

22. *Titenko E.A., Dobroserdov O.G., Shchitov A.N., Titenko M.A.* Apparato-orientirovannyi metod parallel'nogo poiska prefiksa i suffiksa po podstrokam fiksirovannoy dliny [Hardware-oriented method of parallel search for prefix and suffix using substrings of fixed length], *T-Comm: Telekommunikatsii i transport* [T-Comm: Telecommunications and Transport], 2022, Vol. 16, No. 4, pp. 29-36.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.В. Курейчик.

Титенко Евгений Анатольевич – Юго-Западный государственный университет; e-mail: johntit@mail.ru; г. Курск, Россия; тел.: +79051588904; кафедра программной инженерии; к.т.н.; доцент.

Чернецкая Ирина Евгеньевна – e-mail: white@mail.ru; кафедра вычислительной техники; зав. кафедрой; д.т.н. доцент.

Лисицын Леонид Александрович – e-mail: leo_263@mail.ru; кафедра программной инженерии; к.т.н.; доцент.

Титенко Михаил Андреевич – e-mail: mikhail-titenko@mail.ru; аспирант.

Егоров Сергей Иванович – e-mail: sie58@mail.ru; д.т.н.; доцент; профессор кафедры вычислительной техники.

Titenko Evgeny Anatolievich – South-West State University; e-mail: johntit@mail.ru; Kursk, Russia; phone: +79051588904; the department of computing system. cand. of eng. sc.; associate professor.

Chernetskaya Irina Evgenievna – e-mail: white@mail.ru; the department of computer science; head of department; dr. of eng. sc.; associate professor.

Lisitsyn Leonid Alexandrovich – e-mail: leo_263@mail.ru; the department of computing system cand. of eng. sc., associate professor.

Titenko Mikhail Andreevich – e-mail: mikhail-titenko@mail.ru; postgraduate.

Egorov Sergey Ivanovich – e-mail: sie58@mail.ru; dr. of eng. sc.; associate professor; professor of the department of computer science.

УДК 004.021

DOI 10.18522/2311-3103-2023-4-87-96

М.С. Анферова, А.А. Белевцев, А.М. Белевцев

МЕТОДИКА АНАЛИЗА РАЗВИТИЯ ЗАРОЖДАЮЩИХСЯ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФРОНТОВ

Скорость изменений в инновационном развитии экономики постоянно возрастает, особенно в высокотехнологичных областях. В этой связи задача проведения постоянного динамического мониторинга, выделение значимых технологий и стратегического анализа направлений развития науки и технологий приобретает исключительно важное значение. В настоящее время данная работа не автоматизирована и требует значительных финансовых и временных затрат. В работе проведен анализ основных проблем построения процедур мониторинга и выявления зарождающихся технологий, формирования и развития технологических трендов. Решение задач автоматизации процесса определения трендов связано с разработкой и использованием формализованных процедур и статистических методов исследования текстов научных публикаций, патентов и коллекций научно-технологических документов. Однако, в связи с высокой динамикой изменений, библиометрического и лингвистического анализа недостаточно для формирования трендов развития. Осуществление новой технологической разработки может занимать несколько лет. В этой связи необходимо, чтобы к моменту завершения разработки цель проекта оставалась по-прежнему актуальной, а достигнутые параметры имели конкурентные преимуще-

ства. Достижение поставленных задач невозможно без понимания эволюции технологий и технических решений во времени и прогнозирования их новых параметров качества. Имеющиеся методики оценки и прогнозирования уровня развития технологий не учитывают, как правило, высокую динамику формирования новых траекторий развития технологий и их взаимосвязей в технологических трендах. Необходимо создание информационно-аналитических систем обработки данных, которые позволят из открытых или закрытых источников выделять технологии, и интерпретировать их. В настоящей работе рассматривается методика выявления зарождающихся технологий и формирования технологических трендов. Методика учитывает наличие характеристик трендов, взаимосвязей отдельных технологий и тип тренда. Определены основные этапы формирования новых технологий. Выделены характеристики и основные критерии нового тренда. Предложена классификация типов новых трендов. Для заданных предметных областей предложен алгоритм формирования и анализа характеристик технологического тренда.

Технологические тренды; зарождающиеся технологии мониторинг; Big Data; алгоритм; характеристики; технологический фронт.

M.S. Anferova, A.A. Belevtsev, A.M. Belevtsev

METHODOLOGY FOR ANALYZING THE DEVELOPMENT OF EMERGING TECHNOLOGIES AND TECHNOLOGICAL FRONTS

The speed of changes in the innovative development of the economy is constantly increasing, especially in high-tech areas. In this regard, the task of conducting continuous dynamic monitoring, identifying significant technologies and strategic analysis of the directions of development of science and technology becomes extremely important. Currently, this work is not automated and requires significant financial and time costs. The paper analyzes the main problems of building monitoring procedures and identifying emerging technologies, the formation and development of technological trends. The solution of the tasks of automating the process of determining trends is associated with the development and use of formalized procedures and statistical methods for the study of texts of scientific publications, patents and collections of scientific and technological documents. However, due to the high dynamics of changes, bibliometric and linguistic analysis is not enough to form development trends. The implementation of a new technological development may take several years. In this regard, it is necessary that by the time the development is completed, the project goal remains relevant, and the achieved parameters have competitive advantages. Achieving the set tasks is impossible without understanding the evolution of technologies and technical solutions over time and forecasting their new quality parameters. The available methods of assessing and forecasting the level of technology development do not consider, as a rule, the high dynamics of the formation of new trajectories of technology development and their interrelationships in technological trends. It is necessary to create information and analytical data processing systems that will allow technologies to be isolated from open or closed sources and interpreted. In this paper, the method of identifying emerging technologies and the formation of technological trends is considered. The methodology takes into account the presence of trend characteristics, the interrelationships of individual technologies and the type of trend. The main stages of the formation of new technologies are determined. The characteristics and main criteria of the new trend are highlighted. A classification of the types of new trends is proposed. For the given subject areas, an algorithm for the formation and analysis of the characteristics of the technological trend is proposed.

Technological trends; emerging monitoring technologies; Big Data; algorithm; characteristics; technological front.

Введение. В условиях резкого обострения борьбы за технологическое превосходство и технологический суверенитет, а также высокой динамики формирования новых направлений и траекторий технологического развития задача стратегического анализа направлений развития науки и технологий является чрезвычайно актуальной [1].

Для эффективного решения данной задачи необходимо проведение непрерывного глобального мониторинга научно-технологических направлений и тенденций развития [2].

Возникает необходимость создания новых методов обработки и анализа информации для автоматизированных информационно-аналитических систем [3, 4].

На основе проведенного мониторинга в работе [5] были сформированы основные направления исследований ведущих научных центров и компаний, представлена общая процедура мониторинга [6]. Проведенный анализ не обеспечивает решение поставленной задачи формирования новых трендов – возникает необходимость разработки новой методики.

В этой связи разработка алгоритма выявления новых трендов и зарождающихся технологий является актуальной.

Основная часть. В связи с высокой динамикой изменений необходимо выявлять технологии на ранней стадии зарождения, в противном случае велика вероятность того, что последствия и приложения данной технологии могут заместить функционал текущих разработок [7, 8], что грозит большими финансовыми и временными потерями [9].

Необходимо формирование предварительного перечня направлений исследований в заданной предметной области.

В этой связи можно выделить следующие проблемы по обнаружению трендов и технологий:

1. Технологии на ранней стадии своего жизненного цикла некатегоризированные и хаотичные [10].
2. Сложность выявления конкретных параметров трендов.
3. Сложность реализации алгоритма из-за множества относительных параметров.
4. В ходе анализа можно обнаружить несколько конкурирующих технологий, которые имеют одинаковое функциональное назначение. При этом в разный период времени могут лидировать разные технологии [11].

Вместе с тем, в ходе проведения динамического мониторинга и возрастающего объема изменяющейся информации библиометрического и лингвистического анализа [12] недостаточно для формирования трендов развития.

Одной из наиболее сложных проблем является задача анализа зарождения и формирования развития нового технологического тренда.

Методика решения данной проблемы должна обеспечивать следующие задачи:

- ◆ Выявление зарождающихся технологий.
- ◆ Определение состава тренда.
- ◆ Определение типа тренда.
- ◆ Оценка основных характеристик тренда.

На рис. 1 представлены этапы формирования новой технологии.

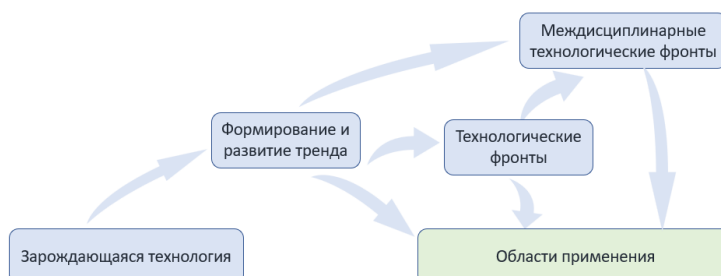


Рис. 1. Траектории развития технологий

Важно различать момент, когда конкретная технология начинает появляться и когда она становится релевантной для измерения в статистических терминах, таких как «интенсивность», «уровень готовности технологии» «научная продуктивность» [13], создание, распространение и использование технологий, а также производство технологических товаров и услуг.

Можно выделить следующие основные характеристики тренда:

1. Интенсивность (предприятия, публикации, патенты) – $I_{c_i}^n$.
2. Скорость роста интенсивности (значение интенсивности за период времени деленное на интервал измерений) – $V_I = I_{c_i} / \Delta t$.
3. Уровень готовности (TRL)- 1-9 ().
4. Принадлежность к классификатору $K_{O_i}^n$ (ОП_i).
5. Множество областей применения P_m .

Уравнение логического вывода принадлежности технологии к технологическому тренду и предметной области P_m можно представить в следующем виде:

$$c_i^n \rightarrow \Phi N_i^n \rightarrow (O_i^n \in C_{n_i}^{P_m}) \rightarrow P_m,$$

где

c_i^n – технология принадлежащая технологическому тренду $C_{n_i}^{P_m}$;

ΦN_i^n – функциональные назначения технологий $\{c_i^n\}$;

$O_i^n, i = \overline{1, N}$ – области применения технологий $\{c_i^n\}$.

Уравнения логического вывода для формирования нового тренда можно представить в следующем виде

$$\begin{aligned} c_j^k \rightarrow (c_j^k \in C_{n_i}^{P_m}) \cup (\Phi N_i^k \equiv \forall \Phi \nexists c_j^n \in C_{n_i}^{P_m}) \cup (I_{c_i}^k > L) \cup (TRL \leq 2) \rightarrow \\ \rightarrow O_i^{m+1} \rightarrow C_{k_i}^{P_{m+1}} \rightarrow P_{m+1} \end{aligned} \quad (1)$$

При этом в ходе мониторинга возможно выявление технологий, для которых существует несколько разных областей применения в различных трендах.

$$c_j^k \rightarrow (\Phi N_i^K \rightarrow (O_i^n \cup O_j^{m+1}))$$

Тогда:

$$\begin{aligned} c_j^k \rightarrow (c_j^k \in C_{n_i}^{P_m}) \cup (\Phi N_i^K \rightarrow (O_i^n \cup O_j^{m+1})) \cup (I_{c_j}^k > L) \cup (TRL \leq 2) \rightarrow \\ \rightarrow C_{K_i}^{P_{m+1}} \rightarrow O_j^{m+1} \rightarrow P_{m+1}. \end{aligned} \quad (2)$$

Данная методика может быть положена в процедуры прогнозирования развития технологических трендов и построения дорожных карт.

Рассмотрим вариант реализации предлагаемой методики на примере предметной области P_m – «IT-направления СЦО».

Анализ показал [14], что основными направлениями развития для заданной предметной области на этапе исследования в 2016 году стали:

1. Технологии Кибероружия.
2. Технологии Кибербезопасности.
3. Программное Обеспечение.
4. Технологии Искусственного Интеллекта.
5. Технологии Анализа Больших Неструктурируемых Данных.
6. Технологии Стратегического Анализа.
7. Технологии Проведения Информационных Войн.

Основной комплекс исследований по рассматриваемой тематике осуществляют федеральные научно-исследовательские центры (DARPA, IARPA, DISA), федеральные венчурные фонды (In-Q-tel), ведущие университеты и национальные исследовательские лаборатории США, и Европы, а также многочисленные ИТ-компании по всему миру [15, 16].

Для проведения исследований была разработана общая процедура проведения анализа [17].

В общем случае алгоритм формирования трендов содержит следующие этапы:

1. Проведение глобального мониторинга. Предложены алгоритмы, обеспечивающие определение опорных тем, оценку ранжирования и релевантности информации [18].

2. Выявление новой технологии.

3. Фиксация параметров, описанных выше.

4. Описание и интерпретация. Выявление области применения относится технология, функциональных назначений, кем используется, на какую аудиторию рассчитана, какие задачи решает.

5. Кластеризация. Объединение периметров в однородные группы, которые говорят о наличии какого-то заметного изменения.

6. Оценка характеристик трендов.

7. Верификация. Достаточно ли много сигналов, чтобы говорить о существенном изменении.

8. Определения типа тренда (автономный/связанный).

9. Формулировка тренда и интерпретация.

В ходе следующего этапа работы [19] были проанализированы общие тенденции формирования коммуникационных систем сетевой информационной инфраструктуры, на основе зарубежных исследований и разработок. Что позволило выделить 2 новых тренда:

1. Биологические системы.

2. System-Of-System.

Биологические системы- большая технологическая область, где конкретные технологии могут обладать различными характеристиками.

Формируем перечень технологий c_i^n , принадлежащих технологическому тренду.

На 1 этапе в результате выполнения проведенного мониторинга выявлены технологические тренды C_n^{Pm} и определены совокупности технологий C_i^n .

Были определены функциональных назначения технологий и области применения.

Данный тренд является автономным. В соответствии с формулой (1) формируем технологии на следующем этапе мониторинга.

В соответствии с соотношением логического вывода [20] проводим структуризацию технологических трендов. Динамический граф для рассматриваемого варианта представлен на рис. 2.

Тренд System-Of-System является проблемно-ориентированным трендом. Технологические направления подтверждается совокупностью исследовательских программ с различным функциональными назначениями и областями применения.

Можно наблюдать связь данного тренда с другими направлениями. Для формирования новых технологий воспользуемся формулой (2) (рис. 3).

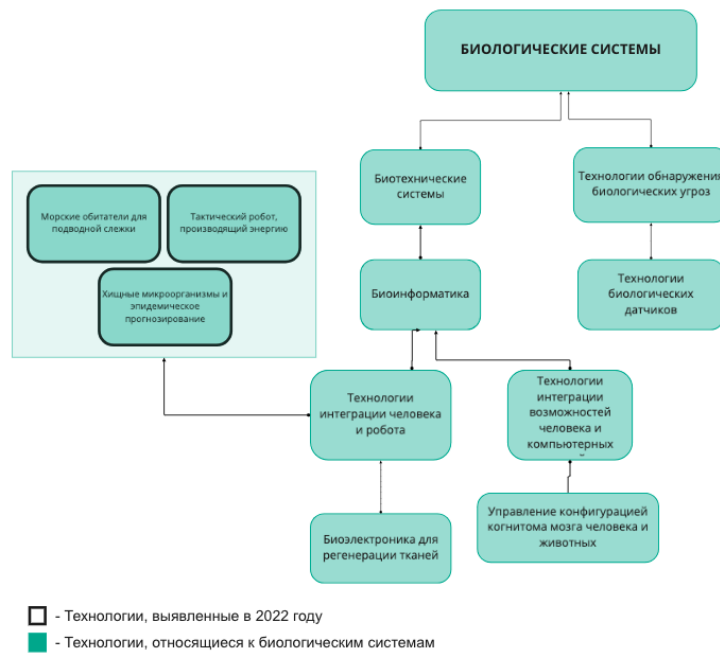


Рис. 2. Структура взаимосвязи биологических систем

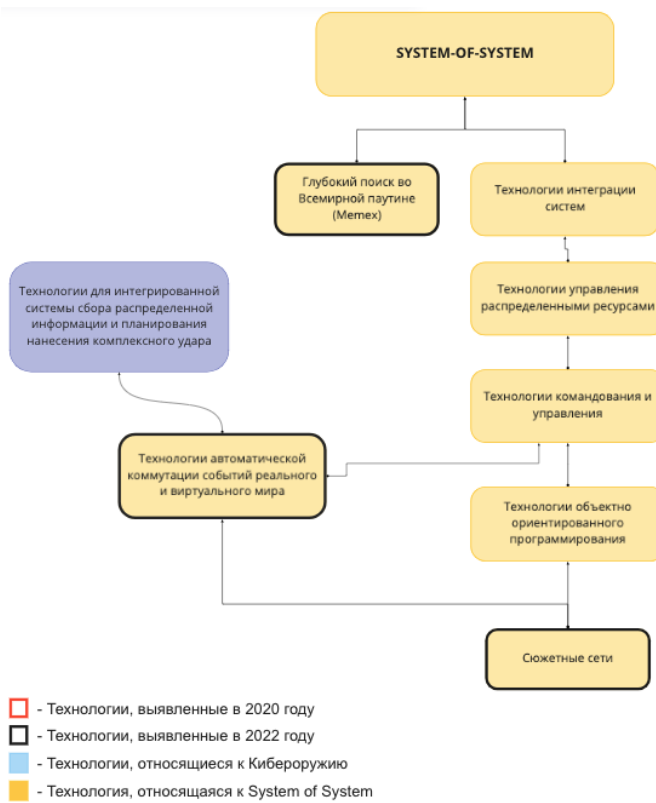


Рис. 3. Структура взаимосвязи System of System

В ходе мониторинга можно наблюдать нарастание интенсивности исследований по рассматриваемым тематиками. На рис. 4 представлена сводная диаграмма активности исследований федеральных исследовательских центров, национальных лабораторий, крупных промышленных компаний. При этом приоритеты тренда меняются с течением времени, так как происходит изменения технических средств.

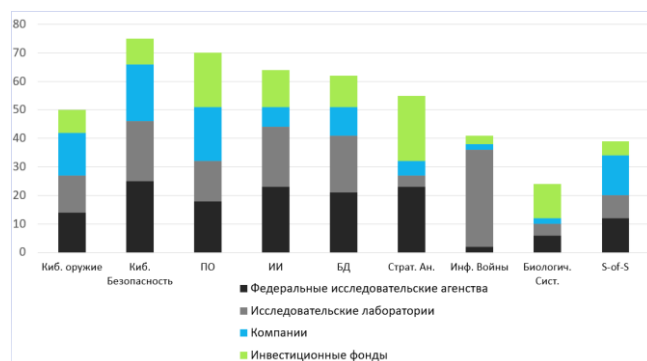


Рис. 4. Сводная диаграмма интенсивности исследований

Таким образом данный пример подтверждает правильность предложенной методики.

Учитывая данные, можно сделать вывод, что за новыми и растущими областями, может последовать последовательность событий, в которой крупной технологической инновации предшествует ряд более мелких постепенных изобретений, расширяющих диапазон применения основных технологий, объединяя их в группу. При этом, часто такие технологии ранее были отмечены как крупные прорывы.

Заключение

1. Определены основные проблемы по обнаружению трендов и технологий.
2. Выделены признаки нового тренда.
3. Обозначены основные критерии нового тренда.
4. Предложена классификация новых трендов.
5. Разработана структура определения трендов.
6. Предложена общая методика анализа направлений развития IT-технологий нового поколения.
7. Определены основные тренды развития IT-технологий нового поколения для СЦО.

В условиях неопределённости, отсутствия стандартизированных схем и статистических данных только сочетание мониторинга и стратегического анализа технологий и технологических трендов является необходимым подходом для достижения информационного превосходства и обоснования принятия управленческих решений.

Методика определения и классификации научно-технологических фронтов и зарождающихся технологий может быть положена в основу автоматизации мониторинга и стратегического анализа в информационно аналитических комплексах. Внедрение данной методики позволит сократить общее время фиксации тренда в 5-6 раз по отношению к запросам, формируемым аналитиками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белевцев А.М., Садреев Ф.Г., Белевцев А.А., Балыбердин В.А. Разработка интеллектуальных сервисов мониторинга технологических трендов в информационно-аналитических комплексах // Наукоемкие технологии. – 2019. – Т. 20, № 3. – С. 24-29.

2. *Анферова М.С., Белевцев А.М.* Анализ направлений создания алгоритмов эффективного поиска информации в сетях общего и специального назначения // Матер. III Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы современной науки и производства». – Рязань: РГРТУ, 2018.
3. *Анферова М.С., Белевцев А.М.* Поисковые роботы для автоматизированного мониторинга информации в сетях общего и специального назначения // 18-я Международная научно-практическая конференция «Управление качеством». – 2019.
4. *Анферова М.С., Белевцев А.М.* Разработка алгоритмов интеллектуального сервиса поиска и мониторинга информации // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2021. – № 3. – С. 6-17.
5. *Анферова М.С., Белевцев А.М.* Анализ направлений развития технологий мониторинга в условиях большого объёма неструктурированной информации // XXIV Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием имени профессора О.Н. Пьявченко «Компьютерные и информационные технологии в науке, инженерии и управлении» «КомТех-2020». – 2020.
6. *Анферова М.С., Белевцев А.М.* Общая концепция создания технологии интеллектуального поиска информации в сетях общего и специального назначения // XXV Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием имени профессора О.Н. Пьявченко «Компьютерные и информационные технологии в науке, инженерии и управлении» «КомТех-2021». – 2021.
7. *Millett S.M. and Honton E.J., Manager's A.* Guide to Technology Forecasting and Strategy Analysis Methods. – Battelle Press, 1991.
8. *Sammut-Bonnici Tanya, Galea David.* PEST analysis // Wiley Encyclopedia of Management. – Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2015-01-22.
9. *Шваб К.* Четвертая промышленная революция. – М.: Эксмо, 2018. – 285 с. – ISBN 978-5-699-98379-7.
10. *Poh K.L., Ang B.W., Bai F.* A comparative analysis of R&D project evaluation methods // R&D Management. – 2001. – Vol. 31, No. 1. – P. 63-75.
11. *Shibata N., Kajikawa Y., & Sakata I.* Detecting potential technological fronts by comparing scientific papers and patents // Foresight. – 2011. – 13 (5). – P. 51-60.
12. *Анферова М.С., Белевцев А.М.* Анализ требований и разработка алгоритмов интеллектуальных сервисов мониторинга // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2022. – № 3. – С 119-129.
13. *Kotler Philip, Berger Roland, Bickhoff Nils.* The Quintessence of Strategic Management: What You Really Need to Know to Survive in Business.
14. *Белевцев А.М., Бальбердин В.А., Бендерский Г.П., Белевцев А.А.* Анализ направлений развития nano- и IT-технологий для построения специализированных сетевых коммуникационных систем нового поколения // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2015. – № 3.
15. *Белевцев А.М., Бальбердин В.А., Белевцев А.А., Маркелов Е.Б.* Некоторые тенденции развития информационных технологий для систем сетецентрического управления // Вооружение и экономика. – 2020. – № 1 (51). – С. 21-26.
16. *Jeng D.J.-F. & Huang K.-H.* Strategic project portfolio selection for national research institutes // Journal of Business Research. – 2015. – 68 (11). – P. 2305-2311.
17. *Белевцев А.М., Бальбердин В.А., Бендерский Г.П., Белевцев А.А.* Основные тенденции развития информационных технологий для систем сетецентрического управления // Сб. докладов: Матер. Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Компьютерные и информационные технологии в науке, инженерии и управлении» «КОМТЕХ- 2016». – 2016.
18. *Анферова М.С., Белевцев А.М.* Разработка алгоритма определения опорных тем для решения задач стратегического анализа // Сб. докладов: Матер. Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Компьютерные и информационные технологии в науке, инженерии и управлении» «КОМТЕХ- 2022». – 2022. – С. 132-138.
19. *Белевцев А.М., Бальбердин В.А., Белевцев А.А.* Методика оценки времени и стоимости реализации технологических трендов в условиях неопределенности и не полноты информации // ИТ. – 2019. – № 5.
20. *Белевцев А.А., Белевцев А.М., Бальбердин В.А.* Методика анализа и оценки приоритетов технологических трендов и технологий // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2022. – № 6.

REFERENCES

1. *Belevtsev A.M., Sadreev F.G., Belevtsev A.A., Balyberdin V.A.* Razrabotka intellektual'nykh servisov monitoringa tekhnologicheskikh trendov v informatsionno-analiticheskikh kompleksakh [Development of intelligent services for monitoring technological trends in information and analytical complexes], *Naukoemkie tekhnologii* [Science-intensive technologies], 2019, Vol. 20, No. 3, pp. 24-29.
2. *Anferova M.S., Belevtsev A.M.* Analiz napravleniy sozdaniya algoritmov effektivnogo poiska informatsii v setyakh obshchego i spetsial'nogo naznacheniya [Analysis of directions for creating algorithms for effective information search in general and special-purpose networks], *Material. III Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Aktual'nye problemy sovremennoy nauki i proizvodstva»* [Materials of the III All-Russian Scientific and Technical Conference "Current Problems of Modern Science and Production"]. Ryazan': RGRU, 2018.
3. *Anferova M.S., Belevtsev A.M.* Poiskovye roboty dlya avtomatizirovannogo monitoringa informatsii v setyakh obshchego i spetsial'nogo naznacheniya [Search robots for automated monitoring of information in general and special-purpose networks], *18-ya Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Upravlenie kachestvom»* [18th International Scientific and Practical Conference "Quality Management"], 2019.
4. *Anferova M.S., Belevtsev A.M.* Razrabotka algoritmov intellektual'nogo servisa poiska i monitoringa informatsii [Development of algorithms for an intelligent service for searching and monitoring information], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2021, No. 3, pp. 6-17.
5. *Anferova M.S., Belevtsev A.M.* Analiz napravleniy razvitiya tekhnologiy monitoringa v usloviyakh bol'shogo ob'ema nestrukturirovannoy informatsii [Analysis of directions for the development of monitoring technologies in conditions of a large volume of unstructured information], *XXIV Vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem imeni professora O.N. Pyavchenko "Komp'yuternye i informatsionnye tekhnologii v nauke, inzhenerii i upravlenii" «KomTekh-2020»* [XXIV All-Russian Scientific and Technical Conference with international participation named after Professor O.N. Pyavchenko "Computer and information technologies in science, engineering and management" "ComTech-2020"], 2020.
6. *Anferova M.S., Belevtsev A.M.* Obshchaya kontseptsiya sozdaniya tekhnologii intellektual'nogo poiska informatsii v setyakh obshchego i spetsial'nogo naznacheniya [General concept of creating technology for intelligent information retrieval in general and special-purpose networks], *XXV Vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem imeni professora O.N. Pyavchenko "Komp'yuternye i informatsionnye tekhnologii v nauke, inzhenerii i upravlenii" «KomTekh-2021»* [XXV All-Russian Scientific and Technical Conference with international participation named after Professor O.N. Pyavchenko "Computer and information technologies in science, engineering and management" "ComTech-2021"], 2021.
7. *Milett S.M. and Honton E.J., Manager's A.* Guide to Technology Forecasting and Strategy Analysis Methods. Battelle Press, 1991.
8. *Sammut-Bonnici Tanya, Galea David.* PEST analysis // Wiley Encyclopedia of Management. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2015-01-22.
9. *Shvab K.* Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya [The fourth industrial revolution]. Moscow: Eksmo, 2018, 285 p. ISBN 978-5-699-98379-7.
10. *Poh K.L., Ang B.W., Bai F.* A comparative analysis of R&D project evaluation methods, *R&D Management*, 2001, Vol. 31, No. 1, pp. 63-75.
11. *Shibata N., Kajikawa Y., & Sakata I.* Detecting potential technological fronts by comparing scientific papers and patents, *Foresight*, 2011, 13 (5), pp. 51-60.
12. *Anferova M.S., Belevtsev A.M.* Analiz trebovaniy i razrabotka algoritmov intellektual'nykh servisov monitoringa [Analysis of requirements and development of algorithms for intelligent monitoring services], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2022, No. 3, pp 119-129.
13. *Kotler Philip, Berger Roland, Bickhoff Nils.* The Quintessence of Strategic Management: What You Really Need to Know to Survive in Business.

14. Belevtsev A.M., Balyberdin V.A., Benderskiy G.P., Belevtsev A.A. Analiz napravleniy razvitiya nano- i IT-tehnologiy dlya postroeniya spetsializirovannykh setevykh kommunikatsionnykh sistem novogo pokoleniya [Analysis of directions of development of nano- and IT technologies for the construction of specialized network communication systems of a new generation], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2015, No. 3.
15. Belevtsev A.M., Balyberdin V.A., Belevtsev A.A., Markelov E.B. Nekotorye tendentsii razvitiya informatsionnykh tekhnologiy dlya sistem setetsentricheskogo upravleniya [Some trends in the development of information technologies for network-centric control systems], *Vooruzhenie i ekonomika* [Arms and Economics], 2020, No. 1 (51), pp. 21-26.
16. Jeng D.J.-F. & Huang K.-H. Strategic project portfolio selection for national research institutes, *Journal of Business Research*, 2015, 68 (11), pp. 2305-2311.
17. Belevtsev A.M., Balyberdin V.A., Benderskiy G.P., Belevtsev A.A. Osnovnye tendentsii razvitiya informatsionnykh tekhnologiy dlya sistem setetsentricheskogo upravleniya [Main trends in the development of information technologies for network-centric control systems], *Sb. dokladov: Mater. Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Komp'yuternye i informatsionnye tekhnologii v nauke, inzhenerii i upravlenii» «KOMTEKh- 2016»* [Collection of reports: Proceedings of the All-Russian scientific and technical conference with international participation "Computer and information technologies in science, engineering and management" "COMTECH-2016"], 2016.
18. Anferova M.S., Belevtsev A.M. Razrabotka algoritma opredeleniya opornykh tem dlya resheniya zadach strategicheskogo analiza [Development of an algorithm for identifying key topics for solving problems of strategic analysis], *Sb. dokladov: Mater. Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Komp'yuternye i informatsionnye tekhnologii v nauke, inzhenerii i upravlenii» «KOMTEKh- 2022»* [Collection of reports: Proceedings of the All-Russian scientific and technical conference with international participation "Computer and information technologies in science, engineering and management" "COMTECH-2022"], 2022, pp. 132-138.
19. Belevtsev A.M., Balyberdin V.A., Belevtsev A.A. Metodika otsenki vremeni i stoimosti realizatsii tekhnologicheskikh trendov v usloviyakh neopredelennosti i ne polnoty informatsii [Methodology for estimating the time and cost of implementing technological trends in conditions of uncertainty and incompleteness of information], *NT* [Heat supply news], 2019, No. 5.
20. Belevtsev A.A., Belevtsev A.M., Balyberdin V.A. Metodika analiza i otsenki prioritov tekhnologicheskikh trendov i tekhnologiy [Methodology for analyzing and assessing the priorities of technological trends and technologies], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2022, No. 6.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.А. Балыбердин.

Анферова Маргарита Сергеевна – Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет); e-mail: gludkina@yandex.ru; г. Москва, Россия; тел.: +79055220749; старший преподаватель.

Белевцев Андрей Михайлович – e-mail: ambelevtsev@yandex.ru; тел.: +79037691788; д.т.н.; профессор.

Белевцев Андрей Андреевич – ПАО «Сбербанк»; e-mail: Andrey.Belevtsev@gmail.com; г. Москва, Россия; тел.: + 74959575731.

Anferova Margarita Sergeevna – Moscow Aviation Institute (National Research University); e-mail: gludkina@yandex.ru; Moscow, Russia; phone: +79055220749; senior lecturer.

Belevtsev Andrey Michailovitch – e-mail: ambelevtsev@yandex.ru; phone: +79037691788; dr. of eng. sc.; professor.

Belevtsev Andrey Andreevich – Sberbank PJSC; e-mail: Andrey.Belevtsev@gmail.com; Moscow, Russia; phone: + 74959575731.