

Для цитирования: Авдзейко В. И., Карнышев В. И., Паскаль Е. С. Анализ перспективных направлений развития систем, использующих отражение или вторичное излучение акустических волн // Вопросы радиоэлектроники. 2020. № 7–8. С. 6–13.
DOI 10.21778/2218-5453-2020-7-8-6-13
УДК 534.6.08, 534.24, 534.21, 534.232, 608.3, 347.771.3

В. И. Авдзейко¹, В. И. Карнышев¹, Е. С. Паскаль¹

¹Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ОТРАЖЕНИЕ ИЛИ ВТОРИЧНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН*

Для выявления перспективных направлений развития радиоэлектронных систем, использующих отражение или вторичное излучение акустических волн, применен метод патентного анализа, который основан на формировании временных рядов патентов США и сравнении между собой различных технических решений по количеству патентов, зарегистрированных в конкретных подгруппах Международной патентной классификации (МПК), и динамике их выдачи на интервале 2010–2019 гг. Использование МПК позволяет проводить эффективный поиск и классификацию технических решений, выполнять ретроспективный анализ, а также формировать прогнозные оценки развития технологий с привлечением открытых ресурсов различных патентных ведомств. В результате исследования установлено, что последние десять лет успешно развиваются все виды систем, использующих отражение акустических волн. Наиболее перспективными среди них являются системы для определения местоположения цели за счет измерения только дальности, использующие передачу прерывистых импульсно-модулированных сигналов.

Ключевые слова: акустические системы, патентный анализ, Международная патентная классификация, временные ряды, системы особого применения

Введение

Несколько десятилетий назад патентная информация использовалась в основном в процессе формирования заявок на изобретения при проведении патентного поиска. Появление компьютеризированных баз данных позволило значительно расширить области применения патентной информации для проведения анализа патентной деятельности на уровне страны, отрасли или компании. Основная цель такого анализа заключается в выявлении и прогнозировании направлений развития и технических изменений в конкретных областях исследований. Качество и уровень анализа патентной информации определяют успех выполнения проекта, а следовательно, и успех предприятия. Такое использование патентной информации нашло применение при разработке тактических и стратегических планов развития как на уровне страны [1], так и на уровне отдельных компаний или лабораторий [2].

Патентная информация хорошо структурирована в соответствии с МПК, а существующие базы данных патентов, например www.uspto.gov, www.wipo.int, www.espacenet.com и др., содержат громадное количество патентов и постоянно пополняются. В работе [3] приведено обоснование применения МПК для проведения патентного анализа, использование которого позволяет снизить трудоемкость и сократить потери информации в процессе ее обработки.

Патентная документация как источник информации

Одним из условий выдачи патента является раскрытие сущности изобретения в подаваемой патентной заявке, которая в обязательном порядке должна содержать титульную страницу, реферат и описание изобретения, включая чертежи и одну или несколько формул изобретения.

Титульный лист отражает библиографическую информацию: название изобретения, даты подачи

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-07-01270А.

заявки и получения приоритета, техническую область, имя и адрес заявителя и изобретателя, реферат и чертеж, поясняющий принцип действия изобретения. Данную библиографическую информацию можно использовать для патентного анализа, а именно – выявить область техники, дату подачи заявки, страну, компанию, а также заявителя и изобретателя.

Описание изобретения позволяет раскрыть и понять сущность изобретения. Этому способствуют примеры и чертежи, поясняющие, как изобретение работает на практике. Использование описаний изобретения – это следующий этап патентного анализа, который позволяет выявить технические решения и тенденции их развития в конкретных областях техники. Этот этап – самый трудоемкий, предполагающий высокую квалификацию аналитика, но и самый эффективный. Анализ большого количества патентов в одной подгруппе МПК с большой вероятностью позволяет выявить на ближайшие годы тенденции развития в исследуемых областях техники.

Формулы изобретения устанавливают объем правовой охраны, использование ключевых слов или словосочетаний в процессе их обработки позволяет выявить группы и подгруппы МПК, в которых могут регистрироваться аналогичные патенты, что способствует расширению области проводимых патентных исследований.

Достоинства и недостатки использования патентной информации для анализа

Достоинства патентной документации основаны на полноте и уникальности информации, опережении публикуемых сведений по отношению к рыночной продукции, реализующей изобретение. Полнота информации объясняется требованиями раскрытия сущности, ясности изложения, подробного описания технологии реализации предлагаемого технического решения. По некоторым оценкам патенты содержат около 80% научной и технической информации, которая отсутствует в других источниках [4].

Модернизация структуры классов, подклассов, групп и подгрупп МПК осуществляется крайне консервативно, поэтому новейшие направления развития техники и технологии не отражаются в МПК, не формируются новые группы и подгруппы, особенно на уровне схемных решений. Отсутствие доступного программного обеспечения сдерживает проведение анализа большого количества патентов, что, в свою очередь, снижает достоверность прогнозирования, а необходимость обработки большого количества информации повышает трудоемкость анализа. На достоверность прогнозирования направлений развития оказывает влияние и политика сохранения промышленных секретов, реализуемая

путем оформления «ложных» патентов, мер по обеспечению секретности технологической информации, публикаций в доступных средствах информации с целью ограничения возможности другим получить патент на это изобретение.

Тем не менее патентная информация, особенно в странах с развитой экономикой, является ключевым методом для анализа и выявления перспективных и прорывных направлений развития отраслей и предприятий, в том числе среднего и малого бизнеса.

Анализ патентной информации

Условно анализ патентной информации реализуется двумя путями – проведением количественного и качественного анализа. Количественный анализ основан на формировании специализированных баз данных патентов и их статистической обработке. Характер изменения количества патентов в заданный промежуток времени позволяет косвенно судить о дальнейшем развитии конкретных направлений исследований. Количественный анализ не позволяет учитывать степень значимости патентов, что возможно при использовании качественного метода.

Качественный метод основан на изучении полной патентной документации, библиометрических данных, цитирования патентов, анализе «портфеля» предприятия или автора, преимущества публикуемых патентов и еще множества данных, содержащихся в патентной документации. Очевидно, что чем глубже изучается информация, тем достовернее будут полученные результаты. Развитие данного метода сдерживают необходимость обработки большого объема информации и привлечения к исследованию высококвалифицированных специалистов, а также трудоемкость процесса анализа и создания специализированного программного обеспечения.

Одним из подходов, позволяющим выявлять и прогнозировать перспективные направления развития, является анализ технологических трендов с использованием методологии патентных ландшафтов [5, 6]. Помимо выявления преимущественных тенденций развития, известен подход, основанный на поиске ключевых технических решений (патентов), в частности, с использованием сетей цитирования (citation network) [7]. Кроме количественного анализа временных рядов патентов, распространение получил метод, связанный с анализом текстов и цитированием патентной документации [8–10].

По мнению авторов, наиболее перспективен комбинированный метод, основанный на сочетании обоих методов. На первом (количественном) этапе исследований осуществляется сбор патентной

информации – формирование специализированной базы данных патентов, построение и анализ их временных рядов. Результатом этапа является выявление перспективных направлений развития в конкретных областях и тематиках исследований. На втором (качественном) этапе исследований проводится анализ патентов, зарегистрированных в самых перспективных группах и подгруппах МПК.

Выбор базы данных для построения временных рядов

Несколько десятилетий назад изучение патентной информации осуществлялось путем просмотра бумажных носителей. Позже появились базы данных на компактных дисках. Недостатки этих источников заключались в невозможности обновления информации, что удалось устранить при появлении интернета. Развитие компьютерных сетей позволило использовать бесплатные базы данных различных стран. Однако бесплатные базы позволяют проводить обработку информации последовательно для каждого патента из выбранного списка на основе ключевых слов (номер патента, фамилия изобретателя или заявителя) и не подходят для более сложных исследований, требующих одновременной работы с десятками или сотнями патентов. Поэтому на рынке появилось большое количество коммерческих баз данных, например Derwent, Dialog, STN, Questel Orbit, Micropatent, WIPS и т. д., с различными формами оплаты предоставляемых услуг. В случае необходимости постоянного использования патентной информации коммерческих баз данных стоимость услуг становится очень высокой.

На наш взгляд, целесообразно создавать постоянно пополняемые специализированные базы данных самостоятельно, например, по группам или подгруппам МПК, в которых проводятся исследования. В этом случае удастся проводить количественный анализ в конкретной области исследований и отслеживать динамику количества регистрируемых патентов.

Одним из крупнейших и постоянно пополняемых ресурсов, обеспечивающих непосредственный доступ к полнотекстовым описаниям патентов, является интернет-портал патентного ведомства США (USPTO), который выбран в качестве основного источника информации для настоящего исследования. В работах [11, 12] рассмотрен программный подход, позволяющий формировать перечни патентов США по заданным номерам патентов, подгруппам МПК, ключевым словам и словосочетаниям, создавать обновляемые локальные базы патентов, получать сведения о количественном распределении патентов во всех подгруппах МПК, формировать временные ряды, производить их обработку и строить ряды в заданном временном интервале.

Анализ систем, использующих отражение или вторичное излучение акустических волн

Анализ акустических систем проведем путем последовательного сравнения количества патентов на них, классифицированных на одинаковых уровнях МПК, начиная с классифицированных в основных группах, затем – в подгруппах по мере снижения их уровней – от принципов построения систем к конкретным схемным решениям.

Системы с использованием отражения или вторичного излучения акустических волн, например системы гидроакустических станций, в соответствии с МПК имеют следующие модификации:

- с использованием отражения акустических волн (G01S15/02–G01S15/62);
- звуколокационные следящие системы (G01S15/66);
- системы, использующие вторичное излучение акустических волн, например системы распознавания типа «свой – чужой» (G01S15/74);
- комбинации систем гидроакустических станций (G01S15/87);
- системы, специально предназначенные для особых применений (G01S15/88–G01S15/96).

Количество патентов, выданных на эти модификации за последние 10 лет, приведено в таблице.

Очевидно, что наибольшее количество патентов было выдано на системы с использованием отражения акустических волн, и на системы, специально предназначенные для особых применений. В соответствии с принятым допущением о том, что количество выданных патентов отражает перспективность развития исследуемых систем, можно сделать вывод, что эти две модификации в последние годы получили наибольшее развитие. В свою очередь, эти модификации имеют свои разновидности, поэтому для выявления среди них самых перспективных также проведем патентный анализ.

Анализ систем с использованием отражения акустических волн

Системы с использованием отражения акустических волн подразделяются на системы для обнаружения цели (G01S15/04), системы для определения местоположения цели (G01S15/06–G01S15/46) и измерительные системы, основанные на относительном перемещении цели (G01S15/50–G01S15/62). В таблице приведены данные о количестве выданных патентов за последние 10 лет на эти варианты систем.

На рис. 1 представлена диаграмма, иллюстрирующая динамику выдачи патентов за последние пять лет, в течение которых наблюдается значительный рост их количества.

Временные ряды на рис. 1 показывают, что в последние годы все варианты данных систем успешно развиваются, но наибольшее количество патентов было выдано на системы для определения местоположения цели (G01S15/06–G01S15/46). В соответствии с МПК данные системы подразделяются на три подкатегории. Для выявления наиболее перспективных из них проведем анализ.

Анализ систем с использованием отражения акустических волн для определения местоположения цели

В соответствии с МПК системы для определения местоположения цели разрабатываются для измерения только дальности (G01S15/08–G01S15/36), одновременного измерения дальности и других координат (G01S15/42), косвенного определения данных местоположения (G01S15/46). На рис. 2

приведены временные ряды, характеризующие динамику выдачи патентов в этих подгруппах за последние 10 лет.

Сравнение диаграмм, приведенных на рис. 2, позволяет сделать вывод о том, что среди данных систем наиболее перспективными являются системы для определения местоположения цели, осуществляющие измерение только дальности. В соответствии с МПК эти системы, в свою очередь, выполняются с использованием передачи прерывистых импульсно-модулируемых сигналов (G01S15/10–G01S15/18) и с использованием передачи непрерывных немодулированных колебаний и колебаний, модулированных по амплитуде, частоте или фазе (G01S15/32–G01S15/36). Сравним эти системы между собой по числу патентов (табл.).

Как видно из приведенных в таблице значений, системы с использованием передачи прерывистых

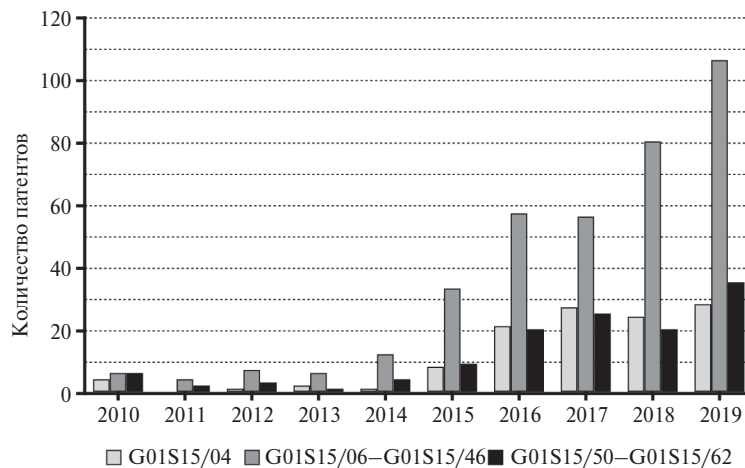


Рисунок 1. Количество патентов США, выданных на варианты выполнения систем с использованием отражения акустических волн

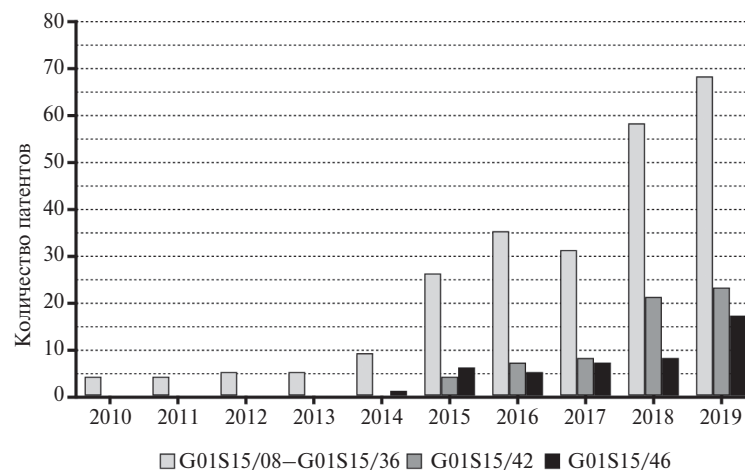


Рисунок 2. Количество патентов США, выданных на системы для определения местоположения цели

импульсно-модулированных колебаний в последние годы являются более перспективными. В свою очередь, данные системы имеют три модификации со следующими особенностями:

- частота повторных импульсов изменяется с целью обеспечения требуемой временной зависимости между моментом передачи одного импульса и моментом приема отраженного предшествующего импульса (G01S15/12);
- время начала и конца импульсов напряжения или тока непосредственно связано с моментами передачи импульса и приема отраженного сигнала (G01S15/14);
- используются стробирующие импульсы (G01S15/18).

В соответствии с данными таблицы выделить какую-либо из этих подгрупп как самую перспективную не представляется возможным, поэтому следует продолжать наблюдение за динамикой выдачи патентов в подгруппах в ближайшие 2–3 года.

Анализ измерительных систем с использованием отражения акустических волн, основанных на относительном перемещении цели

Измерительные системы, основанные на относительном перемещении цели, применяются для распознавания различия между неподвижным и подвижным объектами или между объектами, движущимися с различными скоростями (G01S15/52), и для определения скорости или траектории движения, а также для определения знака направления движения (G01S15/58–G01S15/62). На рис. 3 приведены временные ряды патентов, выданных в этих подгруппах за последние 10 лет.

Обе разновидности измерительных систем за анализируемый промежуток времени

развиваются, однако, общее число патентов, выданных на системы для определения скорости или траектории движения, а также для определения знака направления движения примерно в три раза превышает количество патентов, выданных на системы для распознавания различия между неподвижными и подвижными объектами или между объектами, движущимися с различными скоростями. Следовательно, можно спрогнозировать, что в ближайшие 3–5 лет разработчики будут отдавать предпочтение именно системам первого вида.

В свою очередь, измерительные системы для определения скорости или траектории движения, а также для определения знака направления движения могут быть реализованы с передатчиком и приемником, установленными на движущихся объектах, например, для определения скорости летательных аппаратов относительно земли, угла сноса, наземного курса объекта (G01S15/60) или определения знака направления движения (G01S15/62). Количественные значения патентов для этих систем приведены в таблице.

Несмотря на малое число зарегистрированных патентов, можно констатировать, что при четырехкратном численном превосходстве над подгруппой G01S15/62 системы с передатчиком и приемником, установленными на движущихся объектах, являются наиболее перспективными среди измерительных систем, основанных на относительном перемещении цели.

Анализ систем, специально предназначенных для особых применений

Специальные акустические системы используются в соответствии с МПК для картографирования или отображения (G01S15/89), предотвращения столкновений (G01S15/93) и нахождения косяков

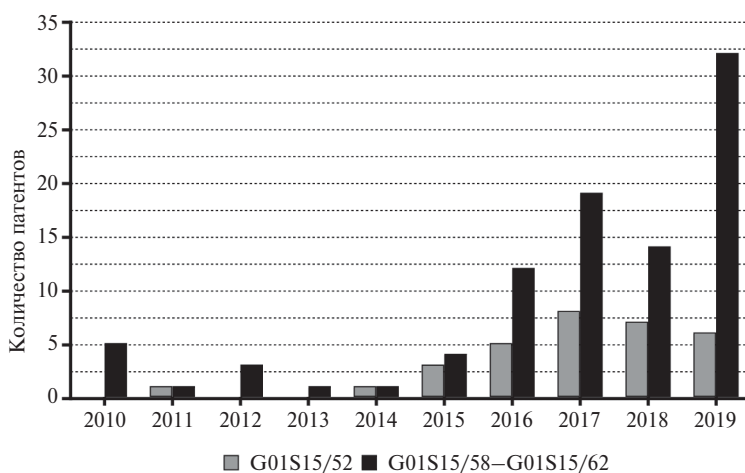


Рисунок 3. Динамика выдачи патентов США на измерительные системы

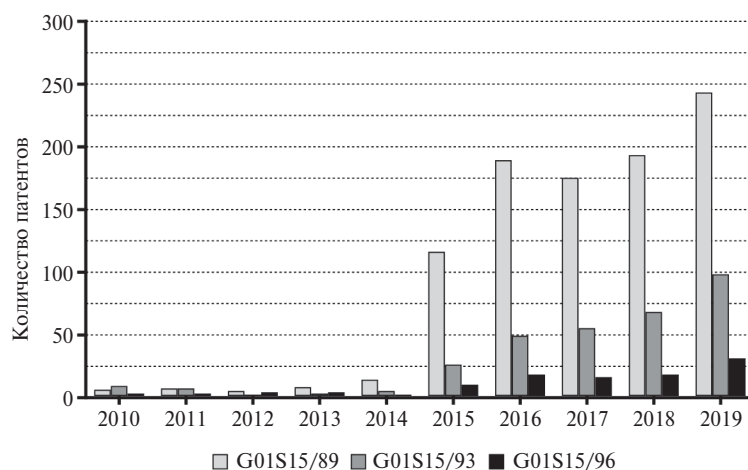


Рисунок 4. Динамика выдачи патентов США на системы, предназначенные для особых применений

Таблица. Количество патентов США, выданных в подгруппах МПК с 2010 по 2019 гг.

Подгруппа МПК	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Всего
Патенты, выданные на модификации акустических систем											
G01S15/02 – G01S15/62	15	7	12	12	20	65	110	134	145	192	712
G01S15/66	1	0	0	0	2	3	5	9	6	12	38
G01S15/74	1	1	0	0	0	2	4	8	3	6	25
G01S15/87	1	0	1	0	0	13	32	34	36	51	168
G01S15/88 – G01S15/96	22	15	11	16	21	164	257	257	288	383	1434
Патенты, выданные на системы с отражением											
G01S15/04	4	0	1	2	1	8	21	27	24	28	116
G01S15/06 – G01S15/46	6	4	7	6	12	33	57	56	80	106	367
G01S15/50 – G01S15/62	6	2	3	1	4	9	20	25	20	35	125
Патенты, выданные на разновидности систем для измерения только дальности											
G01S15/10 – G01S15/18	1	2	3	0	0	11	21	18	25	36	117
G01S15/32 – G01S15/36	1	0	0	1	0	1	3	5	7	10	28
G01S15/12	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
G01S15/14	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	4
G01S15/18	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	6
Патенты, выданные на системы с передатчиком и приемником, установленными на движущихся объектах, и с определением знака направления движения											
G01S15/60	3	0	0	0	0	2	6	6	3	5	25
G01S15/62	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	6
Патенты, выданные на системы для особых применений											
G01S15/89	5	6	4	7	13	115	188	174	192	242	946
G01S15/93	8	6	1	2	4	25	48	54	67	97	312
G01S15/96	2	2	3	3	1	9	17	15	17	30	99

рыб (G01S15/96). В таблице приведено количество патентов на эти системы, выданных за последние 10 лет. Очевидное преимущество имеют системы для картографирования или отображения, за это время на них выдано в три раза больше патентов, чем на системы для предотвращения столкновений, и в 9,5 раз больше, чем на системы для картографирования (рис. 4).

Заключение

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- среди акустических систем наибольшее внимание уделяется патентованию технических решений с использованием систем с отражением акустических волн (G01S15/02–G01S15/62), а также системам, специально предназначенным для особых применений (G01S15/88–G01S15/96);
- наиболее перспективными среди систем с отражением акустических волн являются системы для определения местоположения цели за счет измерения только дальности, использующие передачу прерывистых импульсно-модулированных сигналов (G01S15/10–G01S15/18);
- наилучшую динамику патентования демонстрируют акустические системы, специально предназначенные для картографирования или отображения (G01S15/89).
- все системы с использованием отражения акустических волн успешно развиваются, особенно в последние пять лет (2014–2019 гг.);

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Campbell R. S. Patent trends as a technological forecasting tool // World Patent Information. 1983. Vol. 5. P. 137–143.
2. Moge M. E. Using patent data for technology analysis and planning // Research Technology Management. 1991. Vol. 34. P. 43–49.
3. Kim J., Hwang M., et al. Technology trends analysis and forecasting application based on decision tree and statistical feature analysis // Expert Systems with Applications. 2012. Vol. 39. P. 12618–12625.
4. Ruotsalainen L. Data mining tools for technology and competitive intelligence // VTT Tiedotteita, Research Notes 2451. Espoo, 2008. 63 p.
5. Liu Z., Jia Z., et al. A patent analysis of prognostics and health management (PHM) innovations for electrical systems // IEEE Access. 2018. Vol. 6. P. 18088–18107.
6. Анализ технологических трендов на основе построения патентных ландшафтов / С. В. Кортков, Д. Б. Шульгин, Д. Е. Толмачев, А. Д. Егармина // Экономика региона. 2017. Т. 13. № 3. С. 935–947.
7. Kim D., Lee B., et al. Automated detection of influential patents using singular values // IEEE Transactions on Automation Science and Engineering. 2012. Vol. 9. Iss. 4. P. 723–733.
8. Ki W., Kim K. Generating information relation matrix using semantic patent mining for technology planning: a case of nano-sensor // IEEE Access. 2017. Vol. 5. P. 26783–26797.
9. Nam S., Kim K. Monitoring newly adopted technologies using keyword based analysis of cited patents // IEEE Access. 2017. Vol. 5. P. 23086–23091.
10. Yoon J., Kim K. Identifying rapidly evolving technological trends for R&D planning using SAO-based semantic patent networks // Scientometrics. 2011. Vol. 88. No. 1. P. 213–228.
11. Патентный анализ: выявление перспективных направлений развития радиоэлектронных систем, использующих отражение и вторичное излучение радиоволн / В. И. Авдзейко, В. И. Карнышев, Р. В. Мещеряков, Е. С. Паскаль // Радиопромышленность. 2019. Т. 29. № 1. С. 53–61.
12. Авдзейко В. И., Карнышев В. И., Мещеряков Р. В. Патентный анализ. Выявление перспективных и прорывных технологий // Вопросы инновационной экономики. 2018. Т. 8. № 1. С. 79–90.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Авдзейко Владимир Игоревич, к. т. н., ст. научный сотрудник, зам. начальника научного управления, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), Российская Федерация, 634050, Томск, Ленина пр-т, д. 40, тел.: 8 (909) 546-48-86, e-mail: avi@main.tusur.ru.

Карнышев Владимир Иванович, к. т. н., начальник патентно-информационного отдела, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), Российская Федерация, 634050, Томск, Ленина пр-т, д. 40, тел.: 8 (961) 095-92-23, e-mail: pio@main.tusur.ru.

Паскаль Евгения Сергеевна, магистрант, ассистент кафедры РТС, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), Российская Федерация, 634050, Томск, Ленина пр-т, д. 40, тел.: 8 (913) 887-64-62, e-mail: evgeniapascal@gmail.com.

For citation: Avdzeyko V.I., Karnyshev V.I., Paskal E.S. Analysis of prospective directions for development of systems using reflection or secondary radiation of acoustic waves. *Issues of radio electronics*, 2020, no. 7–8, pp. 6–13. DOI 10.21778/2218-5453-2020-7-8-6-13

V.I. Avdzeyko, V.I. Karnyshev, E.S. Paskal

ANALYSIS OF PROSPECTIVE DIRECTIONS FOR DEVELOPMENT OF SYSTEMS USING REFLECTION OR SECONDARY RADIATION OF ACOUSTIC WAVES

In this work, to identify promising areas for the development of electronic systems using reflection or secondary radiation of acoustic waves, a patent analysis method is used based on the formation of time series of US patents and comparison between different technical solutions for the number of patents registered in specific subgroups of the International Patent Classification (IPC), and the dynamics of their issuance in the interval 2010–2019. The use of the IPC allows an effective search and classification of any technical solution, a retrospective analysis, as well as the formation of predictive assessments of the development of technologies, involving open resources of various patent offices. As a result of the study, data were obtained that suggest that all systems using the reflection of acoustic waves have been successfully developing for the past ten years. The most promising among them are systems using reflection of acoustic waves and systems specially designed for special applications. Among systems with reflection of acoustic waves, the most promising systems are systems for determining the location of a target by measuring only range using transmissions of intermittent pulse-modulated signals.

Keywords: acoustic systems, patent analysis, International Patent Classification, time series, special application systems

REFERENCES

1. Campbell R.S. Patent trends as a technological forecasting tool. *World Patent Information*, 1983, vol. 5, pp. 137–143.
2. Moge M.E. Using patent data for technology analysis and planning. *Research Technology Management*, 1991, vol. 34, pp. 43–49.
3. Kim J., Hwang M., et al. Technology trends analysis and forecasting application based on decision tree and statistical feature analysis. *Expert Systems with Applications*, 2012, vol. 39, pp. 12618–12625.
4. Ruotsalainen L. Data mining tools for technology and competitive intelligence. In: *VTT Tiedotteita, Research Notes 2451*. Espoo, 2008, 63 p.
5. Liu Z., Jia Z., et al. A patent analysis of prognostics and health management (PHM) innovations for electrical systems. *IEEE Access*, 2018, vol. 6, pp. 18088–18107.
6. Kortov S.V., Shulgin D.B., Tolmachev D. Ye., Yegarmina A.D. Analysis of technological trends based on the construction of patent landscapes. *Ekonomika regiona*, 2017, vol. 13, no. 3, pp. 935–947. (In Russian).
7. Kim D., Lee B., et al. Automated detection of influential patents using singular values. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 2012, vol. 9, iss. 4, pp. 723–733.
8. Ki W., Kim K. Generating information relation matrix using semantic patent mining for technology planning: a case of nano-sensor. *IEEE Access*, 2017, vol. 5, pp. 26783–26797.
9. Nam S., Kim K. Monitoring newly adopted technologies using keyword based analysis of cited patents. *IEEE Access*, 2017, vol. 5, pp. 23086–23091.
10. Yoon J., Kim K. Identifying rapidly evolving technological trends for R&D planning using SAO-based semantic patent networks. *Scientometrics*, 2011, vol. 88, no. 1, pp. 213–228.
11. Avdzeyko V.I., Karnyshev V.I., Meshcheryakov R.V., Paskal E.S. Patent analysis: revealing the promising trends in the advancement of radio electronic systems using the reflection or reradiation of radio waves. *Radio industry (Russia)*, 2019, vol. 29, no. 1, pp. 53–61. (In Russian).
12. Avdzeyko V.I., Karnyshev V.I., Meshcheryakov R.V. Patent analysis. Identification of promising and breakthrough technologies. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki*, 2018, vol. 8, no. 1, pp. 79–90. (In Russian).

AUTHORS

Avdzeyko Vladimir, Ph. D., deputy head of scientific management, Tomsk state university of control systems and radioelectronics (TUSUR), 40, Lenina Ave., Tomsk, 634050, Russian Federation, tel.: +7 (909) 546-48-86, e-mail: avi@main.tusur.ru.

Karnyshev Vladimir, Ph. D., head of patent information department, Tomsk state university of control systems and radioelectronics (TUSUR), 40, Lenina Ave., Tomsk, 634050, Russian Federation, tel.: +7 (961) 095-92-23, e-mail: pio@main.tusur.ru.

Paskal Evgeniya, undergraduate, Tomsk state university of control systems and radioelectronics (TUSUR), 40, Lenina Ave., Tomsk, 634050, Russian Federation, tel.: +7 (913) 887-64-62, e-mail: evgeniapascal@gmail.com.