

УДК 004.83

DOI: 10.26102/2310-6018/2019.25.2.018

М.А. Фоменкова, Д.М. Коробкин, С.А. Фоменков, С.Г. Колесников  
**МЕТОД АНАЛИЗА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ НА  
ОСНОВЕ ДАННЫХ ПАТЕНТНОГО МАССИВА**  
*Волгоградский государственный технический университет,  
Волгоград, Россия*

*Развитие методов обработки естественного языка позволило использовать структуры SAO (Subject-Action-Object, Субъект-Действие-Объект) в качестве мощного инструмента для выявления связанных понятий в текстовых данных. В данной статье представлен метод анализа инновационных тенденций посредством детектирования и анализа патентной активности, выявления новых технологических возможностей, ключевых современных технологий и изобретений на основе извлеченных из патентного массива SAO структур. Был разработан пятиэтапный алгоритм подбора патентов, выделения SAO структур, их расширения, кластеризации, а также построения технологических карт. Данные карты визуализируют развитие подклассов патентов, выявленных посредством кластерного анализа, и технологий с течением времени. Помимо выявления технологических возможностей описанный подход может быть применен для построения карт для изучения тенденций развития конкурентов. В отличие от карты трендов, разработанной с использованием патентов всех заявителей, эта карта конкурентов ограничивает свое внимание одной организацией. Карта для каждой компании визуализирует акцент развития технологий в компании, позволяя проводить сравнительный анализ между компаниями. На основе этой карты компания может определить конкурентов, обладающих дополнительными технологиями, и понять технологические преимущества и недостатки целевой области.*

**Ключевые слова:** технологические возможности, обработка естественного текста, SAO, патенты

## **Введение**

Развитие методов обработки естественного языка позволяет структурам SAO (Subject-Action-Object, Субъект-Действие-Объект) [1] выражать богатую семантическую информацию и определять взаимосвязь между концептами, поэтому SAO получило признание как мощный инструмент для выявления связанных понятий в текстовых данных. Использование SAO прошло несколько этапов:

1) Использование структуры SAO для определения концептов [2] и проведения базового статистического анализа. Ряд исследователей, которые отождествляют функции с семантической ТРИЗ (Теория решения изобретательских задач), использовали концепцию структуры SAO.

2) Использование структуры SAO для анализа сходства. В некоторых исследованиях было рассчитано сходство технологий или патентов на

основе структур SAO, а затем выявлены риски нарушения патентных прав и технологические тренды [3].

3) Использование сети SAO для определения основных концептов и выявления тенденций в различных тематических областях [4].

Методы исследования для определения тенденций развития новых технологий можно разделить на три основные категории: качественный анализ, анализ показателей и анализ цитирования. Таким образом, преимущества методов на основе SAO можно суммировать следующим образом: (1) структура SAO может объединять глаголы и существительные для выражения подробной семантической информации [4], и в этом случае уменьшает необходимость использования экспертных знаний для обобщения технологической информации из массовых данных; (2) структура SAO имеет глаголы для описания «Действий» и «Объектов» / «Субъектов» для представления более чем одного концепта, что позволяет структуре SAO идентифицировать конкретные отношения между тематическими терминами; (3) SAO можно использовать для представления шаблона «Проблема - Решение», а также для понимания «Какие проблемы возникли» и «Какие решения были использованы для решения этих проблем», что облегчает идентификацию технологических компонентов, функций, операций и требований [3].

**Цель работы** – разработать метод выявления технологических тенденций на основе анализа SAO структур.

## Материалы и методы

### 1. Общий алгоритм анализа технологических возможностей на основе структур SAO:

а) подбор патентов, извлечение полей «Description» и «Claim» из патентных документов.

б) извлечение «значимых» SAO из полученных патентов на первом шаге. Для того, чтобы выделить именно значимые SAO, необходимо определить ключевые слова, которые будут описывать предметную область. Это термины – значимые для предметной области существительные, которые являются «Объектами» в структуре SAO. Термины «Объекта» могут быть определены, используя 39 параметров ТРИЗ (Таблица 1). В то же время глаголы, которые обозначают «Действие» в структуре SAO могут быть найдены, используя связи с 39 параметрами ТРИЗ. Этот циклический процесс выявления АО («Действие-Объект») может быть повторен несколько раз, пока доля новых найденных АО не станет меньше 1% всех найденных АО.

Таблица 1. Параметры ТРИЗ

№	Параметр ТРИЗ	№	Параметр ТРИЗ
1	Вес подвижного объекта	21	Мощность
2	Вес неподвижного объекта	22	Потери энергии
3	Длина подвижного объекта	23	Потери вещества

Продолжение Таблицы 1. Параметры ТРИЗ

4	Длина неподвижного объекта	24	Потери информации
5	Площадь подвижного объекта	25	Потери времени
6	Площадь неподвижного объекта	26	Количество вещества
7	Объем подвижного объекта	27	Надежность
8	Объем неподвижного объекта	28	Точность измерения
9	Скорость	29	Точность приготовления
10	Сила	30	Вредные факторы, воздействующие на объект
11	Напряжение, давление	31	Вредные факторы, генерируемые самим объектом
12	Форма	32	Удобство изготовления
13	Устойчивость	33	Удобство эксплуатации
14	Прочность	34	Удобство ремонта
15	Продолжительность действия подвижного объекта	35	Универсальность, адаптация
16	Продолжительность действия неподвижного объекта	36	Сложность устройства
17	Температура	37	Сложность контроля
18	Освещенность	38	Степень автоматизации
19	Энергия подвижного объекта	39	Производительность
20	Энергия неподвижного объекта		

в) извлечение актуальной информации из SAO структур. «Субъектами» являются predetermined существительные, описывающие область. АО могут предоставлять 2 типа информации: (1) «Элементы и Поля», (2) «Цели и Эффекты» изобретения. Для «Элементов и Полей» на этом шаге определяются обозначающие действия, в то время как для «Целей и Эффектов» можно использовать АО, полученные на предыдущем шаге.

г) расширение массива SAO структур дополнительной информацией. Эта информация служит для расширения SAO, связанных с «Целями и Эффектами» изобретений. Для извлечения такой информации используются, фразы, связанные с основным предложением словами «чтобы», «с целью», а также деепричастными оборотами.

д) информация, выделенная из SAO структур, представляется в более наглядной и понимаемой форме, используя моделирование нескольких сфер знаний, после которого две категории – «Элементы и Поля», а также «Цели и Эффекты» изобретений – оцениваются для определения и представления технологических возможностей.

### *Шаг 1. Сбор патентов*

Большинство предыдущих исследований патентных баз опиралось на исследование аннотаций, как ключевой информации об изобретении. Аннотации действительно содержат краткие описания, преимущества изобретений. Однако они не дают исчерпывающей информации о деталях, а содержат только краткие и поверхностные данные.

Анализ таких частей патента, как «Claim» и «Description» позволяет более точно определить описанное в патенте изобретение или технологию. Из части описания патента мы можем выделить детальные технические характеристики, составные части изобретения, техническую проблему и технические решения, а также дополнительную информацию, связанную с патентом.

Для извлечения SAO структур на этом шаге использовалась библиотека UDPIPE, которая представляет предложения в виде семантической древовидной структуры. В корне дерева находится глагол, представляющий собой «Действие» в структуре SAO. Каждой части предложения сопоставлены семантические роли («Субъект», «Объект»), а также морфологические признаки слова (часть речи, род, число, падеж). На основе этой информации возможно выделить SAO структуры [5].

### *Шаг 2. Извлечение значимых SAO.*

Этот шаг необходим для того, чтоб из множества SAO выделить те SAO, которые будут максимально «полезны» для анализа изобретения и которые непосредственно относятся к характеристикам изобретения. Этот процесс состоит из двух подпунктов:

#### *а) Выявление определительных термов для субъектов изобретения.*

Патент описывает конкретное изобретение. Определительные существительные описывают «Субъекты» и сущность изобретения. Типичными существительными, которые описывают сущность изобретения являются «изобретение», «метод», «подход» и т.д. Сами по себе эти термины являются общими и не несут какой-либо полезной информации об изобретении. Однако, слова, которые связаны с определительными

терминами, могут содержать важнейшие характеристики изобретения. Такие существительные крайне часто появляются в тексте, поэтому выделить их можно на основе частотного анализа документов.

Слова, которые встречаются чаще всего в различных документах, предполагаются как определительные термы. Однако список наиболее часто встречающихся слов требует более детальной «очистки» от общеупотребимых слов (таких как «что», «как» и т.д.) на основе обратной частоты встречаемости термина.

*б) Использование инженерных параметров ТРИЗ для извлечения АО*

В ТРИЗ существует 40 принципов изобретения и 39 инженерных параметров для решения проблем. Эти 39 параметров могут послужить ключевой точкой для извлечения набора АО, которые представляют из себя «Цели и Эффекты» (т.к. они очень плотно ассоциированы с решением проблемных задач). Следующий процесс представляет из себя пятиэтапную процедуру для нахождения ключевых АО:

Шаг 1. Начальный набор «Объектов» извлекается из 39 инженерных параметров ТРИЗ.

Шаг 2. Набор «Объектов» обновляется, используя словари синонимов для вышеперечисленных 39 параметров.

Шаг 3. Набор «Действий», ассоциированных с «Объектами», выделяется из патентов.

Шаг 4. Набор «Объектов» обновляется вновь, учитывая новый набор «Действий» из шага 3.

Шаг 5. Шаги 3 и 4 повторяются, пока не будет достигнут критический уровень новых АО. Этот уровень определяется как 1% и меньше новых АО от всего количества найденных АО.

Например, если в самом начале в качестве «Объектов» из параметров ТРИЗ выделялись слова «вес», «длина», «скорость», «давление», то в итоге данные параметры будут расширены синонимами, такими как «энергия», «влияние» и т.д. С добавлением синонимов расширяется список «Действий», что также ведет к расширению количества АО.

*Шаг 3. Анализ SAO структур*

В классическом анализе SAO структур «Действие» рассматривается как связь «Субъекта» и «Объекта». Однако данную структуру можно рассмотреть и с похожей точки зрения. «Субъект» и «Объект» представляют собой набор изобретений и параметров изобретений. Действие используется для классификации информации на 2 категории, исходя из связи между «Субъектом» и «Объектом»: «Элементы и Поля» и «Цели и Эффекты».

Первая категория представляет собой информацию о частях изобретения, составных компонентах, материалах, технологиях, используемых в изобретениях, а также область изобретения.

Вторая категория ассоциирована с целями и эффектами изобретения. Слова действий были выявлены при анализе АО структур (Таблица 2). Они классифицированы на две категории: «Элементы и Поля», а также «Цели и Эффекты». Для дальнейшего анализа в первой категории только элемент «Объект» несет значимую для изобретения информацию. В то время как слова «Действия» не информативны, т.к. они были необходимы лишь для выделения остальных частей SAO структуры.

АО элементы второй категории («Цели и Эффекты») в связке несут значимую информацию. Например, фразы «уменьшить размер» и «увеличить размер» несут в себе прямо противоположные эффекты.

Таблица 2. Слова «Действия» для типов действий

Тип действий	Слова-действия
Элементы и Поля	основаны, оснащены, состоят из, содержат, имеют, включают, включают в себя, предоставляют, влекут за собой, требуют, используют, относятся, представляют средства описания, могут быть настроены, если,

Продолжение Таблицы 2. Слова «Действия» для типов действий

Тип действий	Слова-действия
Элементы и Поля	быть непосредственно, быть настроены с, быть настроенным на передачу, быть настроенным на возврат, быть настроенным на опрос, быть настроенным настроить, чтобы включить, настроить, чтобы направить, настроить, чтобы определить, быть настраивать, настраивать, заботиться о
Цели и Эффекты	принять, получить доступ, учесть, приобрести, активировать, активировать, адаптировать, адрес, настроить, посоветовать, влиять, присоединиться к совпадению, агрегировать, стремиться к снижению, стремиться предлагать, предупреждать, разрешать, изменить, проанализировать, подать заявку, организовать, договориться, связаться с, предположить, что, обеспечить что попытка идентифицировать, сбалансировать, основываться на, быть, быть обеспокоенным, быть настроенным, быть настроить для определения, настроить для прямого, настроить для включения, настроить чтобы быть, быть прямым, быть оборудованным, начать, начать, принадлежать, выставить счета, рассчитывать, вызов, может, захватить, нести, вызвать, изменить, переключиться между, зарядить, проверить, объединять, приходить, общаться, общаться, сравнивать, включать, заботиться, настроить, настроить для отображения, настроить для идентификации, настроить для работы, настроить обрабатывать, настраивать на распознавание, настраивать на хранение, настраивать на передачу,

Тип действий	Слова-действия
	подтвердить, подключиться, подключиться, подключиться, подключиться, сохранить, рассмотреть которые состоят из, содержат, продолжают выполнять, продолжают контролировать, контролировать, преобразовывать, передавать, соответствовать, создавать, определять, зависеть, развертывать, описывать, проектировать, определять, определять, определять, определять, развивать, диктовать, дифференцировать между, отключить, раскрыть, отобразить, отобразить, расположить внутри, сделать совпадение, сделать поп оповещение, вождение, объятие, выброс, использование, включение, охват, конец, взаимодействие с, влечет за собой, устанавливать, оценивать, обменивать, выполнять, выполнять, иллюстрировать, расширять, выставлять, расширить, расширить, найти, соответствовать, сосредоточиться, получить, создать, иметь, хранить, помочь решить идентифицировать, игнорировать, обездвигивать, внедрять, внедрять, улучшать, улучшать, включать, включить, указывать, информировать, иницировать, вводить, устанавливать, установить, инструктировать, интегрировать, взаимодействовать, взаимодействовать, взаимодействовать, вмешиваться, вмешаться в, вовлекать, выдавать, присоединяться, знать, не иметь, учиться, лежать, блокировать, потерять, поддерживать создавать, управлять, манипулировать, отображать, сопоставлять,

Продолжение Таблицы 2. Слова «Действия» для типов действий

Цели и Эффекты	средства для, означает, что, измерять, встретиться, упомянуть, изменить, монитор, монитор для, монтировать, монтировать, монтировать, нужно Обязать, получить, предложить, предложить, работать, работать без, выход, преодолеть, переопределить, соединяться, выполнять, выполнять, выполнять, разрешать, относиться, играть, предсказывать, предотвращать, обрабатывать, обрабатывать, производить, программировать, подсказывать, предлагать, обеспечивать, вставлять, достигать, реагировать, получать, уменьшать, рассматривать, относиться, передавать, освободить, рендеринг, пополнение, репликация, отчет, запрос, требование, ограничение, результат, получение, дооснащение, запуск, скажем, сканирование, поиск, выбор, отправка, смысл, отдельно от, должен, показать, закрыть, упростить, так как, решить, начать, остановить, хранить, страдать, тег, принять, отслеживать, передавать, использовать, использовать, проверять, оценивать, проверять, ждать, предупреждать, будет, будет поощрять, будет направлять, быть в
----------------	--

#### *Шаг 4. Расширенный анализ SAO*

В предложении не только основные, выделенные на прошлых шагах, SAO несут в себе значимую информацию. Для категории «Цели и Эффекты» информацию можно найти и в сложноподчиненных предложениях, где искомая информация связана с основным предложением союзами и фразами: «чтобы», «затем», «что», «ввиду того, что» либо деепричастиями, причастиями и отглагольными прилагательными. Данный шаг позволяет найти дополнительную информацию о характеристиках и целях изобретения. Для этих целей используется библиотека UDPIPE, которая позволяет построить семантическое дерево предложения и выделить связи между словами, а также выделить морфологическую информацию о словах (части речь, род, число, падеж и т.д.) как в подходе [6].

Фразы, связанные с основным предложением словами «потому что», «для того чтобы» и пр. будут относиться к категории «целей и эффектов», а слова «который», «чей» и пр. – с категорией «Элементов и Полей»

#### *Шаг 5. Определение технологических возможностей*

На первом этапе определения технологических возможностей к набору объектов и связок «Действие-Объект», найденному на предыдущих шагах применяются подходы кластерного анализа с целью выявления нескольких подклассов области. Для этого может быть применен метод СТМ или LDA [7]. В итоге может получиться, что характеристики, которые относятся к категории «Элементов и Полей» будут сгруппированы в одни подклассы, в то время как эти характеристики в группе «Целей и Эффектов» будут сгруппированы в иные подклассы [8].

На втором шаге получившиеся подклассы оцениваются и выбираются наиболее перспективные из них [9]. Результатом кластерного анализа будет являться вероятность соответствия каждого документа каждому подклассу. В итоге - документ будет привязан к классу, где вероятность его соответствия наибольшая. Используя информацию о документах в каждом подклассе, можно выбрать наиболее перспективные подклассы.

Таким образом устанавливаются связи между наиболее перспективными подклассами из категории «Элементов и Полей» и подклассами из категории «Целей и эффектов». Процесс изображен на Рисунке 1.



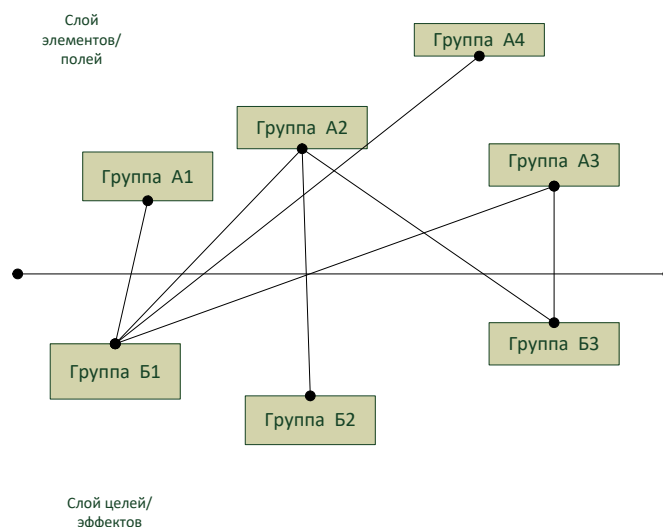


Рисунок 1 - Связи между наиболее перспективными подклассами из категории «Элементов и Полей» и подклассами из категории «Целей и Эффектов»

На основе данной информации может быть построена карта тренда. Эта карта визуализирует развитие подклассов и технологий с течением времени. Карта может состоять из нескольких слоев (например, слой «Элементов и Полей» и слой «Целей и Эффектов»). Таким образом, может быть построена сеть выделенных подклассов как в подходе [10]. В этой сети размер узла зависит от количества патентов, ассоциированных с подклассом

В то же время можно определить и силу связи между подклассами. Сила связи пропорциональна количеству патентов, которые присутствуют и в том, и в другом подклассе.

На этой карте технологические возможности могут включать в себя как наиболее поздние (т.е. наиболее современные подклассы), так и те темы, в которых присутствует наибольшее количество патентов. А также те подклассы, которые имеют наибольшее количество связей с другими патентами. Ось x в данных технологических картах представляет собой шкалу времени. Предлагается [11] в качестве эксперимента взять патенты последних 5 лет для анализа технологических тенденций.

### Результаты

Помимо выявления технологических возможностей описанный подход может быть применен для построения карт для изучения тенденций развития конкурентов. В отличие от карты трендов [12], разработанной с использованием патентов всех заявителей, эта карта конкурентов ограничивает свое внимание одной организацией, вызывающей озабоченность. Карта для каждой компании визуализирует акцент развития технологий в компании, позволяя проводить сравнительный анализ между

компаниями. На основе этой карты компания может определить конкурентов, обладающих дополнительными технологиями, и понять технологические преимущества и недостатки целевой области.

### **Заключение**

Теоретическая ценность данной работы заключается в разработанном методе выявления технологических тенденций на основе SAO структур. Предлагается 5-тиэтапный метод для выделения SAO структур, их расширения, кластеризации, а также построение технологических карт. Этот подход может быть применен для анализа технологических тенденций (построения карт трендов), построения карт конкурирующих организаций, а также прогнозирования новых технологических возможностей на основе существующих технологий.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-07-01086 а; РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научных проектов № 19-47-340007 р\_а, 19-41-340016 р\_а*

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Фоменкова М.А., Коробкин Д.М., Кравец А.Г., Фоменков С.А. Методика идентификации SAO структур. Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. 2017. Т. 5. С. 85-88.
2. Lee, J., Kim, C., & Shin, J. (2017). Technology opportunity discovery to R&D planning: Key technological performance analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 119, 53–63.
3. Guo, J., Wang, X., Li, Q., & Zhu, D. (2016). Subject–action–object-based morphology analysis for determining the direction of technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 105, 27–40.
4. Moehrle, M. G., Walter, L., Geritz, A., & Muller, S. (2005). Patent-based inventor profiles as a basis for human resource decisions in research and development. *R&D Management*, 35(5), 513–524. No, H. J., & Lim, H. (2009). Exploration of nanobiotechnologies using patent data. *The Journal of Intellectual Property*, 4(3), 109–129.
5. Park, H., Yoon, J., & Kim, K. (2011). Identifying patent infringement using SAO based semantic technological similarities. *Scientometrics*, 90(2), 515–529.
6. Wang, X., Wang, Z., Huang, Y., Liu, Y., Zhang, J., Heng, X., et al. (2017). Identifying R&D partners through subject–action–object semantic analysis in a problem & solution pattern. *Technology Analysis & Strategic Management*, 29, 1–14.
7. Wich, Y., Warschat, J., Spath, D., Ardilio, A., König-Urban, K., & Uhlmann, E. (2013, July). Using a text mining tool for patent analyses: Development of

- a new method for the repairing of gas turbines. In 2013 Proceedings of PICMET'13 Technology Management in the IT-Driven Services (PICMET) (pp. 1010–1016). IEEE.
8. Yoon, J., & Kim, K. (2011b). Identifying rapidly evolving technological trends for R&D planning using SAO-based semantic patent networks. *Scientometrics*, 88(1), 213–228.
  9. Zhang, Y., Zhou, X., Porter, A. L., & Gomila, J. M. V. (2014). How to combine term clumping and technology roadmapping for newly emerging science & technology competitive intelligence: “Problem & solution” pattern based semantic TRIZ tool and case study. *Scientometrics*, 101(2), 1375–1389.
  10. Yoon, J., & Kim, K. (2012a). Detecting signals of new technological opportunities using semantic patent analysis and outlier detection. *Scientometrics*, 90(2), 445–461.
  11. Yoon, B., Park, I., & Coh, B. Y. (2014). Exploring technological opportunities by linking technology and products: Application of morphology analysis and text mining. *Technological Forecasting and Social Change*, 86, 287–303.
  12. Коробкин Д.М., Гордеев Н.А., Фоменков С.А., Дыков М.А. Метод выявления патентных трендов на основе описаний технических функций. *Известия Волгоградского государственного технического университета*. 2018. № 5 (215). С. 56-60.
  13. Korobkin D.M., Fomenkov S.A., Kolesnikov S.G., Al'-Hadsha F.A.H. Sintezi analiz fizicheskikh principov dejstviyatekhnicheskikh sistem s ispol'zovaniem setej Petri. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2018. № 8 (218). S. 83-88.

M.A. Fomenkova, D.M. Korobkin, S.A. Fomenkov, S.G. Kolesnikov  
**METHOD OF ANALYSIS OF INNOVATIVE TRENDS BASED ON  
PATENT CORPUS**

*Volgograd State Technical University,  
Volgograd, Russia*

*This paper presents a method for analyzing innovation trends through the detection and analysis of patent activity, the identification of new technological capabilities, key modern technologies and inventions. As part of this study, it is proposed to use a method based on structures extracted from the SAO patent corpus. A five-step method has been developed for identifying SAO structures, expanding them, clustering, and also building flow sheets. This approach can be applied to the analysis of technological trends (trend mapping). This map visualizes the development of subclasses of patents identified through cluster analysis and technology over time. In addition to identifying technological capabilities, the described*

*approach can be applied to construct maps to study the trends of competitors. Unlike a trend map developed using all applicants' patents, this competitor card limits its attention to a single organization. A map for each company visualizes the focus of technology development in the company, allowing for a comparative analysis between companies. Based on this map, the company can identify competitors with additional technologies and understand the technological advantages and disadvantages of the target area.*

**Keywords:** technological opportunities, Natural Language processing, SAO, patents

## REFERENCES

1. Fomenkova M.A., Korobkin D.M., Kravec A.G., Fomenkov S.A. Metodika identifikacii SAO struktur. Matematicheskie metody v tekhnike i tekhnologiyah - MMTT. 2017. T. 5. S. 85-88.
2. Lee, J., Kim, C., & Shin, J. (2017). Technology opportunity discovery to R&D planning: Key technological performance analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 119, 53–63.
3. Guo, J., Wang, X., Li, Q., & Zhu, D. (2016). Subject–action–object-based morphology analysis for determining the direction of technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 105, 27–40.
4. Moehrle, M. G., Walter, L., Geritz, A., & Muller, S. (2005). Patent-based inventor profiles as a basis for human resource decisions in research and development. *R&D Management*, 35(5), 513–524. No, H. J., & Lim, H. (2009). Exploration of nanobiotechnologies using patent data. *The Journal of Intellectual Property*, 4(3), 109–129.
5. Park, H., Yoon, J., & Kim, K. (2011). Identifying patent infringement using SAO based semantic technological similarities. *Scientometrics*, 90(2), 515–529.
6. Wang, X., Wang, Z., Huang, Y., Liu, Y., Zhang, J., Heng, X., et al. (2017). Identifying R&D partners through subject–action–object semantic analysis in a problem & solution pattern. *Technology Analysis & Strategic Management*, 29, 1–14.
7. Wich, Y., Warschat, J., Spath, D., Ardilio, A., König-Urban, K., & Uhlmann, E. (2013, July). Using a text mining tool for patent analyses: Development of a new method for the repairing of gas turbines. In *2013 Proceedings of PICMET'13 Technology Management in the IT-Driven Services (PICMET)* (pp. 1010–1016). IEEE.
8. Yoon, J., & Kim, K. (2011b). Identifying rapidly evolving technological trends for R&D planning using SAO-based semantic patent networks. *Scientometrics*, 88(1), 213–228.

9. Zhang, Y., Zhou, X., Porter, A. L., & Gomila, J. M. V. (2014). How to combine term clumping and technology roadmapping for newly emerging science & technology competitive intelligence: “Problem & solution” pattern based semantic TRIZ tool and case study. *Scientometrics*, 101(2), 1375–1389.
10. Yoon, J., & Kim, K. (2012a). Detecting signals of new technological opportunities using semantic patent analysis and outlier detection. *Scientometrics*, 90(2), 445–461.
11. Yoon, B., Park, I., & Coh, B. Y. (2014). Exploring technological opportunities by linking technology and products: Application of morphology analysis and text mining. *Technological Forecasting and Social Change*, 86, 287–303.
12. Korobkin D.M., Gordeev N.A., Fomenkov S.A., Dykov M.A. Metodvyavleniyapatentnyhtrendovnaosnoveopisanijtekhnicheskikhfunkcij. *IzvestiyaVolgogradskogogosudarstvennogotekhnicheskogouniversiteta*. 2018. № 5 (215). S. 56-60.