



Авдзейко В. И.
Avdzejko V. I.

кандидат технических наук,
заместитель начальника научного
управления,
ФГБОУ ВО «Томский
государственный университет
систем управления и
радиоэлектроники»,
г. Томск, Российская Федерация



Карнышев В. И.
Karnyshev V. I.

кандидат технических наук,
начальник патентно-
информационного отдела,
ФГБОУ ВО «Томский
государственный университет
систем управления и
радиоэлектроники»,
г. Томск, Российская Федерация



Мещеряков Р. В.
Meshcheryakov R. V.

доктор технических наук, профессор,
директор Департамента по науке и
инновациям, проректор по научной
работе и инновациям, ФГБОУ
ВО «Томский государственный
университет систем управления и
радиоэлектроники»,
г. Томск, Российская Федерация

УДК 338.27, 311.2

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ПО ДАННЫМ МЕЖДУНАРОДНОЙ ПАТЕНТНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

Для выявления перспективных направлений развития конкретных тематик исследований в области технических отраслей науки предлагается использовать метод патентного анализа. Перспективность и достоверность этого метода объясняются свойством патентной информации опережать по времени реализацию научно-технических достижений в производстве.

Эффективность патентного метода прогнозирования подкрепляется постоянным увеличением количества подаваемых заявок и выдаваемых 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, относящегося к изобретению, в соответствии с индексами или ключевыми словами. Анализ временных рядов для одиночной подгруппы МПК или их совокупностей позволяет дать оценку тренда развития конкретного технологического направления.

Возможности предлагаемого подхода к патентному анализу были опробованы на примере процесса преобразования энергии переменного тока на входе в энергию переменного тока на выходе.

В соответствии с МПК данный вид преобразования может производиться двумя способами: без промежуточного преобразования в постоянный ток и с промежуточным преобразованием в постоянный ток.

Проведенный анализ показал, что преобразование энергии переменного тока на входе в энергию переменного тока на выходе целесообразно проектировать без промежуточного либо с промежуточным преобразованием в переменный ток только с помощью статических преобразователей, при этом статические преобразователи должны быть выполнены только на полупроводниковых приборах, а именно на тиристорах или транзисторах. Очевидное преимущество в соответствии с трендом изменения количества выданных патентов имеют схемы статических преобразователей на тиристорах с промежуточным и без промежуточного преобразования в постоянный ток.

Ключевые слова: перспективные технические направления, патентный анализ, временные ряды, международная патентная классификация, патенты США.

FORECASTING OF POWER ELECTRONICS DEVELOPMENT DIRECTIONS BASED ON INTERNATIONAL PATENT CLASSIFICATION TIME SERIES

The method of patent analysis is used to identify perspective areas of specific research topics in technical branches of science. Patent information is ahead of implementation of scientific and technological achievements in production, it makes this method promising and accurate. The effectiveness of this method of forecasting is supported by a constant increase of applications and granted patents in almost all the patent offices around the world.

One of the known approaches to the patent analysis is the use of patent databases based on the International Patent Classification (IPC), which allows efficient searching and classification of any technical solution relating to the

invention, in accordance with the index or keyword. The analysis of time series for a single IPC subgroup or aggregates allows to evaluate the trend in the development of specific technological areas.

The capabilities of the proposed approach to patent analysis have been tested on input AC — output AC power conversion. In accordance with the IPC this type of conversion can be done in two ways: without intermediate conversion to DC and with intermediate conversion to DC.

The analysis shows that the conversion of input AC to output AC is rational to design without any intermediate DC conversion or with intermediate conversion to AC only via static converters. Thus, static converters should be performed only on semiconductor devices, namely, thyristors or transistors. The obvious advantage in accordance with the number of patents granted are static converters on thyristors with an intermediate and without intermediate conversion to DC.

Key words: perspective technological directions, patent analysis, time series, International Patent Classification, US patents.

Патентный анализ

Успешность и эффективность инновационного развития науки и техники на национальном, отраслевом и корпоративном уровнях во многом зависят от выбора направлений технологического развития, который, в свою очередь, определяется на основе применения методов технологического прогнозирования (ТП). Эти методы реализуются в виде двух подходов: исследовательского и нормативного. Исследовательский подход к ТП позволяет оценивать состояние конкретной технологии в будущем с учётом предполагаемой скорости технического прогресса, а нормативный, наоборот, задаёт темп и количественные показатели развития уровня технологии, которые необходимы для обеспечения заданных показателей в конце периода прогнозирования. Методы прогнозирования делятся на интуитивные и формализованные. Интуитивные методы используют суждения и оценки экспертов, а формализованные методы основаны на построении модели прогнозирования, позволяющей давать количественную оценку будущим значениям. В данной статье рассматривается исследовательский подход, позволяющий выявлять перспективные направления технологического развития на корпоративном уровне с использованием временных рядов, формируемых на основе Международной патентной классификации (МПК).

Технологии прогнозирования позволяют выявлять направления, темп технологического развития и продолжительность жизни технологий [1], и поэтому являются важным условием развития компаний.

В последние десятилетия широкое применение получили методы прогнозирования, основанные на использовании свойства научно-технической информации опережать реализацию научно-технических достижений. К таким методам, в частности, относится анализ патентной и публикационной информации.

С конца XX века зарубежные исследователи начали применять патентные данные для прогнозирования развития в конкретных отраслях и технологиях [2]. В ряде публикаций [3, 4, 5] показано, как с помощью патентной статистики можно выявлять инновационные изменения в технологических процессах, патентные данные являются полезным инструментом прогнозирования при принятии решений в государственном, отраслевом и других секторах экономики,

а изучение существующих тенденций позволяет предсказать изменения, которые произойдут в будущем.

Известны работы [6, 7], в которых проводится интеллектуальный анализ текстов патентов (наименования, рефераты) в большом количестве, что обеспечивает более достоверные прогнозы развития конкретных направлений по сравнению с работами, основанными на использовании метода Delphi. На основе результатов патентного анализа появляется возможность определения приоритетных направлений развития, а, значит, выявления технологических ниш и обеспечения максимального экономического эффекта [8], а также технологического прогнозирования, поскольку рост (особенно носящий взрывной характер) числа патентов может служить индикатором появления новых направлений в технике, которые не могут быть обнаружены другими методами.

Поскольку патентная информация является общедоступной и представляет собой источник подробных технологических знаний, её использование для прогнозирования тенденций технологического развития началось ещё в XX веке. Эффективность патентного метода прогнозирования подкрепляется постоянным увеличением количества подаваемых заявок и выдаваемых патентов практически во всех патентных ведомствах мира.

Одним из известных подходов [9] к патентному анализу является использование баз данных патентов на основе Международной патентной классификации, которая позволяет осуществлять эффективный поиск и классификацию любого технического решения, относящегося к изобретению, в соответствии с индексами или ключевыми словами.

Одним из вариантов использования МПК является формирование временных рядов с количеством выданных патентов за определённый период для конкретных подгрупп Международной патентной классификации [10]. Анализ временных рядов для одиночной подгруппы МПК или их совокупностей позволяет дать оценку тренда развития конкретного технологического направления.

Несмотря на большое количество существующих в мире ресурсов, содержащих патентную документацию, наиболее значимым, с точки зрения широты охвата и доступности полнотекстовых описаний патентов, является база данных Патентного ведомства США. Для проведения патентного анализа с исполь-

зованием МПК авторами данной статьи разработано программное обеспечение, формирующее в автоматическом режиме временные ряды с количеством выданных патентов США, были получены выборки числа патентов по всем 65687 основным группам и подгруппам МПК¹⁴ за период с 1976 по 2014 гг. с числом патентов, не равным нулю.

Сформированная совокупность выборок позволяет проводить анализ для любого конкретного технологического направления, соответствующего конкретной подгруппе или нескольким подгруппам МПК.

Анализ способов построения преобразователей энергии переменного тока на входе в переменный ток на выходе (АС/АС)

Возможности предлагаемого подхода к патентному анализу были опробованы на примере следующих основных групп и подгрупп МПК Н 02 М 5/00: преобразование энергии переменного тока на входе (АС) в энергию переменного тока на выходе (АС), например для изменения напряжения, частоты или числа фаз.

В соответствии с МПК данный вид преобразования может производиться двумя способами: без промежуточного преобразования (БПП) в постоянный ток (Н 02 М 5/02 — Н 02 М 5/38) и с промежуточным преобразованием (СПП) в постоянный ток (Н 02 М 5/40 — Н 02 М 5/48).

На рисунке 1 представлена динамика выдачи патентов США на устройства и способы преобразования вида АС/АС для этих способов. В целом с 1976 года по 2006 год количество патентов на преобразователи БПП превышало количество патентов на преобразователи с промежуточным преобразованием. Но с 2004 г. произошло резкое снижение количества патентов на преобразователи СПП с 67 до 4 ед. в 2006 г., а количество патентов, выданных на устройства с промежуточным преобразованием, неизменно росло, начиная с 2002 г., и в 2013 г. достигло 74 ед. Таким образом, можно сделать вывод о том, что АС/АС преобразование по схемам СПП является более перспективным.

Преобразование БПП может быть реализовано с помощью статических преобразователей (СП), динамических преобразователей (ДП), а также при их

сочетании. Анализ временных рядов показал, что на устройства, выполненные с помощью СП, было зарегистрировано 732 патента, на устройства с ДП — 10 патентов, а на комбинированные устройства — только 1 патент. Очевидно, что дальнейшее развитие могут получить только статические преобразователи без промежуточного преобразования.

Анализ количества патентов, выданных на устройства без ПП, выполненных на статических преобразователях, показал, что реальное применение нашли только СП, выполненные на газоразрядных, электронных или полупроводниковых приборах с управляющим электродом (Н 02 М 5/22 — Н 02 М 5/297). С 1976 по 2013 гг. на эти устройства было выдано 608 патентов. В подгруппах МПК Н 02 М 5/06, Н 02 М 5/08 зарегистрировано 26 патентов, в подгруппах Н 02 М 5/10 — Н 02 М 5/18 — 93 патента, а в Н 02 М 5/20 — всего 4 патента. За период с 2006 по 2013 гг. на СП с трансформаторами (Н 02 М 5/10 — Н 02 М 5/18) было выдано только 17 патентов, а на СП на газоразрядных, электронных или полупроводниковых приборах с управляющим электродом (Н 02 М 5/22 — Н 02 М 5/297) — 403 патента. Поэтому только это направление может быть признано перспективным.

В свою очередь, преобразователи без ПП в переменный ток с помощью СП на газоразрядных, электронных или полупроводниковых приборах с УЭ реально выполняются только на тиристорах — 416 патентов (Н 02 М 5/25 — Н 02 М 5/27) или на транзисторах — 165 ед. (Н 02 М 5/275 — Н 02 М 5/297).

Варианты реализации статических преобразователей на тиратронах или тиристорах с гашением, а также на триодах и транзисторах за периоды с 1976 по 2013 гг. и за последние годы с 2006 по 2013 гг. приведены в таблице 1.

В связи с тем, что тиратроны, газоразрядные, электронные лампы и триоды давно не используются в преобразовательной технике, на рисунке 2 показана динамика изменения количества патентов в конкретных подгруппах МПК, из чего следует, что количество патентов на тиристорные схемы растет, а на транзисторные, начиная с 2008 года, падает. Следовательно, в настоящее время, а возможно и в ближайшие несколько лет, преимущество останется за тиристорными преобразователями без ПП.

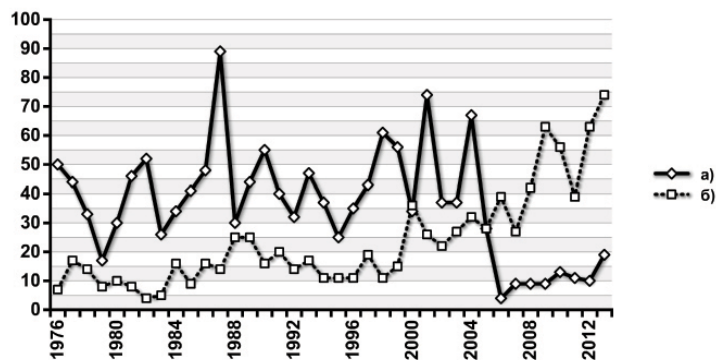


Рисунок 1. Распределение числа патентов США для случая преобразователей АС/АС без промежуточного (а) и с промежуточным (б) преобразованием в переменный ток

Таблица 1. Варианты реализации статических преобразователей

Вариант построения	Количество патентов (схемы с использованием тиристорных или тиристорных с гашением), ед.			Количество патентов (схемы с использованием триодов или транзисторов), ед.		
	подгруппа МПК	1976-2013	2006-2013	подгруппа МПК	1976-2013	2006-2013
только газоразрядные или электронные лампы	H 02 M 5/257	5	0	H 02 M 5/29	0	0
только полупроводниковые приборы	H 02 M 5/257	247	15	H 02 M 5/293	128	11
для преобразования частоты	H 02 M 5/27	159	8	H 02 M 5/297	27	2

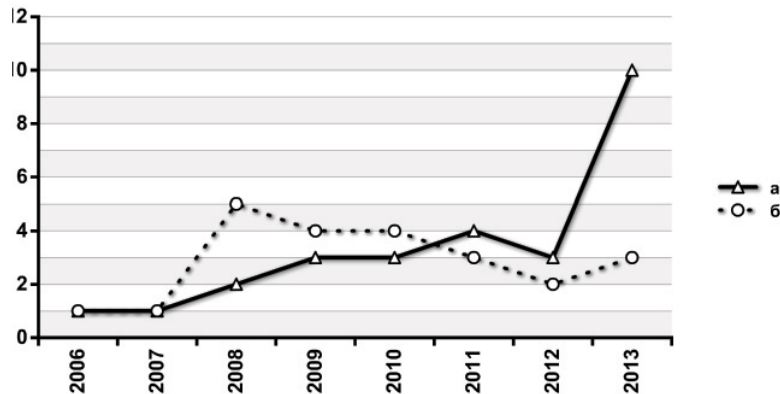


Рисунок 2. Распределение числа патентов США для случая статических преобразователей без ПП на тиристорах (H 02 M 5/25 – H 02 M 5/27) (a) и транзисторах (H 02 M 5/275 – H 02 M 5/297) (б)

Аналогичный анализ был проведен для варианта построения преобразователей с промежуточным преобразованием в постоянный ток (H 02 M 5/40 — H 02 M 5/458), которые в соответствии с классификацией МПК могут быть реализованы с помощью статических преобразователей, с помощью динамических преобразователей (ДП) и при их сочетании. Схемы с промежуточным преобразованием (СПП) в постоянный ток с 1976 года по 2013 г., выполненные на СП, были защищены 843 патентами США, в то время как на ДП не выдано ни одного патента, а на преобразователи с сочетанием СП и ДП — всего один патент. Следовательно, перспективным направлением, которое будет развиваться и в дальнейшем, будет только разработка статических преобразователей (H 02 M 5/42 — H 02 M 5/458).

Статические преобразователи могут быть выполнены на тиристорах или тиристорах с гашением (H 02 M 5/443 — H 02 M 5/452) либо на триодах или транзисторах с непрерывным управлением (H 02 M 5/453 — H 02 M 5/458). В связи с тем, что с 1976 по 2013 год на электронные и газоразрядные преобразователи (H

02 M 5/447) был зарегистрирован только 1 патент, СП на тиристорах с промежуточным преобразованием будут в дальнейшем проектироваться с автоматическим управлением частотой или напряжением (H 02 M 5/451) либо с автоматическим управлением формой выходного сигнала (H 02 M 5/452) или на транзисторах (H 02 M 5/458). Так как на преобразователи с использованием электронных и газоразрядных ламп за последние 37 лет зарегистрирован только 1 патент, делаем вывод, что вторым направлением развития СП с промежуточным преобразованием будет создание транзисторного варианта.

На рисунке 3 показана динамика выдачи патентов на устройства СПП, выполненных с помощью СП на тиристорах (H 02 M 5/45) и на транзисторах (H 02 M 5/458). По сравнению с 2002 г. количество патентов на тиристорный вариант выросло с 4 патентов до 29 в 2013 г., а на транзисторный вариант, наоборот, снизилось с 17 до 8 ед., что подтверждает перспективность развития тиристорного варианта.

Проведенный анализ показал, что преобразование энергии переменного тока на входе в энергию пере-

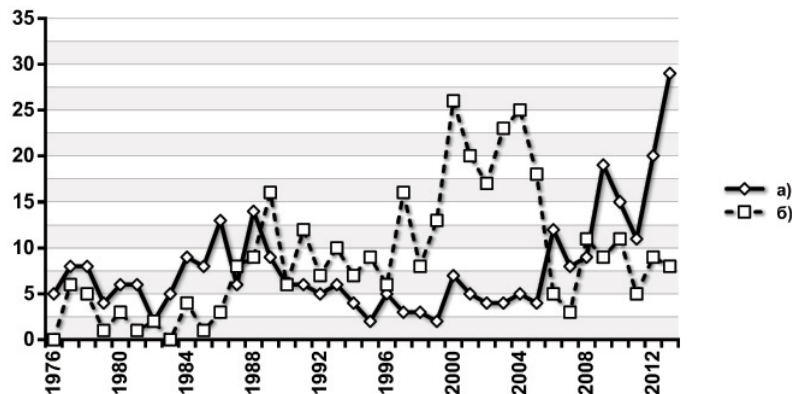


Рисунок 3. Распределение числа патентов США для случая преобразования AC/AC с помощью СП и с промежуточным преобразованием в переменный ток на тиристорах (H 02 M 5/45 — H 02 M 5/452) (a) и транзисторах (H 02 M 5/453 — H 02 M 5/458) (б)

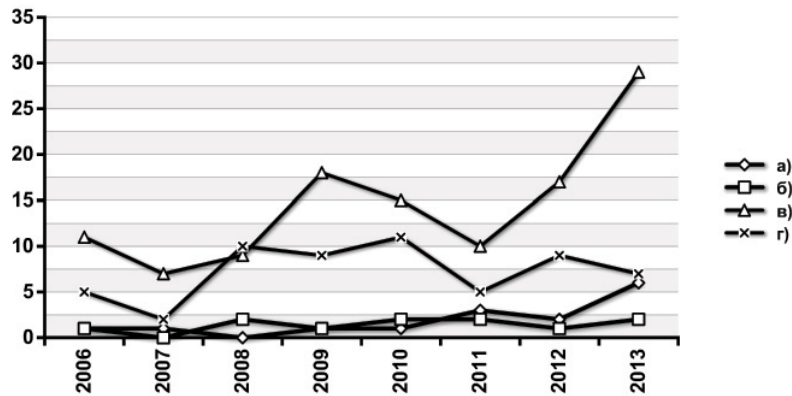


Рисунок 4. Распределение числа патентов США для случая преобразователей AC/AC на СП без промежуточного преобразования на тиристорах (H 02 M 5/257) (а), на транзисторах (H 02 M 5/293) (б), с промежуточным преобразованием на тиристорах (H 02 M 5/45 – H 02 M 5/452) (в) и на транзисторах (H 02 M 5/458) (г)

менного тока на выходе целесообразно проектировать без промежуточного либо с промежуточным преобразованием в переменный ток только с помощью статических преобразователей. При этом статические преобразователи должны быть выполнены только на полупроводниковых приборах, а именно на тиристорах или транзисторах.

На рисунке 4 показаны диаграммы изменения количества патентов, выданных на вариант выполнения статических преобразователей без промежуточного преобразования на тиристорах (H 02 M 5/257) и на транзисторах (H 02 M 5/293), а также с промежуточным преобразованием на тиристорах (H 02 M 5/45 — H 02 M 5/452) и транзисторах (H 02 M 5/458). Очевидное преимущество в соответствии с трендом изменения количества выданных патентов имеют схемы СП на тиристорах с промежуточным и без промежуточного преобразования в постоянный ток.

Заключение

Анализ временных рядов с изменением числа выданных патентов позволяет выявить перспективные схемные решения для реализации способов построения систем электропитания с выходом на постоян-

ном/переменном токе, работающих от сетей или источников постоянного/переменного тока, и сделать вывод о перспективах их развития в будущем.

Рассмотренный метод патентного анализа на основе временных рядов доказал возможность краткосрочного прогнозирования конкретных технологических направлений на основе использования баз данных патентов, классифицированных в соответствии с Международной патентной классификации. Для конкретной подгруппы МПК H 02 M 5/00 наиболее перспективными преобразователями AC/AC следует признать устройства, использующие тиристоры в схемах, как с промежуточным (H 02 M 5/45 — H 02 M 5/452), так и без промежуточного преобразования в постоянный ток (H 02 M 5/257).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-07-00449 а.

Список литературы

1. Firat A.K., Woon W.L., Madnick St. Technological Forecasting // A Review. Working Paper CISL#2008-15. — 2008.
2. Dar-Zen Chen, Chang-Pin Lin, Mu-Hsuan Huang, Yi-Tung Chan. Technology Forecasting via Published Patent Applications and Patent Grants // Journal of Marine Science and Technology. — 2012. — Vol. 20, № 4. — P. 345-356.
3. Dehon C., B. Van Pottelsberghe. Implementing a Forecasting Strategy for PCT Applications at WIPO // Proceedings of the WIPO-OECD Workshop on Statistics in the Patent Field. — Geneva, Switzerland, 2003.
4. Liu S., Shyu J. Strategic Planning for Technology Development with Patent Analysis // International Journal of Technology Management. — 1997. — Vol. 13. — P. 661-680.

5. Pavitt K. Uses and Abuses of Patent Statistics // Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology. — Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1988.
6. Jun S., Park S., Jang D. Technology Forecasting using Matrix Map and Patent Clustering // Industrial Management & Data Systems. — 2012. — Vol. 112, № 5.
7. Fattori M., Pedrazzi G., Turra R. Text Mining Applied to Patent Mapping: a Practical Business Case // World Patent Information. — 2003. — Vol. 25. — P. 335-342.
8. Yoon B., Yoon C., Park Y. On the Development and Application of a Self-Organizing Feature Map-Based Patent Map // R&D Manage. — 2002. — № 32 (4). — P. 291-300.
9. Jun S. IPC Code Analysis of Patent Documents Using Association Rules and Maps-Patent Analysis of Database Technology // Communications in Computer and Information Science. — 2011. — Vol. 258. — P. 21-30.

10. Авдзейко В.И., Карнышев В.И., Мещеряков Р.В., Шелупанов А.А., Парнюк Л.В. Анализ динамики выдачи патентов для выявления перспективных направлений развития в области силовой электроники // Вестник Томского государственного университета. Экономика. — 2015. — № 394. — С. 159-169.

References

1. Firat A.K., Woon W.L., Madnick St. Technological Forecasting // A Review. Working Paper CISL#2008-15. — 2008.
2. Dar-Zen Chen, Chang-Pin Lin, Mu-Hsuan Huang, Yi-Tung Chan. Technology Forecasting via Published Patent Applications and Patent Grants // Journal of Marine Science and Technology. — 2012. - Vol. 20, № 4. — P. 345-356.
3. Dehon C., B. Van Pottelsberghe. Implementing a Forecasting Strategy for PCT Applications at WIPO // Proceedings of the WIPO-OECD Workshop on Statistics in the Patent Field. — Geneva, Switzerland, 2003.
4. Liu S., Shyu J. Strategic Planning for Technology Development with Patent Analysis // International Journal of Technology Management. — 1997. — Vol. 13. — P. 661-680.
5. Pavitt K. Uses and Abuses of Patent Statistics // Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology. — Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1988.
6. Jun S., Park S., Jang D. Technology Forecasting using Matrix Map and Patent Clustering // Industrial Management & Data Systems. — 2012. — Vol. 112, № 5.
7. Fattori M., Pedrazzi G., Turra R. Text Mining Applied to Patent Mapping: a Practical Business Case // World Patent Information. — 2003. — Vol. 25. — P. 335-342.
8. Yoon B., Yoon C., Park Y. On the Development and Application of a Self-Organizing Feature Map-Based Patent Map // R&D Manage. — 2002. — № 32 (4). — P. 291-300.
9. Jun S. IPC Code Analysis of Patent Documents Using Association Rules and Maps-Patent Analysis of Database Technology // Communications in Computer and Information Science. — 2011. — Vol. 258. — P. 21-30.
10. Avdzeiko V.I., Karnyshev V.I., Meshcheryakov R.V., Shelupanov A.A., Parnyuk L.V. Analiz dinamiki vydachi patentov dlya vyyavleniya perspektivnykh napravlenii razvitiya v oblasti silovoi elektroniki // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika. — 2015. — № 394. — S. 159-169.