

УДК 004.4

DOI: [10.26102/2310-6018/2021.33.2.021](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2021.33.2.021)

Модуль анализа трендов развития технологий на основе сетевой семантической структуры «Субъект-Действие-Объект»

В.О. Колесникова, С.А. Фоменков, Д.М. Коробкин, Э.С. Раюшкин

*Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская
Федерация*

Резюме. В статье представлены подходы и технологии, примененные для решения задачи анализа трендов развития технологий на основе сетевой семантической структуры «Субъект-Действие-Объект». С точки зрения информации о самом изобретении, наиболее важно описание изобретения к патенту. В электронных базах данных патентов все патенты начинаются именно с описания изобретения к патенту, которое имеет свою титульную страницу. Данная форма описания изобретения к патенту является унифицированной, и все патенты представляются в такой форме, то есть все патенты одинаково структурированы. Именно данный блок патента – информацию об изобретении – необходимо исследовать с помощью сетевой семантической структуры «Субъект-Действие-Объект». Для решения поставленной задачи изучена структура патента; технологии Hadoop, Spark MLlib, методы кластеризации. Технологии распределенных вычислений были выбраны в качестве успешного и эффективного средства обработки «больших» текстовых данных в виде патентов. Разработаны алгоритм парсинга патентного документа; алгоритм предобработки текстовых документов патентной выборки; алгоритм извлечения «Субъект-Действие-Объект» (SAO); алгоритм формирования патентного ландшафта для определенного временного промежутка. Сформирована концепция и архитектура автоматизированной системы, программно реализованы предложенные алгоритмы.

Ключевые слова: SAO-структуры, тренды развития технологий, семантика, автоматизированная система, патенты.

Для цитирования: Колесникова В.О., Фоменков С.А., Коробкин Д.М., Раюшкин Э.С. Модуль анализа трендов развития технологий на основе сетевой семантической структуры «Субъект-Действие-Объект». *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2021;9(2).
Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=962> DOI: 10.26102/2310-6018/2021.33.2.021

The module for analyzing technology development trends based on the network semantic structure Subject-Action-Object

V.O. Kolesnikova, S.A. Fomenkov, D.M. Korobkin, E.S. Rayushkin

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

Abstract: The article presents the approaches and technologies used to solve the problem of analyzing trends in technology development based on the network semantic structure Subject-Action-Object. From the perspective of information about the invention itself, the description of the invention to the patent is most important. In electronic databases of patents, all patents begin precisely with the description of the invention to the patent, which in turn has its title page. This invention description form patent is unified, and all patents are presented in this form, which means all patents are equally structured. This block of the patent - information about the invention must be investigated using the network semantic structure Subject-Action-Object. The license structure of; Hadoop technologies, Spark MLlib, clustering methods were studied to solve this problem. Grid computing technologies have been chosen as a successful and efficient means of processing big text data in the form of patents. An algorithm for parsing a patent document has been developed; an algorithm for preprocessing text documents of a patent selection; a Subject-Action-Object (SAO) extraction algorithm; an algorithm for forming a patent landscape for a

certain period. The concept and architecture of the automated system have been formed, the proposed algorithms have been implemented in software.

Keywords: SAO-structures, technology development trends, semantics, automated system, patents.

For citation: Kolesnikova V.O., Fomenkov S.A., Korobkin D.M., Rayushkin E.S.. The module for analyzing technology development trends based on the network semantic structure "Subject-Action-Object". *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2021;9(2). Available from: <https://moitvivr.ru/ru/journal/pdf?id=962> DOI: 10.26102/2310-6018/2021.33.2.021(In Russ).

Введение

Актуальность данной работы заключена в том, что современные методы кластеризации патентного пространства используют ключевые термины в виде униграмм или n-грамм. По нашей задумке представление ключевых признаков патента в виде структур «Субъект-Действие-Объект» позволит повысить точность кластеризации патентного пространства и выявления патентных трендов [1,2].

Таким образом, актуальной задачей является программная разработка АС выявления трендов развития технологий на основе сетевой семантической структуры «Субъект-Действие-Объект».

Для решения поставленной задачи изучена структура патента; технологии Hadoop, Spark MLlib, методы кластеризации. Технологии распределенных вычислений были выбраны в качестве успешного и эффективного средства обработки «больших» текстовых данных в виде патентов.

Также было проведено сравнение существующих аналогов анализа трендов развития (Таблица 1).

Таблица 1 - Сравнение аналогов

Table 1 - Comparison of analogues

Критерии	Questel Orbit	PATENTSCOPE	GLOBAL PATENT INDEX	Patent Family Group	Minesoft	STN AnaVist
Содержание патентной базы	60 миллионов документов 95 стран и Международных Патентных ведомств.	3,8 млн. опубликованных международных заявок, 84 млн. патентов	мировой массив библиографических данных из 87 государств и 5 международных организаций	патенты, НИОКР и публикации	патентных данных более чем из 106 стран	патенты из баз данных: CAPLUS, USPAT2, USPATFULL
Возможность перевода патентов	На 30 языков	Имеет межязыковой поиск	-	-	-	-
Виды поисков патентов	Простой, семантический, поиск сходства	Простой, расширенный, межязыковой поиск, поиск химической структуры	Многоаспектный патентный поиск, тематический поиск, поиск патентов аналогов	Аналитический отчет	Поиск патентов, документов ИС, аналитика в патентах и системах конкурентной разведки	Анализ патентной среды, визуализация информации, содержащейся в патенте
Исследование патентной активности конкурентов	Исследование по годам, стратегические рынки фирм и партнеров по совместным разработкам	-	Регулярный мониторинг технических областей или компаний для новых патентных документов, визуализация патентной активности компаний	Возможность определения географии фирмы, лучших разработчиков и намерения конкурентов	Информация о постоянных изобретателях, какие компании подают заявки, определение пробелов в областях, представляющих интерес	-
Визуализация результатов	Различные диаграммы и графики	Понятийная карта	Пузырьковая диаграмма	Патентный ландшафт	Топографическая карта ландшафта	Топографическая карта ландшафта
Бесплатность	-	+	-	-	Пробный период	-

По результатам сравнения можно сделать вывод, что на данный момент система Questel Orbit является лучшей информационной службой в мире, которая гарантирует максимальную полноту и надежность исследований патентной документации. Однако, в ней отсутствует метод представления ключевых признаков патента в виде структур «Субъект-Действие-Объект», что позволит получать более точное сравнение патентов [3,4].

Методы и алгоритмы Алгоритм парсинга англоязычных патентов

Парсинг патентов является важной частью выявления патентных трендов. Следующие этапы анализа патентных трендов напрямую зависят от корректного разбора патента на начальном этапе. На входе алгоритм получает патенты USPTO в формате xml, из каталога считываются файлы и сохраняются в RDD с помощью функции wholeTextFiles().

Первым этапом является извлечение из файла необходимых для работы полей, содержащих название патента, номер патента и т.д. Записи из RDD-схемы проходят предобработку с помощью функций, представленных в Таблице 2.

Таблица 2 – Функции парсинга патента
 Table 2 - Patent parsing functions

Название функции	Описание
get_patent_name	Получает название патента, извлекая текст из тега invention-title
get_country	Извлекает страну, выдавшую патент, из тега country
get_number	Извлекает номер патента из тега doc-number
get_date	Извлекает дату выдачи патента из тега date
get_description	Извлекает текст патента из тега description
get_uniq_id	Соединением информации из тегов doc-number, country, kind, получает уникальный идентификатор для патента

После этого идет обработка текста патента с помощью функции «preparing_text»: удаление разрывов строк, удаление ссылок и нумерации, разделение предложений по знакам пунктуации и маркерным словам.

На выходе данного алгоритма получаем запись в БД и DataFrame, поля которых представлены на Рисунке 1.

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|      uniq|      patent_name|country|  number|   date| patent_description|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|US10548545B2|Anatomical imagin...|    US|10548545|20200204|An imaging system...|
|US10548547B2|X-ray computed to...|    US|10548547|20200204|The rigidity of a...|
|US10548537B2|Interface for a h...|    US|10548537|20200204|A testing system ...|
|US10548548B2|System and method...|    US|10548548|20200204|Systems and metho...|
|US10548539B2|X-ray CT apparatu...|    US|10548539|20200204|According to an X...|
|US10548544B2|Rotating-slit gam...|    US|10548544|20200204|A method for form...|
|US10548546B2|Medical examinati...|    US|10548546|20200204|A medical examina...|
|US10548533B2|Method and system...|    US|10548533|20200204|A method and syst...|
|US10548534B2|System and method...|    US|10548534|20200204|This application ...|
|US10548536B2|Device and method...|    US|10548536|20200204|A device and meth...|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
    
```

Рисунок 1 – Формат выходных данных функции парсинга патента
 Figure 1 - Parsing patent function output format

Полученный текст, находящийся в столбце «patent_description», перейдет на вход следующего алгоритма для дальнейшей синтаксической обработки. Алгоритм парсинга патентов представлен на Рисунке 2.

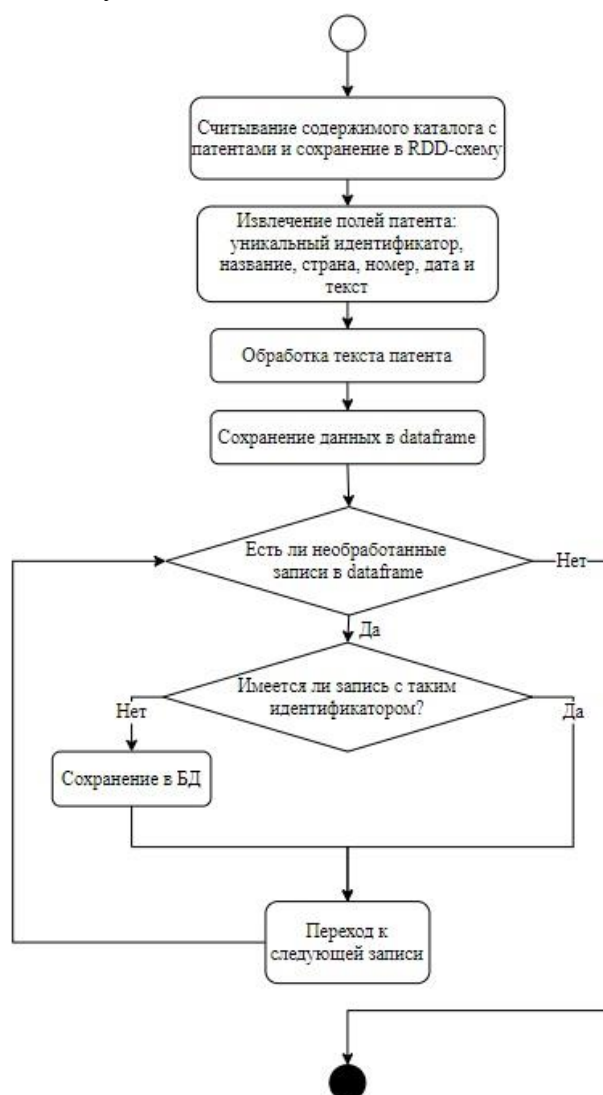


Рисунок 2 – Алгоритм парсинга патента
 Figure 2 - Algorithm for parsing a patent

Алгоритм извлечения «Субъект-Действие-Объект» (SAO)

Алгоритм извлечения SAO представляет собой синтаксический анализ предложений текста, полученного с предыдущего этапа. Главной задачей алгоритма является определение смысловых отношений между словами [5].

SAO (subject – «субъект», action - «действие», object – «объект») – это тройная семантическая конструкция, при использовании которой можно представить технические функции, полученные из текста патента. Объект и субъект – это слово или фраза, связанная с семантикой текста. Действие — это глагол, являющийся операцией, с помощью которой связаны объект и субъект, или отношением между ними. Современные технологии обработки естественного языка предоставляют возможность SAO-структурам описывать довольно полную семантическую информацию о технических функциях [6,7].

Для синтаксического анализа используется библиотека UDPipe. Входным и выходным форматом данных для UDPipe является формат CoNLL [8]. С помощью библиотеки UDPipe строится дерево зависимостей, представленное в виде Таблицы 3.

Таблица 3 – Поля таблицы синтаксического анализа UDPipe
Table 3 – UDPipe parsing table fields

Название столбца	Описание
Id	Индекс слова в предложении
Form	Слово
Lemma	Начальная форма слова
CPosTag	Часть речи
Feats	Морфологические признаки
Head	Индекс родительской вершины
DepRel	Связь с родительской вершиной
Deps	Вторичные зависимости

Значимыми для дальнейшей работы являются поля, содержащие индекс, слово, начальную форму слова, часть речи, номер родительской вершины и связь с родительской вершиной.

Из полученных деревьев необходимо удалить вершины, которые не несут смысловую нагрузку, такие как: «aux» - вспомогательный глагол; «auxpass» - вспомогательный глагол в страдательном залоге; «cc» - координация; «det» - определитель; «predet» - преопределитель; «prer» - модификатор предлога; «prt» - фразовая глагольная частица; «punct» - знак пунктуации; «quantmod» - модификатор фразы квантора; «tmod» - временный модификатор. А вершина с отношением «conj» получает семантическую роль своей родительской вершины.

Следующим этапом преобразований являются глубинно-синтаксические структуры. Объединяем полученные на предыдущем шаге зависимости в следующие группы:

- актантное отношение I: «agent» - агент, «csubj» - клаузуальный субъект, «csubjpass» - клаузуальный пассивный субъект, «nsubj» - номинальный субъект, «nsubjpass» - номинальный пассивный субъект, «subj» - субъект, «xsubj» - контролирующий субъект;

- актантное отношение II: «dobj» - прямой объект, «iobj» - не прямой объект, «obj» - объект, «robj» - объект предлога;

- атрибутивное отношение (attr): «amod» - модификатор прилагательного, «cop» - связка, «nnp» - модификатор составного существительного, «poss» - модификатор владения;

- сочинительное отношение (coord): «acompr» - прилагательное дополнение, «advmod» - модификатор наречия, «ccomp» - клаузуальное дополнение, «rcomp» - пропозициональное дополнение.

Далее из полученного преобразованного дерева необходимо извлечь «Действие», оно будет обозначено в дереве вершиной «root», и его дочерние элементы со связью I и II.

В результате выполнения данного алгоритма полученную SAO структуру сохраняем в dataframe (Рисунок 3).

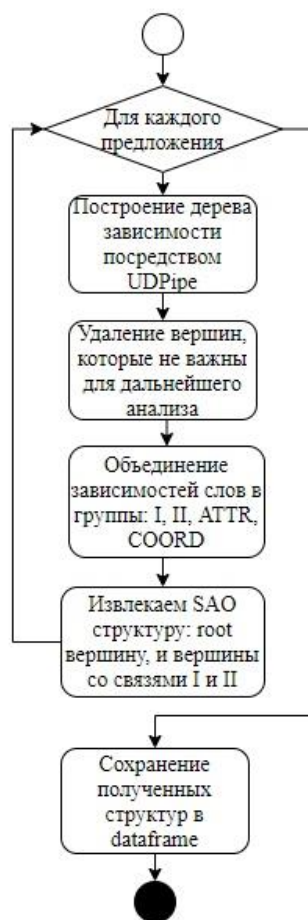


Рисунок 3 – Алгоритм извлечения SAO-структур
 Figure 3 - Algorithm for extracting SAO structures

Для формирования патентного ландшафта необходимо сравнить SAO-структуры каждого патента между собой и разделить их на кластеры.

Первым шагом идет сравнение по Action, то есть по ROOT-вершине. В случае несовпадения вершин патентов, последующее сравнение деревьев данного предложения не выполняется, следовательно, коэффициент подобия по Action равен 0 и начинается сравнение по следующему предложению патента. Когда вершины совпадают, начинается сравнение атрибутивные (ATTR) структуры, соединенные с ROOT-вершиной.

Коэффициент подобия двух SAO-структур рассчитывается по формуле:

$$K = (K_{ATTR}^A + K^I + K^{II})/5, \quad (1)$$

где K_{ATTR}^A - коэффициент подобия атрибутивных (ATTR) структур, связанных с ROOT-вершиной (Action);

K^I - коэффициент подобия субъектов (I-связь);

K^{II} - коэффициент подобия объектов (II-связь).

Коэффициент подобия атрибутивных (ATTR) структур, связанных с ROOT-вершиной (Action), вычисляется по следующей формуле:

$$K_{ATTR}^A(TA_k, TA_l) = \frac{\sum_{i=1}^{N_i} S(t_1, t_2)}{\max_{ATTR}(TA_k, TA_l)}, \quad (2)$$

где TA_k, TA_l - семантические поддеревья (связанные с ROOT-вершиной атрибутивные структуры) для k-го и l-го предложения двух патентов соответственно;

$\max_{ATTR}(TA_k, TA_l)$ - максимальное число ATTR структур для патентов;

$S(t_1, t_2)$ - функция, которая определяет, совпадают ли ATTR-термы t_1 и t_2 для сравниваемых деревьев;

N_i - число термов для семантического дерева TA_k .

Вторым шагом идет сравнение по Subject, то есть сравнение актантных отношений I. В случае несовпадения вершин, коэффициент подобия по данной I-вершине первого патента приравнивается к 0 и начинается сравнение по следующей I-вершине.

Третьим шагом идет сравнение по Object, то есть сравнение актантных отношений II. В случае несовпадения, коэффициент подобия по данной II-вершине первого патента приравнивается к 0 и начинается сравнение по следующей II-вершине.

После сравнения SAO-структур рассчитываются их частотные характеристики и дописываются в dataframe, представляя собой терм-документную матрицу «Патент-SAO». По полученным частотным характеристикам производится кластеризация патентов. С помощью функции «topic» выводится список ключевых SAO-структур и названия патентов, характеризующих каждый кластер, эти данные также сохраняются в БД. Далее кластеры группируются и визуализируются патенты, относящиеся к каждому кластеру (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Алгоритм формирования патентного ландшафта
 Figure 4 - Algorithm for the formation of the patent landscape

На основании списков кластеров и названий патентов выводится патентный ландшафт для заданного квартала и количества кластеров.

Реализованный по представленным алгоритмам модуль был протестирован на работоспособность и создание актуального патентного ландшафта. Результаты тестирования представлены на Рисунках 5, 6.

uniq	patent_name	country	number	date	patent_description	id	features	prediction
US10548545B2	Anatomical imagin...	US	10548545	20200204	An imaging system...	0	[3.72,0.0,0.0,2.0...	2
US10548547B2	X-ray computed to...	US	10548547	20200204	The rigidity of a...	1	[14.88,0.0,0.0,0.0...	0
US10562138B2	Method for manufa...	US	10562138	20200218	A method for manu...	2	[6.51000000000000...	0
US10562149B2	Polyurethane CMP ...	US	10562149	20200218	A chemical-mechan...	3	[15.81,0.0,0.0,2.0...	0
US10548566B2	System and method...	US	10548566	20200204	The system includ...	4	[2.79,0.0,0.0,2.0...	1
US10548554B2	Radiation imaging...	US	10548554	20200204	Provided is a rad...	5	[0.93,0.0,0.0,0.0...	1
US10569761B2	Vehicle drive app...	US	10569761	20200225	A vehicle drive a...	6	[15.81,0.0,0.0,2.0...	1
US10562124B2	Welding apparatus...	US	10562124	20200218	A method providin...	7	[14.88,0.0,0.03,3.0...	1
US10556640B2	Unmanned semi-sub...	US	10556640	20200211	An unmanned semi-...	8	[1.86,0.0,0.0,2.0...	2
US10562146B2	Fiber based finis...	US	10562146	20200218	A finishing tool ...	9	[34.410000000000...	0
US10569766B2	Vehicle control d...	US	10569766	20200225	Disclosed herein ...	10	[0.93,0.0,0.0,0.0...	1
US10562139B2	Fixtures for pipe...	US	10562139	20200218	These fixtures ai...	11	[8.37000000000000...	0
US10556419B2	System and method...	US	10556419	20200211	A method for oper...	12	[0.93,0.0,0.09,0.0...	1
US10569746B2	Sensor cleaning s...	US	10569746	20200225	A system includes...	13	[7.44,0.05,0.0,2.0...	1
US10562136B2	Method of forming...	US	10562136	20200218	A plate is contin...	14	[13.950000000000...	0
US10556423B2	Liquid ejecting a...	US	10556423	20200211	A liquid ejecting...	15	[2.79,0.0,0.0,0.0...	1
US10569749B2	Brake control dev...	US	10569749	20200225	A brake control d...	16	[2.79,0.0,0.0,0.0...	1
US10562119B2	Machining system ...	US	10562119	20200218	A machining syste...	17	[4.65,0.0,0.0,2.7...	1
US10556426B2	Printing apparatus	US	10556426	20200211	A printing appara...	18	[0.0,0.0,0.0,0.0...	1
US10556654B2	Masks for underwa...	US	10556654	20200211	A full face divin...	19	[0.93,0.0,0.0,0.0...	2

Рисунок 5 – Номера кластеров для каждого патента
 Figure 5 - Cluster numbers for each patent

```

Top SAO per cluster:

1 cluster SAO:
[SAO(subjects=("mechanism"), action="include", objects=("mechanism"))] [SAO(subjects=("941"), action="file", objects=("Jul"))]
1 cluster titles:
X-ray computed tomography apparatus, Method for manufacturing rack bar, Polyurethane CMP pads having a h

2 cluster SAO:
[SAO(subjects=("941"), action="file", objects=("Jul"))] [SAO(subjects=("mechanism"), action="include", objects=("mechanism"))]
2 cluster titles:
System and method for tracking signal of wire in a blood vessel, Radiation imaging apparatus, radiation

3 cluster SAO:
[SAO(subjects=("Torus"), action="define", objects=("opening"))] [SAO(subjects=("mechanism"), action="include", objects=("mechanism"))]
3 cluster titles:
Anatomical imaging system with centipede belt drive, Unmanned semi-submarine, Masks for underwater uses,
    
```

Рисунок 6 – Списки ключевых SAO структур и названий патентов кластеров
 Figure 6 - Lists of key SAO structures and cluster patent names

Патентный ландшафт, построенный исходя из полученных данных, состоит из трех кластеров и представлен на Рисунке 7.

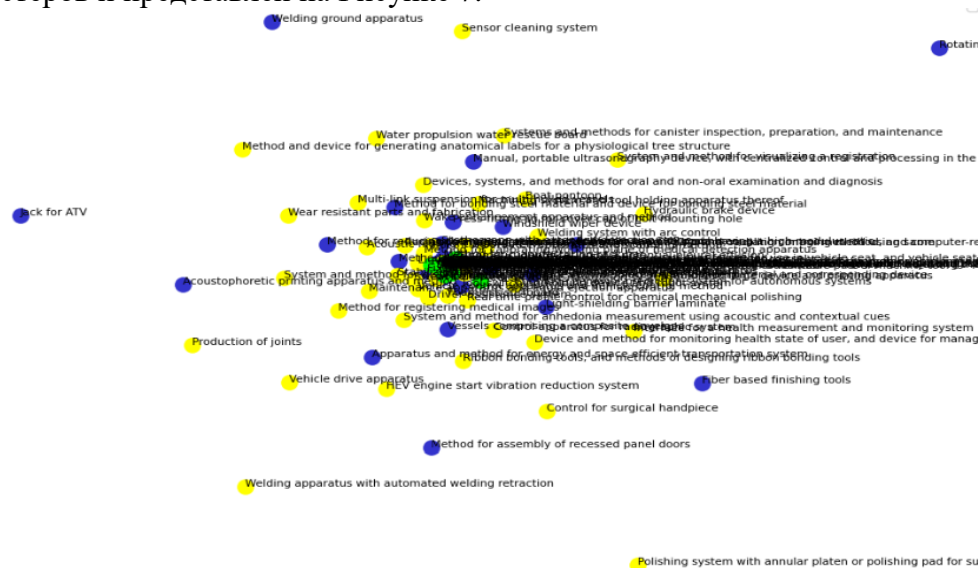


Рисунок 7 – Результат работы модуля
 Figure 7 - The result of the module

Заключение

Теоретическая ценность данной работы заключается в разработанной методике анализа патентов на основе структуры «Субъект-действие-объект» и созданной на ее основе автоматизированной системе. Область применения разработанной системы – патентные исследования в области анализа трендовых технологий. Система позволяет пользователю, отследить по какой тематике за определенный период времени было выдано наибольшее количество патентов.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области (гранты №№ 19-47-340007 p_a, 19-41-340016 p_a).

ЛИТЕРАТУРА

1. Коробкин Д.М., Долганова А.С., Фоменков С.А., Шабанов Д.В. Система анализа трендов развития технологий *Математические методы в технике и технологиях – ММТТ: сб. тр. XXXIII междунар. науч. конф. ММТТ–33 (г. Казань – г. Калининград – г. Минск (Беларусь) – г. Саратов). КНИТУ, КГТУ, СГТУ им. Гагарина Ю. А., БНТУ. - Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического ун-та. 2020;10:52-55.*
2. Сюэфэн В., Хуичао Р., Юнь Ч., Юцин Л., Яли Ц., Инь Х. Измерение патентного сходства с помощью семантического анализа SAO. *Наукометрия. 2019;121. DOI: 121.10.1007/s11192-019-03191-z.*
3. Коробкин Д.М., Фоменков С.А., Голованчиков А.Б. Метод выявления патентных тенденций на основе описания технических функций *Journal of Physics: Conference Series. 2018;1015:7.*
4. Хёнсок П., Джейсон Р., Квансу К. Подход к оценке патентов на основе SAO с использованием тенденций развития ТРИЗ. *6-я Международная конференция по менеджменту инноваций и технологий IEEE, ICMIT 2012. 2012. DOI: 10.1109/ICMIT.2012.6225873*
5. Чулхён К., Хакён Л. Патентный подход к определению возможностей обслуживания на основе технологий. *Компьютеры и промышленная инженерия. 2020;144. DOI: 10.1016/j.cie.2020.106464*
6. Коробкин Д. М., Гордеев Н.А., Фоменков С.А., Дыков М.А. Метод выявления патентных трендов на основе описаний технических функций *Известия ВолгГТУ. Сер. Актуальные проблемы управления вычислительной техники и информатики в технических системах. – Волгоград. 2018;5(215):55-60.*
7. Шабанов Д.В., Коробкин Д.М., Фоменков С.А. Колесников С.Г., Метод извлечения описаний технических функций из патентных текстов *Известия ВолгГТУ. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. – Волгоград. 2018;5(215):68-76.*
8. UDPipe [Электронный ресурс]. *Institute of Formal and Applied Linguistics.* – Доступно по: <https://ufal.mff.cuni.cz/udpipe> (дата обращения: 10.03.2021).

REFERENCES

1. Korobkin D.M., Dolganova A.S., Fomenkov S.A., Shabanov D.V. System for analyzing trends in technology development *Mathematical methods in engineering and technology - MMTT: collection of articles. tr. XXXIII Int. scientific. conf. MMTT - 33 (Kazan - Kaliningrad - Minsk (Belarus) - Saratov). KNIU, KSTU, SSTU them. Gagarina Yu.A., BNTU. - St. Petersburg: Publishing house of the Polytechnic University. 2020; 10: 52-55.*
2. Xuefeng W., Huichao R., Yun Ch., Yuqin L., Yali C., Yin H. Measuring Patent Similarity

- Using SAO Semantic Analysis. *Scientometrics*. 2019;121 DOI: 121.10.1007 / s11192-019-03191-z.
3. Korobkin D.M., Fomenkov S.A., Golovanchikov A.B. A method for identifying patent trends based on the description of the technical functions of the Journal of Physics: Conference Series. 2018;1015:7.
 4. Hyunseok P., Jason R., Kwansu K. CAO-based approach to patent evaluation using TRIZ development trends. *6th International Conference on Management of Innovation and Technology IEEE, ICMIT 2012*. 2012. DOI: 10.1109 / ICMIT.2012.6225873
 5. Chulhyun K., Hackyun L. Patent approach to defining service capabilities based on technology. *Computers and Industrial Engineering*. 2020; 144. DOI: 10.1016 / j.cie.2020.106464
 6. Korobkin D.M., Gordeev N.A., Fomenkov S.A., Dykov M.A. Method for identifying patent trends based on descriptions of technical functions *Izvestiya VolgSTU. Ser. Actual problems of computer technology and informatics management in technical systems*. - Volgograd. 2018; 5 (215): 55-60.
 7. Shabanov D.V., Korobkin D.M., Fomenkov S.A. Kolesnikov S.G., Method for extracting descriptions of technical functions from patent texts *Izvestiya VolgSTU. Ser. Actual problems of management, computer technology and informatics in technical systems*. - Volgograd. 2018; 5 (215): 68-76.
 8. UDPipe [Electronic resource] *Institute of Formal and Applied Linguistics*. Available at: <https://ufal.mff.cuni.cz/udpipe> (accessed 10.03.2021).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Колесникова Вероника Олеговна,
студентка кафедры САПРиПК,
Волгоградский государственный технический
университет, Волгоград, Российская
Федерация
e-mail: verona.7@yandex.ru

Eduard S. Rayushkin, Student of the CAD
Department Volgograd State Technical
University, Volgograd, Russian Federation

Сергей Алексеевич Фоменков
д-р техн.наук, профессор кафедры
САПРиПК, Волгоградский государственный
технический университет, Волгоград,
Российская Федерация
e-mail: saf550@yandex.ru

Sergei A. Fomenkov
Doctor of Tech.Sciences, Professor of the CAD
Department Volgograd State Technical
University, Volgograd, Russian Federation

Дмитрий Михайлович Коробкин, канд.
техн. наук, доцент кафедры САПРиПК,
Волгоградский государственный технический
университет, Волгоград, Российская
Федерация
e-mail::: dkorobkin80@mail.ru

Dmitry M. Korobkin,
PhD, Associate Professor of the CAD
Department Volgograd State Technical
University, Volgograd, Russian Federation

Раюшкин Эдуард Сергеевич,
студент кафедры САПРиПК, Волгоградский
государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация
e-mail: J.Rayushkin@gmail.com
ORCID: [0000-0002-3895-0330](https://orcid.org/0000-0002-3895-0330)

Eduard S. Rayushkin,
Student of the CAD Department Volgograd
State Technical University, Volgograd, Russian
Federation