнее утверждение можно отнести не только к рассматриваемой тематике, а и к другим направлениям научных исследований и опытно-конструкторским работам. Ориентация ученых на патентную деятельность может быть одним из ключевых факторов продвижения формирующейся рыночной экономики на инновационный путь развития.

Привлечение ученых к патентованию достижений фундаментальной науки могло бы повысить эффективность вложения в этот сектор средств государства, конкурентоспособность научного сектора экономики, выйти за рамки оценки ученых и научных учреждений только по индексу цитирования научных работ и тем самым способствовать гармонизации соотношения между объемами фундаментальных и прикладных научных исследований.

Патентная информация является единственной всеобъемлющей подборкой систематизированных технических данных. Патенты – уникальный источник технической информации, ценной для стратегического планирования. Мониторинг изобретений, сведения о которых появляются в патентных базах данных раньше чем в статьях и на рынке, а часто не публикуется в других источниках информации, может дать ответ на вопрос, какие новшества ожидают нас в ближайшее время в качестве рыночного продукта.

Настоящая работа посвящена анализу областей применения ТГц излучения в различных видах хозяйственной деятельности и повседневной жизни людей на основе обзора патентной документации, а также получению сведений об изменении изобретательской активности за период поиска по различным



**Рис. 1. Распределение патентных документов поданных в период с 1980 г. по первое полугодие 2017 г.**

*Источник: БД Orbit, данные на 30.06.2017 г.*

странам; о лидирующих странах и компаниях в этой области.

Для анализа использовались возможности патентной базы данных (БД) Орбит (Questel) [1], которая содержит сведения об опубликованных патентах и патентных заявках 95 патентных ведомств. Для проведения поиска использовались методические рекомендации Роспатента по подготовке отчетов о патентном обзоре (патентный ландшафт) [2].

В качестве поискового запроса выбраны ключевые слова "terahertz" или "THz". Поиск по ключевым словам осуществлялся в названиях и формулах указанных документов. Поиск не был ограничен датой подачи или приоритета. Статистическая обработка найденных документов осуществлялась с помощью программного обеспечения указанной БД.

Комплексный анализ позволил выявить более 7389 семейств патентов-аналогов<sup>1</sup>, заявки на которые были поданы в период с 1980 г. по 2017 г. (первое полугодие) (рис. 1).

Одно из первых изобретений, в котором применена ТГц технология, относится к 1980 г. Это патент на способ уничтожения микроорганизмов во внутренней части контейнера с использованием плазмы, инициируемой сфокусированным лазерным лучом и поддерживаемой электромагнитным полем, с частотой колебаний 28,2; 282; 431 ТГц, который был выдан компании ELILILLY (US4042325).

В 1981 г. на способ и устройство для неразрушающего контроля была подана заявка на изобретение с использованием излучения из диапазона 0,9–1,3 ТГц, по которой был выдан патент на имя компании CHROMALLOY AMERICAN (US4355538).

Первый патент на аппаратуру для детектирования изображения (FR2687846) относится к 1983 г. Данная аппаратура была запатентована в ряде стран (Германия, Швеция, Великобритания, Канада).

Массачусетский технологический институт для детектирования излучения на частотах от 0,5 до 5 ТГц разработал и запатентовал

в 1984 г. туннельные передающие устройства (US4745452).

Одно из последних изобретений, опубликованных в 2017 г., относится к системе ремонта дорожного покрытия (CA2906019), с рабочей частотой излучаемой энергии 1 ТГц, обеспечивающей повышенную температуру в верхнем поврежденном слое дорожного покрытия. Патенты-аналоги на данное изобретение имеются в США, Австралии, ряде стран Европы, Индии, Мексике.

Среди российских изобретений можно упомянуть следующие:

- Геодезическая призма для отклонения пучка монохроматических поверхностных плазмон-поляритонов терагерцового диапазона (Новосибирский государственный университет, RU2547164);
- Способ детектирования электромагнитных волн в терагерцовом диапазоне (ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», RU2599332);
- Устройство визуализации источников терагерцового излучения (ООО «ТИДЕКС», RU2511070);
- Способ определения глубины проникновения поля терагерцовых поверхностных плазмонов в окружающую среду (Новосибирский государственный университет, RU2491533)
- Плазмонный Фурье-спектрометр терагерцового диапазона (РУДН, RU2477842)
- Способ детектирования электромагнитных волн в терагерцовом диапазоне и устройство для его осуществления (МГУ, RU2448399).

Ведущими странами по количеству поданных заявок по рассматриваемой тематике в целом являются Китай – 2469, США – 1728, Япония – 1430, Великобритания – 573, Германия – 475, Корея – 278, Франция – 172, Россия – 61.

Распределение наиболее активно патентующих свои разработки заявителей по количеству изобретений отображено на рис. 2.

Распределение результатов поиска по кодам международной патентной классификации (МПК) изобретений приведено на рис. 3.

Таким образом, наибольшее количество изобретений относится к исследованию или анализу материалов с помощью оптических средств путем определения их химических или физических свойств (коды МПК G01N21/035,

<sup>1</sup> Патенты-аналоги – патенты, выданные в разных странах на один и тот же объект промышленной собственности.

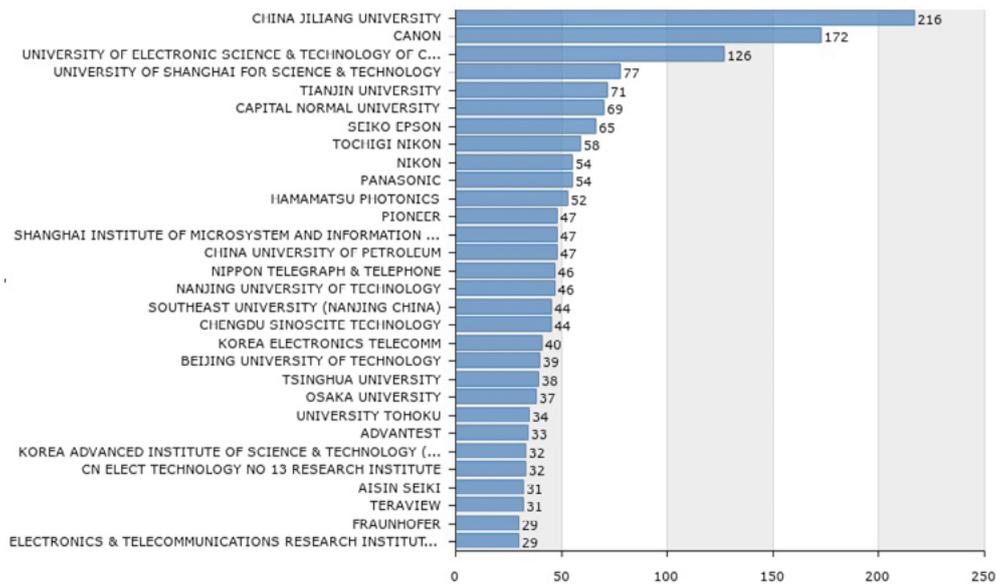


Рис. 2. Заявители, активно патентующие свои разработки в области ТГц технологий  
Источник: БД Orbit, данные на 30.06.2017 г.

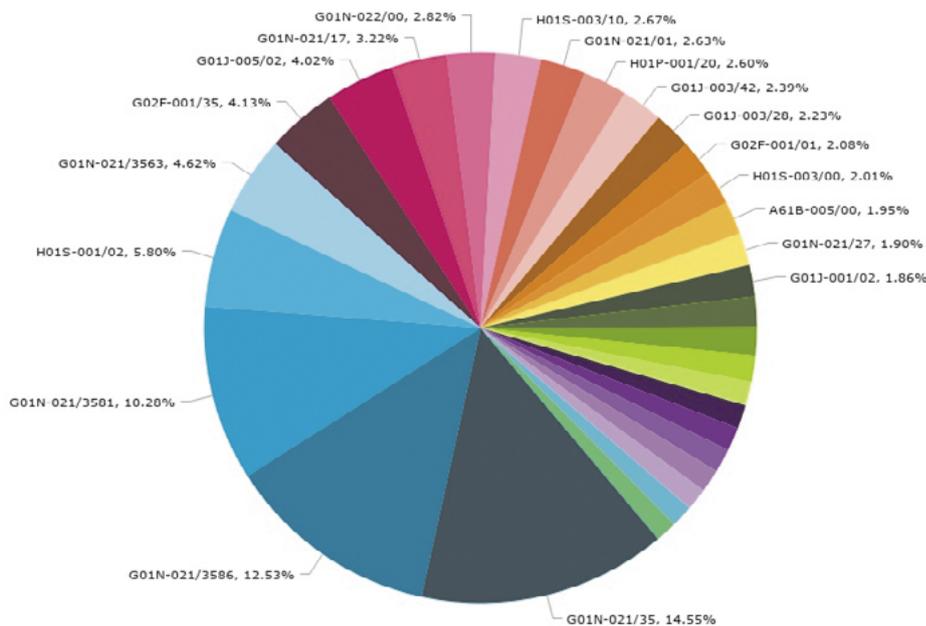


Рис. 3.  
Распределение результатов поиска по кодам МПК  
Источник: БД Orbit, данные на 30.06.2017 г.

G01N21/3586, G01N21/3581). Далее следуют приборы для генерирования электромагнитной энергии, усиления, модуляции, демодуляции (коды МПК H01S1/02, H01S3/10, H01P 1/20).

Общая картина распределения изобретений по областям показана на рис. 4.

Из приведенных на рис. 4 данных видно, что наибольшее количество патентов относится к областям **измерительной техники** (measurement – 2384), **оптики**

(optics – 1552) и **телекоммуникации** (telecommunications – 928).

Одной из ведущих компаний в данных областях является Teraview. Разработанные ей терагерцовые приборы уже выпущены на рынок и предназначены для генерирования, детектирования и исследования характеристик широкого спектра материалов. Teraview также является пионером в применении терагерцовых частот в биомедицинской визуализации.

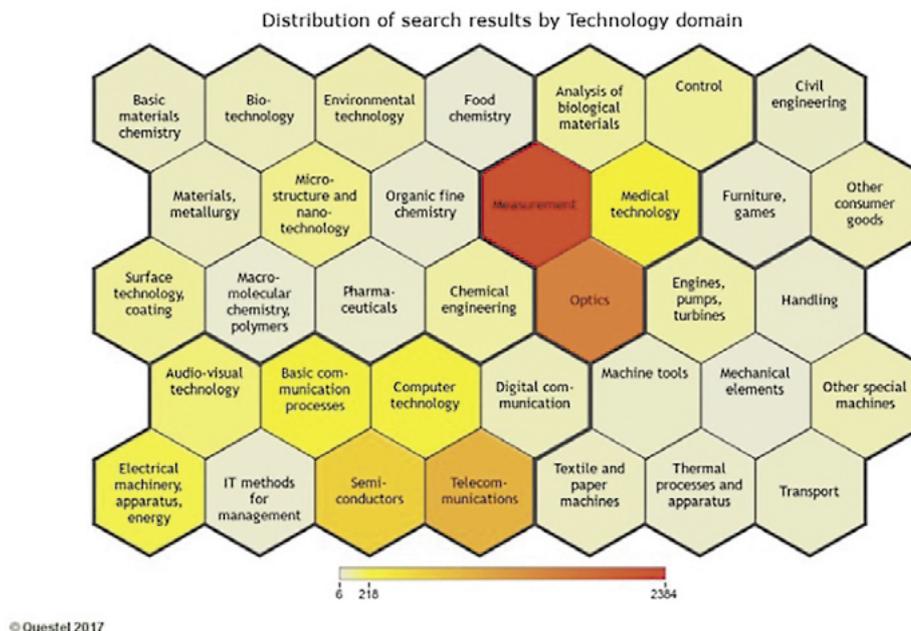


Рис. 4. Распределение изобретений по областям техники

Источник: БД Orbit, данные на 30.06.2017 г.

Важное место занимают системы безопасности. ТГц излучение используется для сканирования багажа и людей. Оно не наносит такого вреда организму, как рентгеновское.

На втором месте по количеству патентных семейств идут **полупроводниковые** (676) и **медицинские технологии** (374) соответственно.

Первые патенты в области медицины с применением ТГц относятся 1999 г.

Над проблемами применения терагерцевых технологий в медицине работают такие компании как Canon (одиннадцать семейств патентов-аналогов), University of Seoul и Shenzhen Institute of advanced technology GAS (по восемь семейств патентов-аналогов), Siemens (пять семейств патентов-аналогов).

Изобретения касаются новых методов диагностики и лечения заболеваний, в том числе онкологических (например, устройство и метод для обнаружения рака кожи с использованием терагерцевого излучения (EP2550521); заболеваний сердца (RU2536058); стрессовых состояний (RU2284327) и др. [2, 3]. Радиационный зонд, являющийся источником терагерцевого излучения, использован для обнару-

жения кариеса (WO200106915; TERAPROBE; TERAVIEW; TOSHIBA).

Патенты по остальным областям распределились следующим образом: коммуникационные процессы – 259; компьютерные технологии, включая IT методы управления – 212; электрические машины, аппараты, энергия – 196; аудиовизуальные технологии – 142; микро- и нано-технологии – 110; технологии нанесения покрытий – 94; технологии контроля – 93; анализ биологических материалов – 89; химическая инженерия, микромолекулярная химия, полимеры – 79; двигатели, насосы, турбины – 71; экологические технологии – 63; биотехнологии – 43; металлургия, материалы – 40; текстильные и бумажные машины – 34; базовые химические материалы – 33; транспорт – 27; станки – 27; тепловые процессы и аппараты – 22; фармацевтика – 19; обработка материалов – 18; мебель, игры – 16; другие специфические области – 53.

Среди последней группы можно назвать способ и устройство для автоматической идентификации изделий в торговых точках (EP2199779), аппаратуру для оценки всхожести семян с использованием источника терагерцевого сигнала (CA2920428).

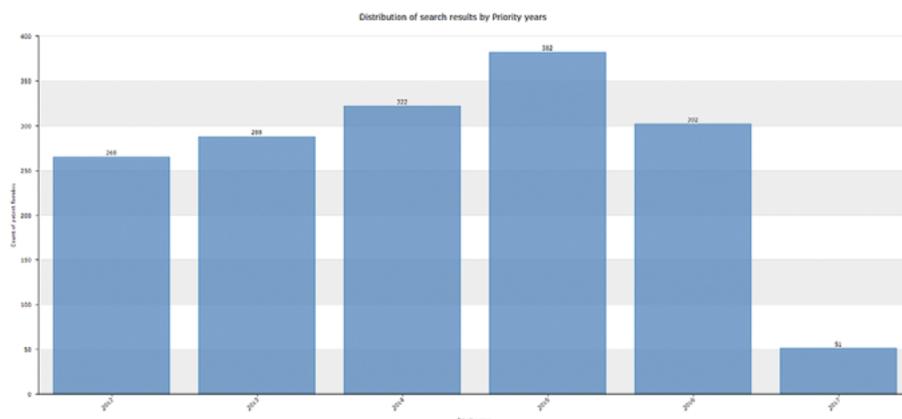


Рис. 5. Динамика подачи заявок в области измерительной техники с 2012 по 2017 гг.

Источник: БД Orbit, данные на 30.06.2017 г.

## АНАЛИЗ НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Ниже приведен анализ патентной ситуации пяти наиболее перспективных областей за последние 5 лет.

### 1. Измерительная техника

В области измерительной техники за последние 5 лет по запросу, включающему ключевые слова «terahertz OR THz» и «measurement NOT (optics OR telecommunication)» выявлено 1891 патентных семейств.

Динамика подачи заявок приведена на рис. 5.

Из графика видно, что на протяжении пяти лет технические решения в области измерительной техники с использованием волн терагерцового диапазона стабильно активно патентуются.

Распределение изобретений по направлениям исследований представлено в табл. 1.

В качестве примеров изобретений из данной области можно отметить следующие: спектрометр (DE102010040356), определение параметров диэлектрической проницаемости

вещества в водном растворе с помощью ТГц спектроскопии (EP1876438).

Компанией FRAUNHOFER предложены способ и устройство для определения жидкости в закрытом контейнере с использованием ТГц излучения с частотами между 0,05 ТГц и 10 ТГц (EP2751547). Изобретение решает проблему анализа жидкостей, которые расположены в закрытом контейнере. Это необходимо, например, при проверке безопасности в аэропортах, где опасные вещества должны быть дифференцированы от безвредных напитков.

Способ и система для обнаружения наличия материалов, согласно которому формируют зондирующий сигнал, одновременно содержащий электромагнитное излучение с шириной полосы пропускания в диапазоне от 10 ТГц до 25 ТГц описан в патенте Японии JP5937707.

Канадский институт BATTTELLE MEMORIAL INSTITUTE разработал и запатентовал способ определения скрытого подозрительного объекта под одеждой индивидуума. Это определение включает в себя установление

Таблица 1

### Распределение изобретений по направлениям исследований

Область техники, к которой относятся объекты патентования	Количество патентов
Измерение параметров материалов с использованием оптических средств (например, расстояния, скорости, толщины, диэлектрической проницаемости, частоты и др.), спектроскопия	1725
Радиационная пирометрия, элементы конструкции	166

Источник: выборка авторов по данным БД Orbit на 30.06.2017 г.

Таблица 2

## Примеры патентуемых решений у ведущих компаний

Заявитель/общее количество патентов	Примеры патентуемых решений/номера документов
CANON/85	способ калибровки оси времени (US90128333); измерение волн (US8207501); анализ физических свойств образца (JP4955966)
CAPITAL NORMAL UNIVERSITY/45	способ количественного определения остатков пестицидов в зерне (CN104215599)
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM/45	устройство и способ обнаружения коррозии металла (CN104132906, CN104132907); устройство для обнаружения содержания воды в сырой нефти (CN103175788); способ определения содержания серы в нефтепродуктах (CN103278454)
PIONEER/38	измерительные устройства (JP2016151463, JP 2015087158, JP 2014202539); конструкция волновода (JP2015141172)
SEIKO EPSON/36	устройства для обнаружения волны (US8946633, US9638582, US9638578, JP5765086)

Источник: выборка авторов по данным БД Orbit на 30.06.2017 г.

данных, соответствующих изображению индивидуума, посредством досмотра с помощью электромагнитного излучения в диапазоне от 200 МГц до 1 ТГц (патент CA2543550).

В табл. 2 приведены основные тематические направления нескольких ведущих компаний, к которым относятся их изобретения.

## 2. Оптика

Ниже приведен анализ патентной ситуации в области оптики за последние 5 лет. По запросу, включающему ключевые слова «terahertz OR Thz» и «optics NOT (measurement OR telecommunications OR medicine» выявлено 804 патентных семейства.

Динамика подачи заявок приведена на рис. 6.

Из графика видно, что на протяжении пяти лет технические решения в области оптики стабильно активно патентуются.

Распределение изобретений по направлениям исследований представлено в табл. 3.

В качестве примеров, иллюстрирующих данное направление, можно привести следующие решения.

В ООО «ТИДЕКС» (Россия), разработано устройство визуализации ТГц-излучения посредством преобразования последнего в ИК-излучение и его регистрации с помо-

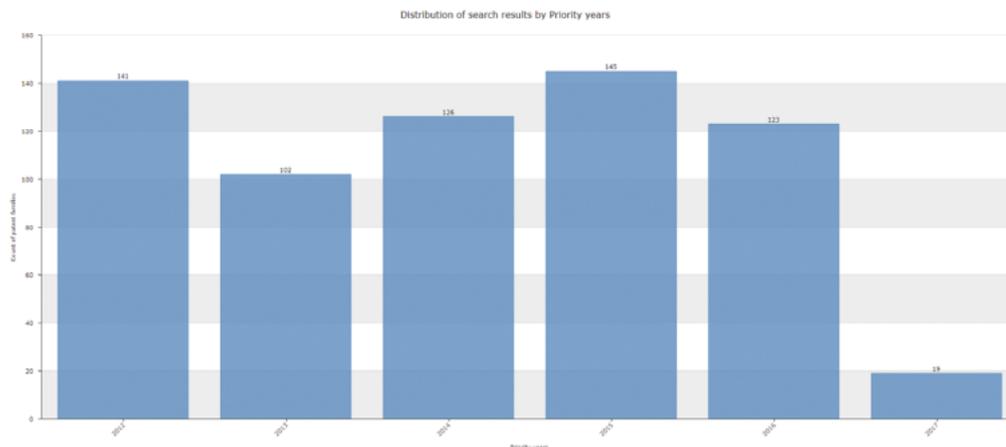


Рис. 6. Динамика подачи заявок в области оптики с 2012 по 2017 г.

Источник: БД Orbit, данные на 30.06.2017 г.

Таблица 3

**Распределение изобретений по направлениям исследований**

Область техники, к которой относятся объекты патентования	Количество патентов
Мазеры, т.е. квантовые устройства для генерирования, усиления, модуляции, демодуляции или преобразования частоты, использующие стимулированное излучение электромагнитных колебаний с длиной волны, превышающей длину волны колебаний в инфракрасной области спектра, содержащие твердое активное вещество	148
Нелинейная оптика, устройства или приспособления для управления	326
Исследование или анализ материалов с помощью оптических средств	194
Оптические элементы, системы или приборы	136

*Источник: выборка авторов по данным БД Orbit на 30.06.2017 г.*

щью ИК-камеры с широким спектром применения (RU2511070). Визуализация изображений при малой мощности, как правило, осуществляется либо сканированием объекта, сфокусированным пучком ТГц-излучения, либо длительной экспозицией. Однако в первом случае для этого требуются мощные источники ТГц-излучения, а во втором – изображение получается малоконтрастным, что не дает возможность получить достоверную информацию об объекте. Данное изобретение обеспечивает повышение помехоустойчивости конструкции, снижение уровня шума и повышение чувствительности при одновременно простой конструкции. Изобретение может быть использовано при создании приборов для регистрации

и анализа ТГц-излучения ( $\nu = 0,1 \text{ ч } 10 \text{ ТГц}$  или  $\lambda = 30 \text{ ч } 3000 \text{ мкм}$ ).

Оптико-терагерцовый преобразователь предложен в патенте RU2522798 (патентообладатель – ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»). Технический результат – повышение выхода рабочего терагерцового излучения, обеспечение функциональной совместимости преобразователя как с электрическим, так и магнитным методом дополнительного усиления вырабатываемого рабочего терагерцового излучения, и повышение надежности преобразователя.

В табл. 4 приведены основные тематические направления нескольких ведущих компаний, к которым относятся их изобретения.

Таблица 4

**Примеры патентуемых решений у ведущих компаний**

Патентообладатель/ общее количество патентов	Примеры областей, к которым относятся патентуемые решения/ номера документов
CHINA JILIANG UNIVERSITY/107	оптико-терагерцовый преобразователь (CN103675999); переключатель терагерцового излучения (CN102928998, CN102928997); расщепитель луча (CN102928918, CN102928919)
CANON/64	устройство и способ получения информации (EP2031374); оптический элемент (CN102194914); элемент генерации терагерцовых волн (US8759779, US8759769)
UNIVERSITY OF SHANGHAI FOR SCIENCE & TECHNOLOGY/31	устройство регулировки электромагнитных волн (CN102879971); фильтр терагерцового диапазона (CN103779636, CN103576228); терагерцовый волновод с малыми потерями (CN103457009)
TIANJIN UNIVERSITY/27	лазерная техника (CN104701713, CN204517126); терагерцовый источник излучения (CN103427328); терагерцовый электро-оптический модулятор (CN205427368)

*Источник: выборка авторов по данным БД Orbit на 30.06.2017 г.*

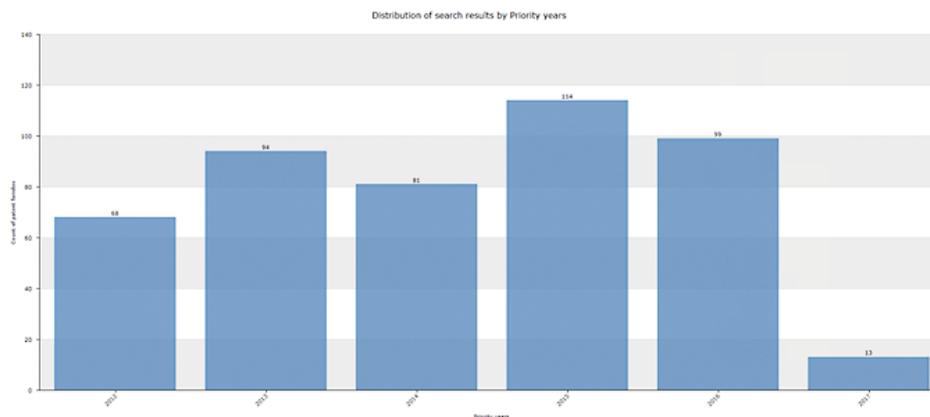


Рис. 7. Динамика подачи заявок в области телекоммуникаций с 2012 по 2017 гг.

Источник: БД Orbit, данные на 30.06.2017 г.

### 3. Телекоммуникации

В области телекоммуникаций по запросу, включающему ключевые слова «terahertz OR Thz» и «telecommunications NOT (measurement OR optics)» выявлено 518 патентных семейств.

Динамика подачи заявок приведена на рис. 7.

Из графика видно, что на протяжении пяти лет технические решения в области телекоммуникаций стабильно активно патентуются.

Распределение изобретений по направлениям исследований представлено в табл. 5.

В качестве примера можно привести перестраиваемый метаматериальный фильтр, который обеспечивает высокую частотную избирательность терагерцевого излучения (RU2469446, KR20130054902), запатентованный совместно ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) и корпорацией «САМСУНГ ЭЛЕКТРОНИКС Ко., Лтд.».

Примером другой совместной разработки немецкой компании РОБЕРТ БОШ ГМБХ и французской СЕА КОММИССАРИАТ А Л'ЭНЕРЖИ АТОМИК Э О ЭНЕРЖИ АЛЬТЕРНАТИВ может служить многоспектральный датчик, запатентованный в ряде стран Европы, Индии, России и США (US8816282). Преимущество данного изобретения состоит в возможности работы всех компонентов датчика при комнатной температуре. Изобретение обеспечивает расширение спектрального диапазона измерений.

Компании КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС ЭЛЕКТРОНИКС Н.В. принадлежит патент на антенну терагерцевого частотного диапазона (патент EP2438410).

Наибольшее количество патентов принадлежит китайской компании CHINA JILANG UNIVERSITY (94 шт.).

В табл. 6 приведены основные тематические направления нескольких ведущих компаний, к которым относятся их изобретения.

Таблица 5

#### Распределение изобретений по направлениям исследований

Область техники, к которой относятся объекты патентования	Количество патентов
Вспомогательные устройства: частотно-избирательные устройства или частотные дискриминаторы, например фильтры	112
Антенны с активными схемами, элементы конструкции антенн	152
Способы и устройства, специально предназначенные для изготовления волноводов или резонаторов, линий или других устройств типа волноводов.	49

Источник: выборка авторов по данным БД Orbit на 30.06.2017 г.

Таблица 6

## Примеры патентуемых решений у ведущих компаний

Заявитель/общее количество патентов	Примеры областей, к которым относятся патентуемые решения/ номера документов
CHINA JILIANG UNIVERSITY/94	фильтры терагерцовых волн (CN103022601, CN103035982, CN102931457, CN204216188, CN203707288 и др.)
TIANJIN UNIVERSITY/20	антенны (CN106298978, CN206116411, CN106887670, CN106229644, CN106450665)
KOREA ELECTRONICS TELECOMM/22	устройства и способы для генерации непрерывной волны терагерцового излучения (JP5211117, KR101754275, US9130082, GB2484407)
SOUTHEAST UNIVERSITY NANJING/19	новые искусственные электромагнитные материалы (CN104752840, CN204348919, CN104577350, CN106229692)

Источник: выборка авторов по данным БД Orbit на 30.06.2017 г.

## 4. Полупроводники

В области полупроводников за последние 5 лет по запросу, включающему сочетание ключевых слов «terahertz OR Thz» и «semiconductors», выявлено 510 патентных семейств.

Динамика подачи заявок приведена на рис. 8.

Из графика видно, что на протяжении пяти лет также стабильно активно патентуются технические решения в области полупроводников.

Распределение изобретений по направлениям исследований представлено в табл. 7.

Компания IBM принадлежит патент на полупроводниковое устройство формирования

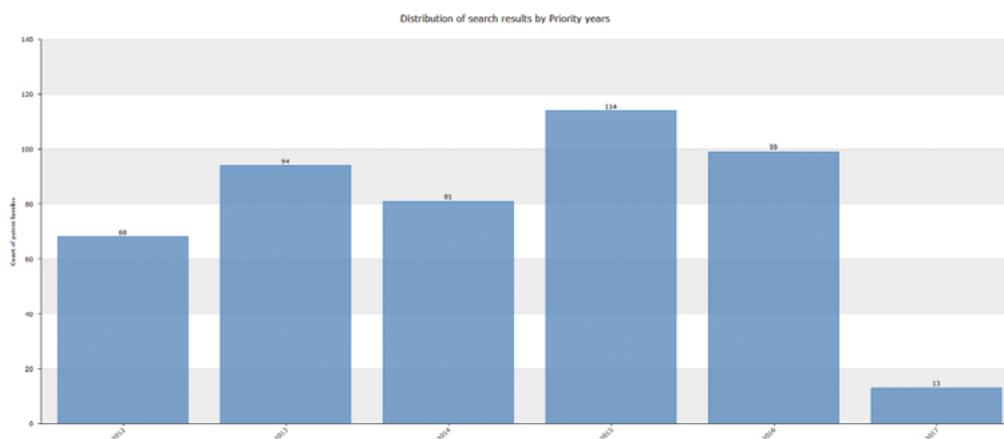


Рис. 8. Динамика подачи заявок в области полупроводников с 2012 по 2017 гг.

Источник: БД Orbit, данные на 30.06.2017 г.

Таблица 7

## Распределение изобретений по направлениям исследований

Область техники, к которой относятся объекты патентования	Количество патентов
Полупроводниковые приборы, предназначенные либо для преобразования энергии излучения в электрическую энергию, либо для управления электрической энергией с помощью излучения; для выпрямления, усиления, генерирования или переключения	417
Исследование или анализ материалов	93

Источник: расчеты авторов по данным БД Orbit на 30.06.2017 г.

Таблица 8

## Примеры патентуемых решений у ведущих компаний

Заявитель/общее количество документов	Примеры областей, к которым относятся патентуемые решения/ номера документов
CANON/32	устройства для обнаружения терагерцевых волн (WO2016203712, US8481939, JP5283981, US8835853, US20160169746)
SEIKO EPSON/30	устройства формирования изображения (EP2610923, US8841616, US9239266, EP2811275, JP2015142101)
CN ELECT TECHNOLOGY NO 13 RESEARCH INSTITUTE /17	диоды с барьером Шоттки (CN205692840, CN104465796, CN203300652, CN203859118)
NANJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY / 13	детекторы терагерцевых волн (CN106024821, CN105140248, CN105449030)
ELECTRONICS & TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE/11	способы и устройства для генерации / детектирования терагерцевых волн (US9130082, US8957441, US9715069, GB2484407)

Источник: выборка авторов по данным БД Orbit на 30.06.2017 г.

изображения (US8354642). Изобретение относится к монолитному пассивному детектору ТГц, имеющему концентрацию энергии на подпиксельной платформе на основе микроэлектромеханических систем (MEMS).

Полупроводниковое устройство на структуре со сверхрешеткой, работающее в поле частоты терагерцевых частот (от 300 GHz до THz), запатентовано на имя CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS и INSTITUTE TELECOM TELECOM PARIS TECHNOLOGY (FR2980642).

В табл. 8 приведены основные тематические направления нескольких ведущих компаний, к которым относятся их изобретения.

## 5. Медицинские технологии

В области медицинских технологий за последние 5 лет по запросу, включающему сочетание ключевых слов «terahertz OR THz» и «medical technology» выявлено 265 патентных семейств.

Динамика подачи заявок приведена на рис. 9.

Из графика видно, что на протяжении пяти лет стабильно активно патентуются технические решения в области медицинских технологий.

Распределение изобретений по направлениям исследований представлено в табл. 9.

Российская компания ООО «Дипольные структуры» получила патенты в РФ и ряде Европейских стран на способ стимуляции

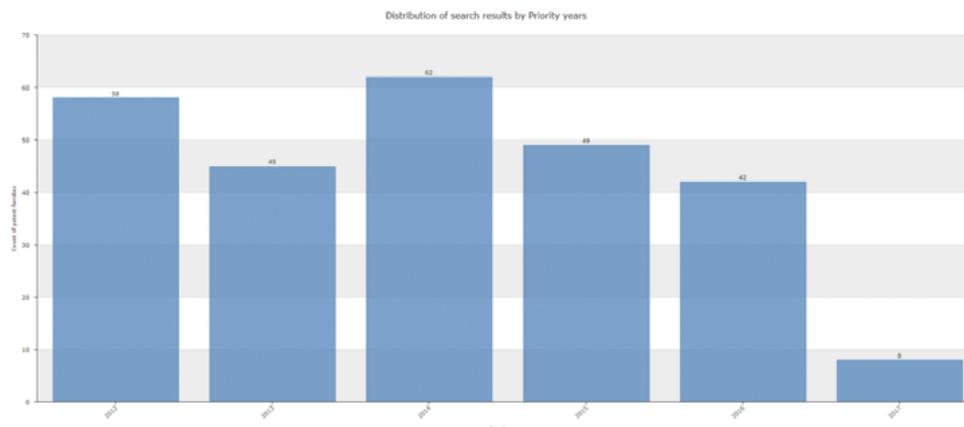


Рис. 9. Динамика подачи заявок в области медицинских технологий с 2012 по 2017 гг.

Источник: БД Orbit, данные на 30.06.2017 г.

Таблица 9

**Распределение изобретений по направлениям исследований**

Область техники, к которой относятся объекты патентования	Количество патентов
Измерение для диагностических целей; опознание личности	179
Лучевая терапия, аппаратура для лучевой диагностики	62
Исследование или анализ материалов	24

Источник: выборка авторов по данным БД Orbit на 30.06.2017 г.

основных биохимических реакций организма для лечения и регенерации тканей, панель для лечения и регенерации тканей и излучатель. Способ заключается в облучении участков кожи терагерцовым излучением в диапазоне от 0,02 до 8 ТГц, в качестве несущей частоты которого выступает инфракрасное излучение от 1 до 56 мкм (RU2314844, EP1964590). Облучение биотканей всем диапазоном терагерцовых частот при увеличении глубины их проникновения приводит к фотостимулированию биохимических реакций вследствие совпадения частоты терагерцового излучения с резонансными частотами колебаний межклеточных (и внутриклеточных мембран) и белковых молекул. Способ позволяет увеличить эффективность заживления пораженных биотканей путем облучения в терагерцовом диапазоне.

Известен источник терагерцового излучения (RU2622093, ГОУ ВПО Кыргызско-Российский Славянский университет). Изобретение относится к источникам терагерцового излучения и может применяться в медицинских исследованиях при визуализации злокачественных опухолей, для неразрушающего контроля качества лекарств в фармацевтике и для сканирования людей в аэропортах, вокзалах и местах проведения массовых мероприятий с целью обнаружения предметов, укрываемых под одеждой. Технический результат изобретения заключается в увеличении сечения потока терагерцового излучения и, как следствие, в повышении мощности источника терагерцового излучения.

В табл. 10 приведены основные тематические направления нескольких ведущих компаний, к которым относятся их изобретения.

Таблица 10

**Примеры патентуемых решений у ведущих компаний**

Патентообладатель/ общее количество патентов	Примеры областей, к которым относятся патентуемые решения/ номера документов
CANON/9	устройство для получения биологической информации (EP1732441); устройство и способ для вычисления местоположения аномальной ткани в объекте (US2015148656)
SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY CAS/8	ТГц игла (CN103169450); медицинский зонд (CN103170064); система визуализации терагерцового излучения (CN103767682)
SIEMENS/7	медицинское устройство обследования и/или лечения (EP2542152); устройство для комбинированной магнитно-резонансной томографии и позитронно-эмиссионной томографии (US8768432)
SHENZHEN YITI TAITANG TECHNOLOGY/5	устройства для измерения уровня глюкозы в крови (CN205251548, CN204654948 CN104873207, CN20465495)
UNIVERSITY OF SEOUL/5	устройство для формирования изображения человеческого тела (GB2459947); способ томографии и устройство для получения трехмерного изображения опухоли (KR101489644, KR101149352)

Источник: выборка авторов по данным БД Orbit на 30.06.2017 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решения с использованием электромагнитного излучения терагерцового (ТГц) диапазона в настоящее время интенсивно патентуются. В 1980 г. количество изобретений по этой тематике составляло единицы, с 1980 по 1998 г. ежегодный прирост изобретений по исследуемой теме составлял 2–3 патента в год, к 1999 г. количество патентных документов составило 21. Начиная с 2000 г. наблюдается постоянный рост количества изобретений. В 2016 г. количество патентных семейств достигло цифры 754.

Приведенные сведения показывают, что терагерцовые технологии имеют чрезвычайно широкие перспективы применения в различных отраслях, при этом спектр областей использования THz постоянно расширяется. При этом следует отметить достаточно условное деление, так как одно и то же изобретение может быть проклассифицировано одновременно в нескольких областях.

Наибольшее количество изобретений было выявлено в области измерительной техники, оптики, телекоммуникациях. Стабильный положительный прирост количества заявок на изобретения в исследуемой области свидетельствует о том, что исследуемая тематика относится к области перспективных исследований.

ТГц излучение в медицине предназначено для визуализации тканей, его используют в терапии и хирургии, в биохимических и биофизических исследованиях.

ТГц излучение находит применение в системах безопасности и специальной технике противодействия терроризму и борьбе с наркотиками, при создании устройств дистанционного обнаружения скрытых токсических и взрывчатых веществ.

Ряд патентуемых решений направлен на создание компактных генераторов и приемников ТГц-излучения, управляющих устройств ТГц излучением (переключателей, модуляторов, фазовращателей), созданию новых искусственных материалов с заданными свойствами, метаматериалов.

Запатентованы устройства, предназначенные для генерирования, усиления, модуляции, демодуляции или преобразования частоты.

С помощью терагерцовых систем можно исследовать различные материалы, идентифицировать многие химические вещества.

Перспективным направлением также является создание новых искусственных материалов с заданными свойствами, метаматериалов.

Ведущими странами по количеству патентов выданных национальным заявителям в рассматриваемой области являются Китай, США, Япония, Великобритания, Германия.

Выявленный на основе анализа патентной литературы спектр областей применения терагерцовых технологий коррелирует с тем, что освещен в научно-технической литературе. Однако при патентном поиске были выявлены и такие области, которые не упоминаются в известных не патентных источниках [3–7].

## ЛИТЕРАТУРА

1. База данных Questel (2017) / Orbit. <https://www.orbit.com>.
2. Приказ Роспатента от 23 января 2017 г. № 8 (2017) Методические рекомендации по подготовке отчетов о патентном обзоре (патентный ландшафт) / Роспатент.
3. Киричук В.Ф., Иванов А.Н., Цымбал А.А. и др. (2011) Применение терагерцовой терапии в клинической практике (методические рекомендации) // Миллиметровые волны в биологии и медицине. № 1. С. 32–75.
4. Чекрыгина И.М., Чекрыгин А.Э., Чекрыгин В.Э. (2010) Терагерцовые технологии – медицине / 20-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». 13-17 сентября. Севастополь.
5. Yun-Shik Lee (2009) Principles of Terahertz Science and Technology // Springer. 56 p.
6. Якунин А.С. (2012) Устройства поляризации радиоволн в терагерцовом диапазоне частот. Новые принципы построения / Монография. М.: Радиотехника.
7. Терагерцовое излучение (2017) / Википедия. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Терагерцовое\\_излучение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Терагерцовое_излучение).

## REFERENCES

1. Questel data-base (2017) / Orbit. <https://www.orbit.com/>
2. Order of Rospatent dated 23 January 2017 №8 (2017) Methodological recommendations on preparing reports about patent reviews (patent landscape) / Rospatent.
3. Kirichuk V.F., Ivanov A.N., Cymbal A.A. et al. (2011) Application of terahertz therapy in clinical practices (methodological recommendations) // *Microwaves in biology and medicine*. № 1. P. 32-75.
4. Chekrygina I.M., Chekrygin A.Je., Chekrygin V.Je. (2010) Terahertz technologies in medicine / 20th Int. Crimean Conference «Microwave & Telecommunication Technology». 13-17 September, Sevastopol.
5. Yun-Shik Lee (2009) Principles of Terahertz Science and Technology // Springer. 56 p.
6. Yakunin A.S. (2012) Devices for polarising radiowaves in terahertz frequency spectrum. New construction principles / Monography. M.: Radiotechnics.
7. Terahertz radiation (2017) / Wikipedia. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Терагерцевое\\_излучение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Терагерцевое_излучение).

## UDC 347.77, 538.9

Usanov D.A., Romanova N.V., Saldina E.A. *Prospects and trends in the development of terahertz technologies: patent landscape* (Saratov State University after N.G. Chernishevskiy, Saratov, Russia)

**Abstract.** The article is dedicated to the analysis of areas where terahertz radiation is applicable with the help of a patent papers review, as well as to obtaining knowledge about the invention activity changes in this area over the past 35 years.

Orbit patent databases' capabilities were used to complete this analysis. Data search was conducted by keywords "terahertz" or "THz." The searches were neither limited by submission dates, by priorities, nor by the country. A comprehensive analysis will allow to determine a more than 7389 patent-analog families' applications submitted in the period between 1980 and 2017 years. Statistical processing of obtained documents has been completed with the assistance of program software, indicated in the database. It was revealed that terahertz technologies have significant prospects to be applied in various areas; a fact, that is confirmed by an identified range of fields, where electromagnetic radiation of terahertz spectrum is applicable and is constantly growing. The dynamics of patenting is characterized by annual stable positive growth in the number of applications for inventions in the researched area. The highest number of inventions was identified in the field of instrumentation technologies, optics, telecommunications, semiconductor technologies, and medicine. Additionally, there was analyzed the state of patenting over the course of last five years. Examples of inventions were given. There were identified leading countries and companies in the researched area.

**Keywords:** patent, patent landscape, terahertz technologies, terahertz (THz), electromagnetic radiation, measuring equipment, optics, telecommunications, semiconductors, medical technologies.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-3-189-202