

# Прогнозирование технологических трендов с учетом временных интервалов между научными публикациями и патентами

Тугрул Дайм

Профессор<sup>а</sup>; приглашенный исследователь<sup>б</sup>, tugrul.u.daim@pdx.edu

Эсраа Бухари

Аспирант<sup>а</sup>, ebukhari@pdx.edu

Дана Бакри

Аспирант<sup>а</sup>, dbakry@pdx.edu

Джеймс ВанХуис

Аспирант<sup>а</sup>, jvanhuis@pdx.edu

Хайдар Ялсин

Доцент<sup>с</sup>, haydar.yalcin@gmail.com

Сяоли Ванг

Аспирант<sup>д</sup>, bjutwxl@qq.com

<sup>а</sup> Государственный университет Портленда (Portland State University), США, 1900 SW 4th, Portland OR 97201 USA

<sup>б</sup> Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ), Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, ул. Мясницкая, 11

<sup>с</sup> Отдел управления информационными системами, Департамент бизнес-администрирования, факультет экономики и административных наук, Университет Эге (Ege University), Erzene Mahallesi Ege Üniversitesi Merkez Yerleşkesi, 35040 Bornova/İzmir, Türkiye

<sup>д</sup> Пекинский технологический университет (Beijing University of Technology), Китай, NO.100, Pingle Garden, Chaoyang District, Beijing City, China

## Аннотация

Выявление технологических трендов — ключевой фактор конкурентоспособности, позволяющий воспользоваться потенциалом новых разработок еще до их появления. Освоение инструментов прогнозирования позволяет быть на несколько шагов впереди при создании новых продуктов и услуг. В статье представлен метод, комбинирующий интеллектуальный анализ текста (текст-майнинг) с экспертной оценкой для изучения краткосрочных тенденций технологического развития. В качестве примера для апробации выбрана бизнес-модель «программное обеспечение как услуга» (*software-as-a-service*, SaaS). Долгосрочные тренды выявляются путем анализа временных интервалов

между научными исследованиями и прикладными разработками. Новый подход вносит вклад в развитие методологии технологического прогнозирования. Представлены пять основных направлений эволюции рассматриваемой области: виртуальные сети, гибридное облако, методы моделирования, мобильные и веб-приложения, свидетельствующие о переходе информационных систем в онлайн-формат. Наряду с бессрочным лицензированием получает распространение схема пользования программным обеспечением по подписке. Ускоренная разработка продуктов на основе мобильных решений преобразует подходы к хранению информации, прежде всего в базах данных.

**Ключевые слова:** тенденции технологического развития; технологическое прогнозирование; траектория технологического развития; текст-майнинг; электронная торговля; программное обеспечение как услуга; SaaS; патентное цитирование

**Цитирование:** Daim T., Bukhari E., Bakry D., VanHuis J., Yalcin H., Wang X. (2021) Forecasting Technology Trends through the Gap Between Science and Technology: The Case of Software as an E-Commerce Service. *Foresight and STI Governance*, 15(2), 12–24. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.12.24

# Forecasting Technology Trends through the Gap Between Science and Technology: The Case of Software as an E-Commerce Service

**Tugrul Daim**

Professor<sup>a</sup>; Guest Researcher<sup>b</sup>, tugrul.u.daim@pdx.edu

**Esraa Bukhari**

PhD Student<sup>a</sup>, ebukhari@pdx.edu

**Dana Bakry**

PhD Student<sup>a</sup>, dbakry@pdx.edu

**James VanHuis**

PhD Student<sup>a</sup>, jvanhuis@pdx.edu

**Haydar Yalcin**

Associate Professor<sup>c</sup>, haydar.yalcin@gmail.com

**Xiaoli Wang**

PhD Student<sup>d</sup>, bjutwxl@qq.com

<sup>a</sup> Portland State University, 1900 SW 4th, Portland OR 97201 USA

<sup>b</sup> Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge (ISSEK), National Research University Higher School of Economics, 11, Myasnitskaya str., Moscow 101000, Russian Federation

<sup>c</sup> Division of Management Information Systems, Department of Business Administration Faculty of Economics and Administrative Sciences Ege University, Erzene Mahallesi Ege Üniversitesi Merkez Yerleşkesi, 35040 Bornova/İzmir, Türkiye

<sup>d</sup> Beijing University of Technology, NO.100, Pingle Garden, Chaoyang District, Beijing City, China

## Abstract

Identifying technology trends can be a key success factor for companies to be competitive and take advantage of technological trends before they occur. The companies always work to plan for future products and services. For that, it is important to turn to methods that are used for technology forecasting. These tools help the companies to define potential markets for innovative new products and services. This paper uses text mining techniques along with expert judgment to detect and analyze the near-term technology evolution trends in a Software as a Service (SaaS) case study. The longer-term technology development trend in this case is forecasted by analyzing the gaps between science and technology. This paper contributes to the technology forecasting methodology and

will be of interest to those in SaaS technology. Our findings reveal five trends in the technology: 1) virtual networking, 2) the hybrid cloud, 3) modeling methodologies, 4) mobile applications, and 5) web applications. Among the results achieved, we can summarize the interesting ones as follows: it is possible to say that traditional information systems are now evolving into online information systems. On the other hand, the use of a licensing model based on subscriptions triggers the change in perpetual licensing models. The product range that has evolved towards mobile technologies has put pressure on information storage technologies and has led to the search for new methods especially in the development of database systems.

**Keywords:** technology trends; technology forecasting; technological trajectory; text mining; e-commerce; software as a service; SaaS; patent citation

**Citation:** Daim T., Bukhari E., Bakry D., VanHuis J., Yalcin H., Wang X. (2021) Forecasting Technology Trends through the Gap Between Science and Technology: The Case of Software as an E-Commerce Service. *Foresight and STI Governance*, 15(2), 12–24. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.12.24

**П**рогнозирование тенденций развития технологий создает возможности для укрепления международной конкурентоспособности и позволяет заранее определять потенциальные рынки для инноваций. Важными источниками информации о новых разработках служат патенты и научные статьи [Kim, Bae, 2017]. Оперативное реагирование на выявленные тренды предоставляет решающее стратегическое преимущество для стран и компаний [Li et al., 2019]. В условиях экономики знаний особенно актуален вопрос об эффективных инструментах для выявления перспективных направлений, включая возможные «подрывные» технологии. В статье предложен метод для идентификации и прогнозирования траекторий технологического развития на примере модели «программное обеспечение как услуга» (*software-as-a-service*, SaaS). Инструментарий, основанный на глубинном анализе научных публикаций и патентов, позволит расширить представление экспертов и лиц, принимающих решения, о возникающем технологическом ландшафте при разработке инвестиционных стратегий.

## Обзор литературы

Рост вычислительных мощностей и накопление больших объемов информации расширяют инструментарий исследователей для формирования сценариев научно-технологического развития. Важными источниками данных о разработках являются научные статьи и патенты, анализ которых дает представление о закономерностях возникновения и развития новых тенденций [Ghazinoory et al., 2013; Huang et al., 2018; Kim, Bae, 2017; Madani, Weber, 2016; Park, Yong, 2017; Wang et al., 2015; Yoon et al., 2014]. Для этой цели часто используется интеллектуальный анализ научных публикаций (*text mining*, далее — текст-майнинг) и патентов [Madani, Weber, 2016]. Долгое время в технологическом прогнозировании преобладали качественные методы, которые в настоящее время дополняются количественными подходами, такими как лингвистический, патентный, тематический и библиометрический анализ. К наиболее перспективным направлениям развития индустрии информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) относится бизнес-модель SaaS, пользующаяся повышенным вниманием исследователей и практиков [Ma, 2007]. Оценка потенциала использования разработок в формате SaaS считается важнейшей составляющей стратегий производителей программного обеспечения (ПО) [Cusumano, 2008]. Создание интегрированных решений является необходимым условием внедрения технологий SaaS [Elfatraty et al., 2002], а прогностический подход обеспечивает эффективность этого процесса на протяжении всего жизненного цикла.

### Текст-майнинг

Один из новых методов прогнозирования и анализа технологических тенденций — текст-майнинг — позволяет эффективно извлекать и оценивать данные из научных статей и патентных документов, выявлять закономерности [Madani, Weber, 2016]. Он заключается

в обработке контекстной информации — поиске наиболее часто встречающихся ключевых словосочетаний-конструкций, основы для исследовательских выводов [Rezaeian et al., 2017], которые можно использовать на этапе технологического планирования [Boyack et al., 2018; Ghazinoory et al., 2013; Huang et al., 2018; Rezaeian et al., 2017; Yoon et al., 2014]. Текст-майнинг дает общее представление о развитии той или иной технологической области, однако детализация тенденций оказывается затруднительной, поскольку динамика употребления ключевых слов и их сочетаний не обязательно отражает тематику технологической концепции [Chen et al., 2017]. Поэтому ограничение анализа лишь обработкой ключевых слов не обеспечивает эффективную смысловую интерпретацию результатов.

### Анализ цитирования

Взаимосвязи в содержании статей и патентов по определенной тематической области иллюстрируют общность потоков знаний и возникающие технологические тенденции [Garcia-Lillo et al., 2016; Kostantinos, 2019; Angelou et al., 2019; Garcia-Lillo et al., 2019; Teufel et al., 2009]. При этом обнаруживаются скрытые структурные характеристики контента [Angelou et al., 2019; Boyack et al., 2018; Hasner et al., 2019; Kim et al., 2016; Kose, Sakata, 2018]. Недавнее масштабное исследование, основанное на текст-майнинге, выявило иерархию связей между несколькими направлениями, которая применима для структурирования исследовательских вопросов и обнаружения конвергенции в не связанных, на первый взгляд, между собой научно-технологических областях [Boyack et al., 2018]. Совершенствование методов обработки статистических данных повышает результативность текст-майнинга, позволяя получить более глубокие знания о технологических разработках и тенденциях. Учитывая эти возможности, по мнению ряда ученых, при работе с научными статьями и патентами целесообразно выходить за рамки простого анализа цитирования [Madani, Weber, 2016]. Анализ базовых терминов и частоты их употребления позволяет выявить глубинный смысл таких взаимосвязей. Однако одним из слабых мест текст-майнинга является недостаточная смысловая интерпретация результатов. Алгоритмы текст-майнинга, опирающиеся исключительно на подсчет частоты употребления ключевых слов, зачастую упускают из виду важную смысловую составляющую, для извлечения которой требуется участие опытных специалистов.

### Технологическое прогнозирование

Для изучения динамики технологических трендов применяется широкий спектр качественных и количественных системных методов, описывающих траектории, характеристики и темпы технологического развития [Coates et al., 2001]. В исследовании [Lee et al., 2011] предлагается метод группировки ИКТ и эволюционных тенденций на основе скрытой марковской модели. Установлена тесная корреляция числа опубликованных статей и патентных данных [Bengisu, Nekhili, 2006]. Распространение получили концепции «подрывных» технологий (иллюстрирует дискретный характер техноло-

гического развития) [Christensen, 2000], кривой принятия, S-кривой и т. п. Разнообразии инструментария расширяет исследовательский потенциал при составлении технологических прогнозов.

## Методология

Для мониторинга изменений в выбранной сфере мы использовали текст-майнинг в сочетании с библиометрическим инструментарием и сетевым анализом. Обработка библиографических данных позволила отфильтровать нерелевантные публикации. Выявление расхождений между данными о научных исследованиях и технологических разработках с последующим прогнозированием тенденций проходило в шесть этапов, описанных в работе [Li et al., 2019].

1. *Сбор данных.* Исходная информация извлекалась из базы научных публикаций Web of Science (WoS) и репозитория патентов Derwent Innovation Index (DII). Сканирование осуществлялось по ключевым словам «программное обеспечение как услуга» (*software-as-a-service*), «электронная торговля» (*e-commerce*), а также по аббревиатуре «SaaS».

2. *Предварительная обработка данных.* После отфильтровывания нерелевантной информации<sup>1</sup> статьи и патенты группировались по годам публикации.

3. *Кластерный сетевой анализ.* Проводился методом «минимального связующего дерева» (*minimum spanning tree*), позволяющим находить кратчайшие пути для связывания всех узлов взвешенного графика [Graham et al., 1985]. Кластеры с большим числом соединений (в зависимости от размера массива данных) идентифицировались с помощью алгоритма Pathfinder для обнаружения структур, включающих больше одного «связующего дерева» [Chen, 1998]. Для формирования кластеров и расчета основных сетевых показателей применялось программное приложение CiteSpace [Chen et al., 2010].

4. *Разработка иерархической структуры технологий.* Идентифицированные кластеры технологических направлений распределялись по трем группам.

5. *Построение карт эволюции технологий.* Картирование базировалось на выявленных ранее структурных кластерах [Rongying et al., 2010] и позволило определить доминирующие технологические направления.

6. *Выявление временных интервалов.* Идентификация расхождений во времени публикации статей и патентов, посвященных конкретной технологии, позволила определить динамику ее развития и спрогнозировать соответствующие тенденции.

## Кейс

Термин «программное обеспечение как услуга» (SaaS) предложен в 2001 г. Отделением электронного бизнеса Ассоциации отрасли программного обеспечения и информации (Software & Information Industry Association)

[SIIA, 2001]. Он описывает схему предоставления услуг облачных вычислений на основе ПО, лицензируемого по подписке [Laplante et al., 2008]. Выбор данной модели в качестве объекта кейс-анализа обусловлен высокой научной и практической значимостью. Распространение SaaS преобразило практику использования ПО, так как модель позволяла экономить ресурсы, оказалась удобной в пользовании, легко масштабировалась и сочеталась с другими ИКТ-платформами [Chen et al., 2011]. Оценка перспектив ее развития представляет интерес для достаточно широкого круга пользователей, разработчиков ПО и лиц, принимающих решения.

## Сбор данных

В начале 2019 г. авторы осуществили сканирование базы научных статей Web of Science (WoS) и патентного репозитория Derwent Innovations Index (DII), используя поисковую формулу «(программное обеспечение как услуга) ИЛИ (SaaS) И (электронная торговля)». Обнаружены 2784 статьи во вторичных источниках и 869 патентов, изданных за период с 2014 по 2018 г. Динамика их публикации по годам представлена на рис. 1. Максимальные публикационные показатели приходятся на начало рассматриваемого периода: 86 патентов в 2014 г. и 147 статей в 2015 г.

## Тематическая кластеризация

Статьи и патенты обрабатывались с привязкой к году публикации. Поиск осуществлялся по заголовкам с использованием ключевых слов «SaaS и программное обеспечение как услуга» (*SaaS and software as a service*), «принятие» (*adoption*), «интернет вещей» (*Internet of Things, IoT*), «качество обслуживания» (*quality of service, QoS*) и «теория игр» (*game theory*). Данные сохранялись в текстовом формате для использования в программном приложении CiteSpace. Масштабирование с помощью сети Pathfinder позволило уменьшить число ссылок и выявить наиболее важные связи. Полученные результа-

Рис. 1. Статистика статей и патентов, связанных с технологией SaaS



<sup>1</sup> Например, в результатах поиска оказались статьи с упоминанием альпийской тектонической зоны Zermatt-Saas (вторая часть ее названия созвучна аббревиатуре SaaS — software as a service).

**Табл. 1. Профили экспертов**

№	Аффилиация	Профессиональный бэкграунд
1	Университет ДеПола (DePaul University, США)	Менеджер по электронной торговле в компании Saudi Airline Catering, профессиональный опыт — более 10 лет
2	Университет Лонг-Айленда (Long-Island University, США)	Сферы компетенции: программирование, банковское дело, создание сетей, составление технической документации, формирование отчетов о результатах обработки данных, электронная торговля и платформы электронных платежей

*Источник: составлено авторами.*

ты прошли экспертную валидацию (профили экспертов отражены в табл. 1). По итогам обработки данных отобраны 50% наиболее часто упоминавшихся ключевых слов (на основе статистики статей), посторонние темы исключались. Источниками для кластеризации данных служили материалы, посвященные применению технологии SaaS в электронной торговле. Результаты представлены в табл. 2 и 3.

**Иерархическая структура процесса разработки технологий**

Иерархическая структура представляется в виде диаграммы, иллюстрирующей связи между компонентами технологий и продукта либо услуги [Bildosola et al., 2017; Choi et al., 2012; Yoon, Park, 2005]. Ее применение позволило составить представление о ретроспективной динамике SaaS и спрогнозировать тенденции развития за счет выявления расхождений между данными публикаций и патентов. Используя количественные методы, эксперты выявили и структурировали тематические кластеры с дифференцированием на подгруппы (рис. 2), отражающие направления применения технологий SaaS. На основе распределения статей и патентов по годам публикации разработаны

карты эволюции для выявления тенденций развития рассматриваемых технологий и составления прогноза краткосрочной динамики.

Тематическая кластеризация документов, опубликованных в 2014–2018 гг., продемонстрировала детальный ландшафт технологических направлений. Благодаря группировке тем (см. табл. 2 и 3) составлена иерархическая структура (табл. 4). Карты эволюции проиллюстрировали расхождение между данными в статьях и патентах. На этой основе идентифицированы тенденции развития технологий SaaS.

**Анализ статей**

На основе кластеризации статей, вышедших в 2014–2018 гг., эксперты систематизировали их тематику с разбивкой по годам появления (табл. 5). Основные направления фундаментальных исследований в области SaaS связаны с пакетным ПО, приложениями операционной системы, серверными и сетевыми технологиями, хранением данных, безопасностью и удобством пользования. Максимальное число тем освещено в 2015 г. Наиболее часто упоминались приложения операционной системы. Аналогичная тенденция прослеживалась в отношении пакетного ПО в 2014 г. и технологий безопасности — в 2017 г. Динамика публикаций свидетельствует о повышенном интересе к перечисленным направлениям. Высоким спросом пользуются онлайн-сервисы, мобильные системы и методы хранения информации, что позволяет предполагать концентрацию будущих исследований SaaS на соответствующих приложениях.

По итогам выявления и анализа основных технологических тем можно заключить, что на фоне других направлений наиболее активно разрабатываются облачные сервисы и технологии.

**Анализ патентов**

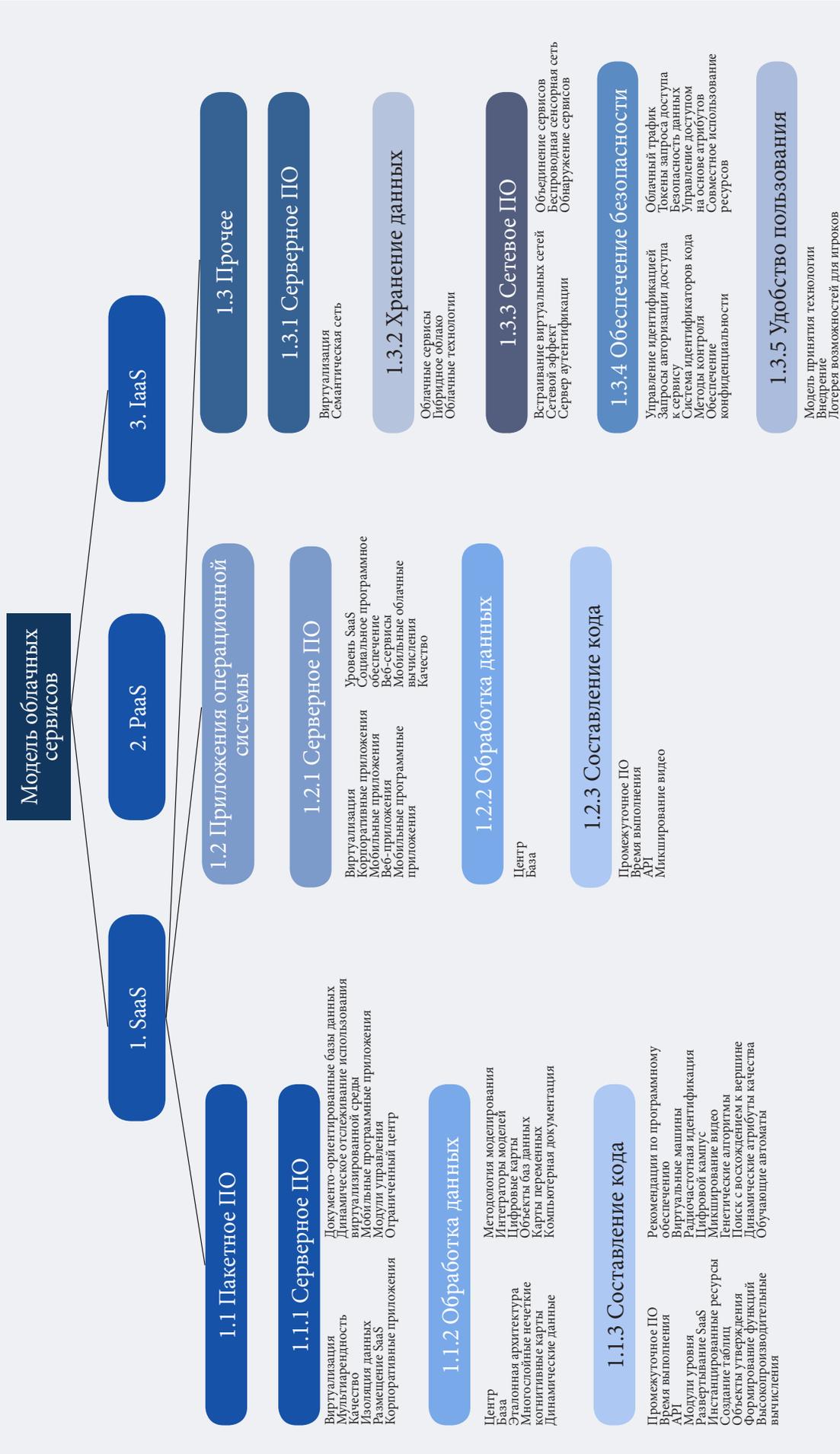
Кластеризация патентных данных с разбивкой по годам визуализировала ландшафт прикладных исследований SaaS в 2014–2018 гг. (табл. 6). В 2016 г. наблю-

**Табл. 2. Результаты извлечения тем статей**

Год публикации	Тематика (число статей)
2014	Мультиарендное SaaS (27); безопасность SaaS (26); применение технологии облачных вычислений (22); корпоративные системы (16); ценообразование на SaaS (11); инженерный подход (10); количество компаний (4); таблицы связей (4); график запроса услуг (4); автоматизированное тестирование (2)
2015	Поставщики инфраструктуры как услуги IaaS (22); веб-сервисы SaaS (22); мультиарендное SaaS (20); компонентные услуги (17); тестирование SaaS (17); бизнес-процессы (13); мобильные сети (11); вызовы в сфере безопасности (11); большое SaaS (9); SaaS для планирования ресурсов предприятия (5)
2016	Облачные решения (34); проектирование и разработка (23); бизнес-процессы (19); хранение данных (18); факторы принятия (11); выделение ресурсов (6); нарушения соглашений об уровне обслуживания (5); анализ ощущений (3); получение изображений (2); тестирование безопасности и производительности (2)
2017	Безопасные услуги (23); алгоритмы для SaaS (18); компании SaaS (18); мультиарендные сервисы (15); тестирование ПО (15); производительность системы (15); приложения для тестирования (14); состав услуг (6); атрибуты качества (4); образовательные учреждения (3)
2018	Выбор услуг (8); курс (5); стратегии индивидуализации (4); размещение композитного SaaS (3); изображения (3); рабочие процессы анализа данных (2); программное обеспечение планирования ресурсов предприятия (2); изоляция арендаторов (2); электронное обучение (2); компании SaaS (18); нарушения соглашений об уровне обслуживания (2)

*Источник: составлено авторами.*

Рис. 2. Статистика статей и патентов, связанных с технологией SaaS



Источники: составлено авторами.

Табл. 3. Результаты извлечения тем патентов

Год публикации	Тематика (число патентов)
2014	Системы облачной инфраструктуры (14); мобильные приложения (13); арендаторы арендаторов (13); использование SaaS (11); облачный мониторинг (10); индикативная информация (10); интегратор модулей (6); конкретные устройства (5); аппаратный уровень (2); создание таблиц (2)
2015	Мобильные приложения (8); экземпляр приложения (6); обработанные ресурсы (5); учетная запись службы (5); клиентский узел (3); групповая транзакция (2); порт просмотра (2); патентная база данных (2); запрошенное содержание (2); тотализатор для игроков (2)
2016	Вычислительная среда предприятия (8); модуль управления (8); авторизация доступа к сервису (7); веб-приложения (7); бизнес-ресурсы (6); методы интеграции (6); система идентификационных кодов (3); инструкции по навигации (3); система анализа кодов (2); динамическое отслеживание использования виртуальной среды (2)
2017	Модуль управления (18); виртуальное SaaS (15); мобильные программные приложения (9); рабочее состояние (7); клиентский терминал (6); облачный трафик (5); объект базы данных (3); цифровые карты (2); базовое масло (2); переменный термин (2)
2018	Сервер аутентификации (11); сервисный блок (10); уровень SaaS (9); модуль управления (8); компьютерная документация (7); токен доступа (6); безопасная машинная среда (4); общий ключ (4); набор объектов (3); номер счета (2)

Источник: составлено авторами.

далось значительное усиление патентной активности по направлениям «Приложения операционной системы» и «Безопасность», а годом позднее — в категории «Пакетное ПО». Высокие темпы роста числа патентов свидетельствуют об интенсивной разработке серверных и сетевых технологий, решений по обеспечению безопасности, хранения данных и повышению удобства пользования. Эти области обладают большим потенциалом как объект будущих прикладных исследований.

#### Анализ расхождений между научными и патентными данными

Изучение связи научных результатов с прикладными разработками имеет особое значение для понимания технологических тенденций лицами, ответственными за разработку политики, и предпринимателями [Shibata et al., 2010]. Направления, отраженные в статьях (но не в патентах), можно рассматривать как технологические возможности и на их основе оценивать пути развития [Olsson, 2005]. В табл. 7 приводится сравнительный ана-

Табл. 4. Результаты кластеризации тем

Уровень	Элемент	
Пакетное ПО	Сервер	Виртуализация; мультиарендность; качество; изоляция данных; размещение SaaS; корпоративные приложения; документо-ориентированные базы данных; динамическое отслеживание использования виртуализированной среды; мобильные программные приложения; модули управления; ограниченный центр
	Данные	Центр; база; эталонная архитектура; многослойные нечеткие когнитивные карты; динамические данные; методологии моделирования; интеграторы модулей; цифровые карты; объекты базы данных; карты переменных; компьютерная документация
	Код	Промежуточное ПО; время выполнения; API; модуль уровня; развертывание SaaS; инстанцированные ресурсы; создание таблиц; объект утверждения; формирование функций; высокопроизводительные вычисления; рекомендации по ПО; виртуальные машины; радиочастотная идентификация; цифровой кампус; микширование видео; генетические алгоритмы; поиск с восхождением к вершине; динамические атрибуты качества; обучающие автоматы
Приложения операционной системы	Сервер	Виртуализация; корпоративные приложения; мобильные приложения; веб-приложения; мобильные программные приложения; уровень SaaS; социальное ПО; веб-сервисы; мобильные облачные вычисления; качество; веб-сервисы
	Данные	Центр; база
	Код	Промежуточное ПО; время выполнения; API; микширование видео
Другие технологии	Сервер	Виртуализация; семантическая сеть
	Хранение	Облачные сервисы; гибридное облако; облачные технологии
	Сеть	Встраивание виртуальной сети; сетевой эффект; сервер аутентификации; объединение сервисов; беспроводная сенсорная сеть; обнаружение сервисов
	Безопасность	Управление идентификационными данными; запрос на авторизацию доступа к сервису; система идентификаторов кодов; методы контроля; обеспечение конфиденциальности; облачный трафик; токены запроса доступа; безопасность данных; контроль доступа на основе атрибутов; совместное использование ресурсов
	Удобство пользования	Модель принятия технологий; принятие; тотализатор для игроков

Источник: составлено авторами.

Табл. 5. Технические темы статей, опубликованных в 2014–2018 гг.

Область	2014	2015	2016	2017	2018
Облачные сервисы	Облачные вычисления (7)	Облачные вычисления (8); SaaS (1)	Облачные вычисления (7); SaaS (1)	Облачные вычисления (5); IaaS (1); SaaS (1)	Облачные вычисления (5);
Пакетное ПО — сервер	Мультиарендность (3)	Качество (2)	Изоляция данных (1); мультиарендность (2)	Мультиарендность (4)	Размещение SaaS
Пакетное ПО — код	Эталонная архитектура	Эталонная архитектура; многослойные нечеткие когнитивные карты (1)	—	Динамические данные	Методологии моделирования
Пакетное ПО — данные	Моделирование элементов (3); высокопроизводительные вычисления (2); рекомендации по ПО; виртуальная машина; радиочастотная идентификация; цифровой кампус	Видеомикширование; виртуальные машины (2); генетические алгоритмы (1); поиск с восхождением к вершине	Виртуальные машины (2); динамические атрибуты качества; обучающие автоматы (1)	—	—
Приложения операционной системы — сервер	Веб-приложения (1)	Социальное ПО (1); веб-сервисы (1); веб-приложения (1); модуль облачных вычислений; качество (2)	—	—	Веб-сервисы
Приложения операционной системы — код	—	—	—	—	—
Приложения операционной системы — данные	—	Микширование видео	—	—	—
Сервер	Семантическая сеть	—	—	—	—
Хранение	Облачные сервисы (2); хранение данных	—	Сервисы облачных библиотек (2)	Хранение данных (1); гибридное облако (1)	Облачные технологии (1)
Сеть	Сети (2); беспроводные сенсорные сети	Обнаружение сервисов	—	Встраивание виртуальных сетей (1)	Сетевой эффект
Безопасность	—	Безопасность (4)	Безопасность (1)	Безопасность данных (2); контроль доступа на основе атрибутов; обеспечение конфиденциальности; совместное использование ресурсов	Безопасность (2)
Удобство пользования	—	Принятие (2)	Модель принятия технологий	—	—

Примечание: цифры в скобках означают число статей, в которых упоминается соответствующее технологическое направление.  
Источник: составлено авторами.

лиз присутствия технологических направлений в базах научных публикаций и патентов. На основании временного интервала между первым упоминанием в статьях и началом патентования можно судить о перспективах развития соответствующей области.

Согласно рис. 2 в 2014 г. в статьях фигурировали такие категории, как «облачные сервисы» и «веб-приложения», однако лишь первая из них упоминалась в патентах. В свою очередь веб-приложения обрели статус технологической возможности, которая реализовалась в патентах спустя два года.

В 2015 г. опубликованы работы, посвященные мобильным приложениям и системе идентификаторов. Поскольку в патентах за тот же год фигурировали только мобильные приложения, систему идентификаторов можно рассматривать как технологическую возможность. Из технологий, впервые «засветившихся» в 2016 г., динамические данные оперативно перешли в патенты, тогда как мобильные приложения и система идентификаторов остались в статусе технологических возможностей. В 2017 г. отражение исключительно в публикациях получили направления «гибридное обла-

Табл. 6. Направления патентования технологий в 2014–2018 гг.

Темы	2014	2015	2016	2017	2018
Облачные сервисы	—	—	—	—	—
Пакетное ПО	Корпоративные приложения (14)	Документо-ориентированные базы данных (2); компоненты подготовки учетных записей (2)	Интерфейс магазина корпоративных приложений (6); динамическое отслеживание использования виртуализированной среды (2)	Мобильные программные приложения (9)	Модули управления (8); ограниченный контент (8); приложения для управления ресурсами предприятия (7)
	Интегратор модулей (6)	Цифровые карты (3)	—	Объект базы данных (3); цифровые карты (2); переменные термины (2)	Компьютерная документация (7)
	Создание таблиц (2); объект утверждения (7)	Инстанцированные ресурсы (5)	—	Модули уровня (6); развертывание SaaS (9)	—
Приложения операционной системы	Корпоративные приложения (14)	Мобильные приложения (8)	Интерфейс магазина корпоративных приложений (6); веб-приложения (7)	Мобильные программные приложения (9)	Уровень SaaS (9)
	—	—	—	Переменные термины (2)	—
	—	—	—	Развертывание SaaS (9)	—
Прочие — сервер	—	—	—	—	—
Хранение данных	Облачные сервисы (10)	—	—	—	—
Сеть	—	—	—	—	Сервер аутентификации (11); сервисные блоки (10)
Безопасность	—	—	Запрос авторизации доступа к сервисам (5); система идентификаторов кода (3); методы контроля (14)	Облачный трафик	Токены запроса доступа (5)
Удобство пользования	—	Тотализатор для игроков (2)	—	—	—

*Примечание:* в скобках указано число патентов по данному технологическому направлению.  
*Источник:* составлено авторами.

ко» и «виртуальные сети», а в 2018 г. к ним добавились «методологии моделирования». Поскольку до обозначенного момента патентов по всем трем направлениям не зафиксировано, их можно рассматривать как технологические возможности на последующий период. Для 2014–2015 гг. характерны высокие темпы роста числа упоминаний веб-приложений в статьях. Аналогичная динамика их отражения в патентах пришла на 2015–2017 гг. В отношении облачных сервисов быстрый рост упоминаний в статьях зафиксирован в 2015 г., а в патентах — годом позднее. В 2015 г. также наблюдалось развитие темы «мобильные приложения» и в статьях, и в патентах. Для 2014–2016 гг. характерно плавное увеличение представленности виртуальных машин. В отношении мультиарендности такой же тренд отмечался в 2014, 2016 и 2017 гг.

Можно констатировать, что нарастающая динамика упоминаний технологий сначала наблюдается в научных базах данных, затем в патентах. Перспективы патентной активности можно прогнозировать, исходя

из увеличения представленности технологических направлений в статьях.

В табл. 8 представлены наиболее популярные области, нашедшие отражение и в статьях, и в патентах. Выявленные расхождения во времени между появлением научных результатов и их конвертацией в практические разработки позволяют оценить перспективные технологические тренды. Анализ указанных временных интервалов на основе сочетания данных рис. 3. и табл. 7 позволил получить следующие результаты.

- Технологии виртуальных сетей и гибридного облака впервые стали предметом научных публикаций в 2017 г. Поскольку в патентах они не отражались, следует ожидать нарастания их представленности в последующие годы. Это же относится и к методологиям моделирования, фигурирующим в статьях с 2018 г.
- Первые упоминания мобильных приложений в научных публикациях относятся к 2014 г. и динамично увеличивались до 2017 г. Патентная активность

**Табл. 7. Сравнительный анализ технологических тенденций на основе статей и патентов**

Темы	Год первого упоминания		Временной лаг
	в статьях	в патентах	
Веб-приложения	2014	2016	2
Облачные сервисы	2014	2014	0
Динамические данные	2016	2016	0
Мобильные приложения	2015	2015	0
Системы идентификаторов	2015	2016	1
Гибридное облако	2017	—	—
Виртуальные сети	2017	—	—
Методологии моделирования	2018	—	—

*Источник:* составлено авторами.

в отношении данных технологий началась в 2016 г., и в дальнейшем следует ожидать ее усиления. Аналогичная тенденция прослеживается в отношении веб-приложений примерно с той же хронологией.

Анализ расхождений между научными и патентными данными показывает, что к наиболее перспективным направлениям развития технологий SaaS относятся мобильные и веб-приложения, гибридные облачные технологии, виртуальные сети и методологии моделирования.

### Заключение

В нашей работе представлены результаты исследования тенденций развития технологий на основе анализа информации из публикаций и патентов с выявлением расхождений между ними по темпам роста упомянутых выбранных тем. С помощью текст-майнинга выявлены и кластеризованы технологические области. На основе их экспертной оценки определены траектории развития технологий. Изучение временных интервалов между первыми упоминаниями в статьях и патентах позволяет выявить тенденции технологического развития, как и предполагалось в работе [Li et al., 2019]. Темы, впервые представленные в публикациях, спустя

несколько лет отражаются в патентах. Данная закономерность позволяет спрогнозировать динамику и направление патентования на основе тематики научной литературы.

Маркетинг в электронной торговле требует владения многими навыками, в частности умением извлекать, обрабатывать и правильно интерпретировать данные. Апробация представленной методологии на примере технологии SaaS доказывает ее эффективность как инструмента технологического прогнозирования.

Развитие технологий облачных вычислений спровоцировало трансформацию информационных систем, которые перемещаются в онлайн-формат. Организации могут воспользоваться экономическими преимуществами подобных решений без масштабирования. Применение схемы подписки способствует изменению моделей бессрочного лицензирования. Распространение мобильных технологий преобразует подходы к хранению информации и формированию баз данных.

В обобщенном виде основные компоненты облачных вычислений — сервисы, платформы и инфраструктура — основаны на модели SaaS. Классификацию, представленную на рис. 2, можно использовать для принятия решений во многих секторах, прежде всего в электронной торговле.

Ограничения данной статьи могут служить основой для будущих исследований. Представленный прогностический метод апробирован только на одной области, а количество наблюдений недостаточно для полноценного обоснования выводов. Предложенный подход можно совершенствовать посредством машинного обучения, что позволит охватить намного более масштабные массивы данных и увеличить надежность результатов. Лимитирующую роль играет и тот факт, что не все ценные данные о научных исследованиях и технологических разработках публикуются [Huang et al., 2014; Porter, Detampel, 1995]. Для повышения общей эффективности технологического прогнозирования и устранения факторов субъективности при принятии решений представленный метод целесообразно дополнять сценарным планированием и организацией экспертных панелей.

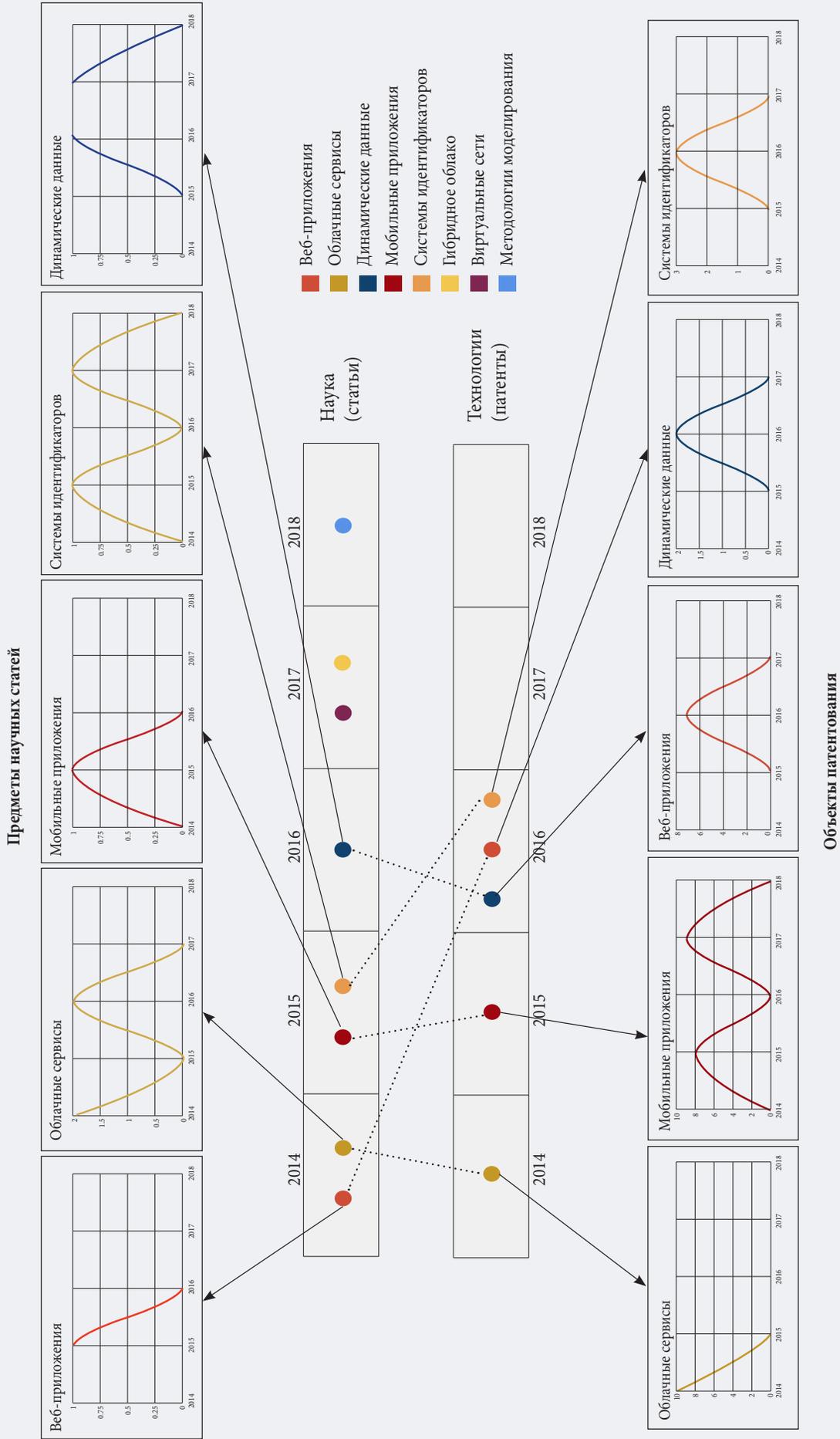
*Статья подготовлена в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».*

**Табл. 8. Технологические направления, упоминание которых в статьях и патентах росло наиболее высокими темпами**

Темы	2014	2015	2016	2017
Облачные сервисы	Облачные вычисления (7)	Облачные вычисления (8)	Облачные вычисления (7)	Облачные вычисления (5)
Пакетное ПО — сервер	Мультиарендность (3)	—	Мультиарендность (2)	—
Пакетное ПО	Виртуальные машины	Виртуальные машины (2)	Виртуальные машины (2)	—
Приложения операционной системы	Веб-приложения (1); мобильные приложения (8)	Веб-приложения (1)	Веб-приложения (7)	Мобильные программные приложения (9)

*Примечание:* в скобках указан темп роста числа упоминаний темы по сравнению с предыдущим годом.  
*Источник:* составлено авторами.

Рис. 3. Прогнозирование тенденций на основе временных лагов между появлением информации о технологиях в статьях и патентах



Источник: составлено авторами.

## Библиография

- Angelou K., Maragakis M., Argyrakis P. (2019) A structural analysis of the patent citation network by the k-shell decomposition method. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 521, 476–483. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.01.063>
- Bengisu M., Nekhili R. (2006) Forecasting emerging technologies with the aid of science and technology databases. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(7), 835–844. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.09.001>
- Bildosola I., Río-Bélver R.M., Garechana G., Cilleruelo E. (2017) TeknoRoadmap: An approach for depicting emerging technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 117, 25–37. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.01.015>
- Boyack K.W., van Eck N.J., Colavizza G., Waltman L. (2018) Characterizing in-text citations in scientific articles: A large-scale analysis. *Journal of Informetrics*, 12(1), 59–73. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.11.005>
- Chen C. (1998) Bridging the gap: The use of pathfinder networks in visual navigation. *Journal of Visual Languages & Computing*, 9(3), 267–286. <https://doi.org/10.1006/jvlc.1998.0083>
- Chen C.M., Ibekwe-SanJuan F., Hou J. H. (2010) The Structure and Dynamics of Cocitation Clusters: A Multiple-Perspective Cocitation Analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(7), 1386–1409. <https://doi.org/10.1002/asi.21309>
- Chen H., Zhang G., Zhu D., Lu J. (2017) Topic-based technological forecasting based on patent data: A case study of Australian patents from 2000 to 2014. *Technological Forecasting and Social Change*, 119(7), 39–52. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.03.009>
- Chen W., Shen B.J., Qi Z.W. (2011) Research and implementation of business logic customization framework for SaaS applications. *Jisuanji Yingyong Yanjiu*, 28(1), 155–158.
- Choi S., Park H., Kang D., Lee J.Y., Kim K. (2012) An SAO-based text mining approach to building a technology tree for technology planning. *Expert Systems with Applications*, 39(13), 11443–11455. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.04.014>
- Christensen C.M. (1997) *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Coates V., Farooque M., Klavans R., Lapid K., Linstone H.A., Pistorius C., Porter A.L. (2001) On the Future of Technological Forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, 67(1), 1–17. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(00\)00122-0](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(00)00122-0)
- Cusumano M.A. (2008) The changing software business: Moving from products to services. *Computer*, 41(1), 20–27. <https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MC.2008.29>
- Elfatraty A., Layzell P. (2002) Software as a service: A negotiation perspective. In: *Proceedings of the 26th Annual International Conference on Computer Software and Applications, 26-29 August 2002, Oxford, UK* (ed. D.C. Martin), Piscataway, NJ: IEEE, pp. 501–506. <https://ieeexplore.ieee.org/document/1045054>, дата обращения 06.04.2021.
- García-Lillo F., Claver-Cortés E., Marco-Lajara B., Úbeda-García M. (2019) Identifying the ‘knowledge base’ or ‘intellectual structure’ of research on international business, 2000–2015: A citation/co-citation analysis of JIBS. *International Business Review*, 28(4), 713–726. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2019.02.001>
- Ghazinoory S., Ameri F., Farnoodi S. (2013) An application of the text mining approach to select technology centers of excellence. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(5), 918–931. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.001>
- Graham R.L., Hell P. (1985) On the history of the minimum spanning tree problem. *Annals of the History of Computing*, 7(1), 43–57. <https://doi.org/10.1109/MAHC.1985.10011>
- Hasner C., de Lima A.A., Winter E. (2019) Technology advances in sugarcane propagation: A patent citation study. *World Patent Information*, 56, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2018.09.001>
- Huang L., Zhang Y., Guo Y., Zhu D.H., Porter A.L. (2014) Four-dimensional Science and Technology Planning: A New Approach Based on Bibliometrics and Technology Roadmapping. *Technological Forecasting and Social Change*, 81(1), 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.010>
- Huang Y., Porter A.L., Zhang Y., Lian X., Guo Y. (2018) An assessment of technology forecasting: Revisiting earlier analyses on dye-sensitized solar cells (DSSCs). *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 831–843. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.10.031>
- Kim G., Bae J. (2017) A novel approach to forecast promising technology through patent analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 117, 228–237. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.11.023>
- Kim H.J., Jeong Y.K., Song M. (2016) Content- and proximity-based author co-citation analysis using citation sentences. *Journal of Informetrics*, 10(4), 954–966. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.07.007>
- Kose T., Sakata I. (2018) Identifying technology convergence in the field of robotics research. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.09.005>
- Laplante P.A., Zhang J., Voas J. (2008) What's in a Name? Distinguishing between SaaS and SOA. *IT Professional*, 10(3), 46–50. <https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MITP.2008.60>
- Lee H., Lee S., Yoon B. (2011) Technology clustering based on evolutionary patterns: The case of information and communications technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(6), 953–967. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.02.002>
- Li X., Xie Q., Daim T., Huang L. (2019) Forecasting technology trends using text mining of the gaps between science and technology: The case of perovskite solar cell technology. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.012>
- Ma D. (2007) The business model of “Software-as-a-Service”. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Services Computing (SCC 2007), Salt Lake City, UT, 9-13 July 2007*, Hoboken, NJ: IEEE, pp. 701–702. <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/SCC.2007.118>.
- Madani F., Weber C. (2016) The evolution of patent mining: Applying bibliometrics analysis and keyword network analysis. *World Patent Information*, 46, 32–48. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2016.05.008>
- Olsson O. (2005) Technological opportunity and growth. *Journal of Economic Growth*, 10(1), 31–53. <https://doi.org/10.1007/s10887-005-1112-4>
- Park C., Yong T. (2017) Prospect of Korean nuclear policy change through text mining. *Energy Procedia*, 128, 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.017>

- Porter A.L., Cunningham S.W. (2004) *Tech Mining: Exploiting New Technologies for Competitive Advantage*, Hoboken, NJ: Wiley.
- Porter A.L., Detampel M.J. (1995) Technology opportunities analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 49(3), 237–255. [https://doi.org/10.1016/0040-1625\(95\)00022-3](https://doi.org/10.1016/0040-1625(95)00022-3)
- Rezaeian M., Montazeri H., Loonen R.C.G.M. (2017) Science foresight using life-cycle analysis, text mining and clustering: A case study on natural ventilation. *Technological Forecasting and Social Change*, 118, 270–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.02.027>
- Rongying Z., Limin X. (2010) The Knowledge Map of the Evolution and Research Frontiers of the Bibliometrics. *Journal of Library Science in China*, 5, 60–68. [https://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTotal-ZGTS201005007.htm](https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-ZGTS201005007.htm), дата обращения 06.04.2021.
- Shibata N., Kajikawa Y., Sakata I. (2010) Extracting the commercialization gap between science and technology — Case study of a solar cell. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(7), 1147–1155. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.03.008>
- SIIA (2001) *Software as a Service: Strategic Background*. Washington, D.C.: Software & Information Industry Association.
- Teufel S., Siddharthan A., Tidhar D. (2009) An annotation scheme for citation function. In: *SigDIAL '06: Proceedings of the 7th SIGdial Workshop on Discourse and Dialogue* (eds. J. Alexandersson, A. Knott), Stroudsburg, PA: Association for Computational Linguistics, pp. 80–87. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1654595.1654612>, дата обращения 06.04.2021.
- Wang M.-Y., Fang S.-C., Chang Y.-H. (2015) Exploring technological opportunities by mining the gaps between science and technology: Microalgal biofuels. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 182–195. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.07.008>
- Yoon B., Park I., Coh B. (2014) Exploring technological opportunities by linking technology and products: Application of morphology analysis and text mining. *Technological Forecasting and Social Change*, 86, 287–303. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.10.013>
- Yoon B., Park Y. (2005) A systematic approach for identifying technology opportunities: keyword-based morphology analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 72 (2), 145–160. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2004.08.011>