

В. И. Авдзейко, В. М. Рулевский, Е. С. Паскаль, В. И. Карнышев

ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ DC/DC КОНВЕРТОРОВ

*V. I. Avdzeyko, M. V. Rulevskiy,
E. S. Paskal, V. I. Karnyshev*

Выявление перспективных направлений развития технических (технологических) решений предлагается осуществлять с помощью патентного анализа. Перспективность и достоверность этого метода объясняется свойством патентной информации опережать по времени практическую реализацию научно-технических достижений. Эффективность патентного анализа подкрепляется постоянным увеличением количества подаваемых заявок и регистрируемых патентов практически во всех патентных ведомствах мира. Одним из известных подходов к патентному анализу является использование баз данных патентов на основе Международной патентной классификации (МПК), которая позволяет осуществлять эффективный поиск и классификацию любого технического решения. Анализ временных рядов выданных патентов позволяет дать оценку тренда развития конкретной технической (технологической) области.

Ключевые слова: конвертеры (преобразователи) энергии, патентный анализ, МПК, патентное ведомство США, временные ряды, тиристоры, транзисторы, прогнозные оценки.

Patent Analysis as a Tool for Promising Trends Identification in DC/DC Converters Advancement

The authors suggest identify promising trends in the technical (technological) solutions advancement employing patent analysis. This method prospective and reliability of is explained by the fact that patent information goes ahead of the of the scientific and technological achievements practical implementation. The patent analysis effectiveness is supported by the steady increase in the number of applications filed for a patent and patents being registered, practically in all patent offices around the world. One of the well-known approaches to the patent analysis is the use of patent databases based on the International Patent Classification (IPC), which allows efficient search for and classify any technical solution. The time series analysis of the issued patents allows estimate a trend in the specific technical (technological) field advancement.

Key words: energy converters, thyristors, transistors, patent analysis, International Patent Classification, USPTO, time series, predictive appraisals.

Выбор наиболее перспективного направления развития является залогом успешности любого технического (технологического) проекта. Практическое применение методов прогнозирования развития во многом облегчает эту задачу и позволяет концентрировать финансовые, материальные, кадровые и иные ресурсы на решение актуальных задач, сократить сроки проведения исследований, разработки и выпуска новой техники, увеличить ее жизненный цикл, обеспечить максимальную прибыль от реализации готовой продукции.

Прогнозирование направлений развития технологий на базе патентного анализа

Исследованию и совершенствованию методов опережающего прогнозирования уделяется большое внимание. Эти методы направлены на выявление перспектив конкретных технических (технологических) направлений.

Интуитивные методы прогнозирования все чаще уступают методам, основанным на анализе статистической информации, содержащей предысторию развития анализируемой области техники. Так, по мнению авторов [1] большое распространение получил библиометрический метод, основанный на свойстве научно-технической информации (публикации в журналах и трудах конференций, патенты, диссертации,

монографии и т. д.) отражать и опережать по времени практическую реализацию научно-технических достижений.

К библиометрическим методам прогнозирования относят патентный метод, публикационный метод, цитатно-индексный метод, а также метод значимости открытий и изобретений.

Наиболее часто при формировании прогнозных оценок используют патентную информацию, которая содержит, помимо прочего, большой объем конкретных сведений о технических (технологических) решениях. Дополнительным преимуществом патентной информации является то, что в ее основе лежит унифицированная Международная патентная классификация (МПК), принятая во всем мире.

Патентная статистика служит надежным и устойчивым индикатором направлений развития различных технических направлений. Так, авторы [2] показали, что данные о патентах можно рассматривать в качестве инструмента прогнозирования для принятия решений на национальном, отраслевом и корпоративном уровнях. В работе [3] отмечается, что статистический анализ данных о международных патентах является ценным инструментом при решении задач корпоративного технологического прогнозирования и планирования. Таким образом, количественный и качественный анализ патентов является в настоящее время

мя одним из лучших способов фиксации технических и технологических изменений, так как он позволяет предсказывать появление новых разработок минимум за 6–18 месяцев до их фактического производства и появления на рынках.

Использование Международной патентной классификации (МПК)

Патентный метод прогнозирования основан на анализе больших объемов данных, что связано со значительными затратами ресурсов на обработку информации. Заметно снизить и даже устранить эти недостатки за счет использования МПК предложено в работе [4]. Авторами [5] предложена методика прогнозирования направлений технического (технологического) развития, основанная на проведении патентного анализа с помощью МПК. Использование Международной патентной классификации и ранжирование патентов по дате подачи заявок или по дате регистрации патентов позволяет выявлять тенденции развития исследуемых технологий [6].

Патентный анализ на основе ресурсов патентного ведомства США

Одной из крупнейших мировых баз данных патентов является Патентное ведомство США (*USPTO*). Отличительной особенностью этого ресурса является практически неограниченный и непосредственный доступ к полнотекстовым описаниям патентов США в формате html и pdf, начиная с 1976 года. С учетом особенностей доступа к патентной информации *USPTO* в работах [7, 8] был рассмотрен подход, позволяющий в автоматическом режиме создавать постоянно обновляемые локальные базы данных полнотекстовых описания патентов, формировать временные ряды с распределением выданных патентов США для заданного временного интервала, произвольных групп (подгрупп) МПК, заданных ключевых слов и т. п., проводить обработку и анализ полученных временных рядов.

В работе, на базе МПК и патентов США на изобретения, анализируются перспективные направления развития в конкретной области техники, описываемой основной группой МПК H02M3/00 “Преобразование энергии постоянного тока на входе в энергию постоянного тока на выходе”.

Анализ преобразователей постоянного напряжения на входе в постоянное напряжение на выходе (DC/DC)

Преобразователи типа DC/DC (конвертеры) предназначены для согласования параметров напряжения постоянного тока питающей сети или источника питания с требуемыми параметрами входного напряжения питания подключаемой нагрузки.

В соответствие с МПК, конвертеры могут быть выполнены без промежуточного преобразования (БПП) в переменный ток: подгруппы H02M3/02 – H02M3/20;

и с промежуточным преобразованием (СПП) в переменный ток: подгруппы H02M3/22 – H02M3/44.

Конвертеры БПП применяются в случаях, когда, например, по техническим условиям не требуется обеспечивать гальваническую развязку между первичным источником питания (аккумуляторной батареей) и нагрузкой; или, когда один или несколько источников питания собственных нужд или отдельных блоков преобразователей схемы управления требуется подключить непосредственно к питающей сети. В последнее время данные схемы нашли широкое применение в устройствах микроэлектроники.

Конвертеры СПП в переменный ток используются для гальванической развязки питающей сети и нагрузки. В этом случае последовательное преобразование постоянного тока в переменный (DC/AC) и переменного тока в постоянный (AC/DC) осуществляется с повышенной частотой для обеспечения высоких массогабаритных показателей преобразователей.

Для проведения патентного анализа конвертеров была сформирована база данных (БД) патентов США на изобретения для группы МПК H02M3 в интервале 1976–2017.

На рис. 1 приведены диаграммы регистрации количества патентов США для двух основных способов – без промежуточного преобразования в переменный ток и с промежуточным преобразованием в переменный ток. Общее количество патентов в группе H02M3, выданных за период с 1976 по 2017 гг., составило 14312 ед.; из них 6864 ед. для конвертеров БПП и 7844 ед. для случая конвертеров СПП.

До 2002 года число патентов для обоих способов преобразования росло, а затем с 2002 по 2006 г. произошло резкое снижение их количества. Начиная с 2006 года снова происходит рост количества выдаваемых патентов с 42 ед. до 1410 ед. в 2017 году для схем БПП, и с 183 ед. до 841 ед., соответственно, для схем СПП.

Такое изменение числа патентов в период с 2002 по 2006 год можно объяснить следующими причинами:

– проведением реформы Международной патентной классификации с 1999 по 2005 годы, итогом

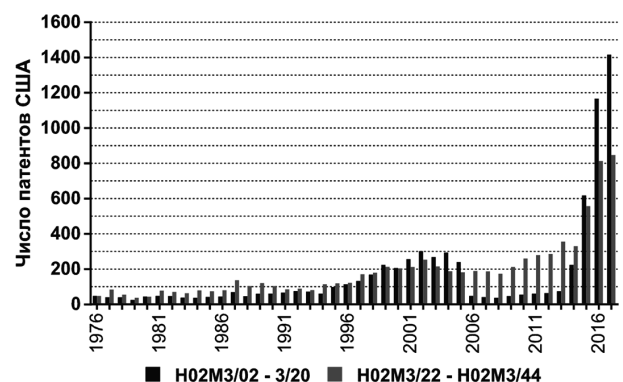


Рис. 1. Распределение числа выданных патентов США на изобретения (1976–2017 гг.) для конвертеров БПП (H02M3/02 – 3/20) и СПП (H02M3/22 – H02M3/44)

которой стало вступление в силу 8-ой редакции МПК с 01.01.2006 года;

- общим снижением выданных патентов США более чем на 20400 ед. в 2005 году;

- резким увеличением выпуска промышленных образцов преобразователей с различными входными и выходными параметрами;

- подачей заявок на изобретения в другие группы и подгруппы МПК, а также рядом других факторов.

Учитывая подобную динамику патентования, далее анализ направлений развития схем конверторов ограничивается периодом с 2007 по 2017 годы, что достаточно для формирования краткосрочных (2–3 года) прогнозных оценок.

Анализ преобразователей без промежуточного преобразования в переменный ток

В соответствии с МПК конверторы БПП и СПП могут быть выполнены с помощью статических (СП), динамических преобразователей (ДП) или путем сочетания статических и динамических преобразователей, а также путем сочетания электромашинных и других динамических и/или статических преобразователей.

В связи с тем, что в настоящее время на практике применяются только статические преобразователи, анализ конверторов, выполненных на их основе, был проведен за последние 10 лет (рис. 2).

За этот период на конверторы БПП выдано 3738 патентов США, а на конверторы СПП – 4235 ед. Однако, если еще в 2014 году схемы СПП по количеству патентов опережали конверторы БПП, то, начиная с 2015, БПП схемы опережают конвертеры СПП по темпу роста. За последние три года число патентов на схемы БПП выросло по сравнению с СПП почти в 1,44 раза (соответственно, 3183 и 2199 ед.).

Рассмотрим, на основе какой элементной базы, то есть каких типов полупроводниковых приборов, патентуются сравниваемые схемы конверторов. В соответствии с МПК схемы конверторов БПП могут выполняться на тиристорах (H02M3/125 - H02M3/142) и транзисторах (H02M3/145 - H02M3/158). За период с 2007 по 2017 гг. на тиристорные схемы было выдано только 12 патентов США, а на транзисторные – 2869 ед. Отсюда можно сделать однозначный вывод о том, что, тиристорные схемы конверторов не могут считаться перспективными решениями из-за больших габари-

тов и необходимости использования дополнительных устройств “гашения”.

Далее рассмотрим, по каким схемам реализуются транзисторные конверторы. На рис. 3 приведены временные ряды с числом патентов США, выданных на схемы с автоматическим управлением напряжением или током с цифровым управлением (H02M3/157) и выполненных с использованием нескольких полупроводниковых приборов в качестве оконечного управляющего устройства для одной нагрузки (H02M3/158).

Очевидно, что в подгруппе H02M3/158 в 2017 году было выдано почти в 6,4 раза больше патентов, чем в подгруппе H02M3/157. Почти такой же перевес (в 5,6 раза) наблюдается по числу патентов, выданных в подгруппе H02M3/158 за последние три года. Следовательно, наиболее перспективными техническими решениями необходимо признать транзисторные конверторы, использующие несколько полупроводниковых приборов в качестве оконечного управляющего устройства для одной нагрузки.

Анализ преобразователей с промежуточным преобразованием в переменный ток

Аналогично можно провести анализ конверторов с промежуточным преобразованием в переменный ток. Также, как и у схем БПП схемы на транзисторах значительно опережают схемы конверторов, выполненных на тиристорах. За последние 10 лет на транзисторные схемы выдано 884 патента, а на тиристорные только 30, что утверждает перспективность использования в качестве полупроводниковых приборов в выходных устройствах транзисторов. Выявление перспективных схем конверторов проиллюстрировано рис. 4, на котором приведены временные ряды патентов

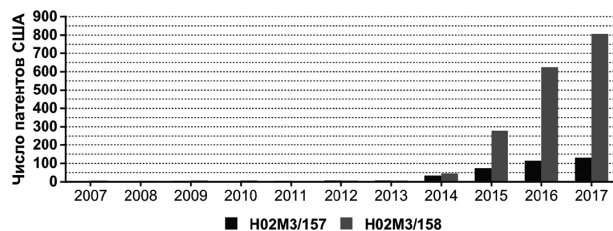


Рис. 3. Число патентов, выданных на транзисторные схемы с цифровым управлением с одним полупроводниковым прибором (H02M3/157), и с несколькими полупроводниковыми приборами, используемыми в качестве оконечного управляющего устройства для одной нагрузки (H02M3/158)

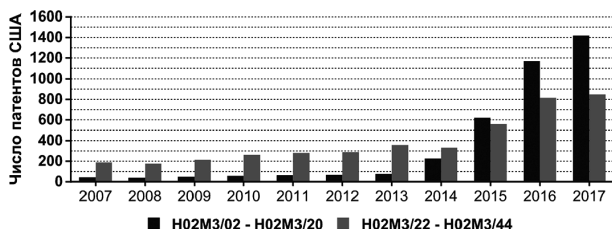


Рис. 2. Распределение числа выданных патентов США на изобретения (2007–2017 гг.) для конверторов БПП (H02M3/02 – 3/20) и СПП (H02M3/22 – H02M3/44)

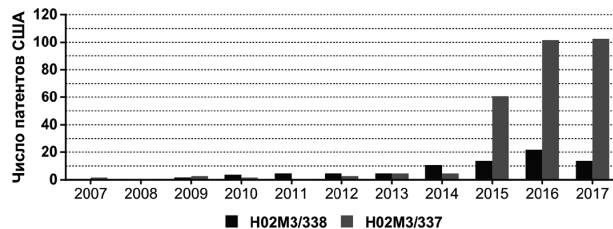


Рис. 4. Число патентов, выданных на двухтактные схемы конверторов (H02M3/337), и на схемы с автоколебаниями (H02M3/338)

США, выданных на двухтактные схемы (H02M3/337) и схемы с автоколебаниями (H02M3/338). На двухтактные схемы в 2017 году было выдано 102 патента, а на схемы с автоколебаниями только 13 патентов, что позволяет отнести последние схемные решения к менее перспективным.

Выводы

1. Патентный анализ, проведенный на примере одной группы МПК, доказывает возможности выявления перспективных технических направлений. Кроме того, полученные результаты позволяют формировать прогнозные оценки развития этих направлений на два-три ближайших года.

2. Рассмотренный подход к патентному анализу с использованием МПК позволяет выявлять тупиковые технические (технологические) направления.

3. Преимущество схем конверторов без промежуточного преобразования (БПП) в переменный ток обусловлено быстрым развитием и современными достижениями в области микроэлектроники.

4. Конверторы с промежуточным преобразованием (СПП) целесообразно использовать для конверторов с повышенной выходной мощностью или при значительных различиях величины напряжения первичного источника питания и требуемого выходного напряжения конвертора.

5. При разработке конверторов БПП с автоматическим управлением напряжением или током перспективнее использовать схемы с несколькими переключаемыми полупроводниковыми приборами.

6. Конверторы СПП, выполненные на базе двухтактных схем, имеют существенное преимущество по сравнению со схемами с автоколебаниями.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках поддержанного научного проекта № 18-07-01270 А.

Литература

1. *Ayşe Kaya Firat, Wei Lee Woon, Stuart Madnick*. Technological Forecasting – A Review. Working Paper CISL# 2008-15, September 2008.
2. *Campbell R. S.* Patent trends as a technological forecasting tool. – World Patent Information. Vol. 5, pp. 137-143 (1983).

3. *Mogee M. E.* Using patent data for technology analysis and planning. – Research Technology Management. Vol. 34, pp. 43-49 (1991).
4. *Jun S.* IPC code analysis of patent documents using association rules and maps-patent analysis of database technology. – Communications in Computer and Information Science. Vol. 258, (2011), pp. 21-30.
5. *Kim J., Hwang M., Jeong Do-Heon, Jung H.* Technology trends analysis and forecasting application based on decision tree and statistical feature analysis. – Expert Systems with Applications. Vol. 39 (2012), pp. 12618-12625.
6. *Bengisu M., Nekhili R.* Forecasting emerging technologies with the aid of science and technology databases. Technological Forecasting & Social Change. Vol. 73, (2006), pp. 835-844.
7. *В. И. Авдзейко, В. И. Карнышев, Р. В. Мещеряков, Л. В. Парнюк.* Прогнозирование тенденций развития и выявление перспективных технологий в области преобразовательной техники. – Известия вузов. Электромеханика. 2017, том. 60, № 2, С. 51–56.
8. *В. И. Авдзейко, В. И. Карнышев, Р. В. Мещеряков, Л. В. Парнюк.* Прогнозирование направлений развития силовой электроники на основе временных рядов по данным Международной патентной классификации. – Электротехнические и информационные комплексы и системы. № 2, т.12, 2016, С. 23–28.

Авдзейко Владимир Игоревич, к. т. н., с. н. с., заместитель начальника научного управления, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, тел.: +7 (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, тел.: +7 (961)095-92-21, e-mail: pio@main.tusur.ru;

Рулевский Виктор Михайлович, к. т. н., проректор по научной работе и инновациям, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, тел.: +7 (382) 251-43-02, e-mail: rvm@tusur.ru;

Паскаль Евгения Сергеевна, м. н. с., аспирант, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, тел.: +7 (913) 887-64-62, e-mail: evgeniapascal@gmail.com.