

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ DATA MINING ДЛЯ ПОИСКА СООТВЕТСТВИЙ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ В БОЛЬШИХ МАССИВАХ ВЕБ-ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТОВ АНАЛИЗА BIG DATA

Получено 15.09.2022

Доработано после рецензирования 20.10.2022

Принято 31.10.2022

УДК 338.5

JEL J24, M54

DOI <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2022-5-4-4-11>

Строев Владимир Витальевич

Д-р экон. наук, ректор

Государственный университет управления, г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0000-0003-2887-1767

E-mail: vstroev@yandex.ru

Тихонов Алексей Иванович

Канд. техн. наук, доц. каф. государственного и муниципального управления

Государственный университет управления, г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0000-0002-6095-1620

E-mail: mai512hr@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Ряд современных научных исследований трактует корпоративную стратегию как способ, позволяющий реализовать конкретный план действий предприятия за счет разработки управленческих решений в условиях жесткой конкуренции и ограниченного набора ресурсов. Управление представляет собой цепочку из различных решений, а также инструментария, дающего возможность практической реализации этих решений. Актуальность исследуемой в статье темы связана с развитием общемирового тренда на цифровые технологии и решения, которые затронули практически все аспекты жизни общества. Цифровизация управленческой деятельности напрямую влияет на формирование стратегии менеджмента предприятия: так автоматизация администрирования позволяет планомерно осуществлять перенос отношений между различными группами бизнес-субъектов, бизнеса и потребителя в новую уникальную среду, созданную в цифровом виде, что в итоге позволяет качественным образом повысить уровень эффективности методик разработки и принятия решений в области управления. В статье определены практические сферы использования технологии Data Mining (глубинного анализа данных) в контексте развития цифровой экономики. Выделены ключевые тенденции в развитии технологии интеллектуального объема данных. Авторами рассмотрен вариант архитектуры, позволяющий оптимизировать процесс обработки веб-данных.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Цифровая экономика, аналитические методы, работа с данными, data mining, облачные платформы, реинжиниринг бизнес-систем, трансформация системы управления, облачные сервисы

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Строев В.В., Тихонов А.И. Применение технологий Data Mining для поиска соответствий закономерностей развития в больших массивах веб-данных на основе инструментов анализа Big Data// E-Management. 2022. Т. 5, № 4. С. 4–11.

© Строев В.В., Тихонов А.И., 2022.

Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



ELECTRONIC MANAGEMENT IN VARIOUS FIELDS

APPLICATION OF DATA MINING TECHNOLOGIES TO FIND CORRESPONDENCES OF DEVELOPMENT PATTERNS IN LARGE ARRAYS OF WEB DATA BASED ON BIG DATA ANALYSIS TOOLS

Received 15.09.2022

Revised 20.10.2022

Accepted 31.10.2022

Vladimir V. Stroev

Dr. Sci. (Econ.), Rector
State University of Management, Moscow, Russia
ORCID: 0000-0003-2887-1767
E-mail: vstroev@yandex.ru

Alexey I. Tikhonov

Cand. Sci. (Engin.), Assoc. Prof. at the State and Municipal Administration Department
State University of Management, Moscow, Russia
ORCID: 0000-0002-6095-1620
E-mail: mai512hr@mail.ru

ABSTRACT

A number of modern scientific studies interpret corporate strategy as a certain way to implement a specific action plan for an enterprise through the development of management decisions in a highly competitive environment with a limited set of resources. Management is a chain of various solutions, as well as tools that enable the practical implementation of these solutions. The relevance of the topic studied in the article is associated with the development of a global trend for digital technologies and solutions that have affected almost all aspects of society. The digitalisation of management activities directly affects the formation of an enterprise management strategy: in this way, automation of administration allows to systematically transfer relations between various groups of business entities, businesses and consumers to a new unique environment created in digital form, which ultimately allows to qualitatively increase the level of development and decision-making methods effectiveness in the field of management. The article defines the practical areas of using data mining technology in the context of the development of the digital economy. The key trends in the development of intelligent data volume technology are highlighted. The authors consider a variant of the architecture that allows optimizing web data processing.

KEYWORDS

Digital economy, analytical methods, working with data, data mining, cloud platforms, business systems reengineering, management system transformation, cloud services

FOR CITATION

Stroev V.V., Tikhonov A.I. (2022) Application of data mining technologies to find correspondences of development patterns in large arrays of web data based on Big Data analysis tools. *E-Management*, vol. 5, no. 4, pp. 4–11. DOI: 10.26425/2658-3445-2022-5-4-4-11

© Stroev V.V., Tikhonov A.I., 2022.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Ключевой задачей большинства современных информационных систем является обработка средствами вычислительной техники объемных массивов данных. Информация, которая была последовательно структурирована определенным образом, может использоваться как для обработки, так и для получения результатов вычислений, либо может быть передана по различным группам каналов связи для последующего анализа. Развитие средств, предназначенных для хранения информации и ее обмена, увеличивает объемы данных, то есть они возрастают нелинейно – происходит последовательная количественная трансформация массива данных, которая в итоге переходит в принципиально иное состояние – «большие данные» (англ. Big Data). К уже существующим проблемам в области хранения и обработки больших данных, которые размещены в сети «Интернет» (далее – Интернет), добавляется обширный спектр дополнительных особенностей, которые напрямую связаны со спецификой хранения веб-данных, а именно [Аксенов и др., 2018]:

- к данным, находящимся в сети «Интернет», отсутствует прямой доступ;
- процесс обработки данных происходит через организацию множественного сетевого взаимодействия;
- скорость доступа к таким веб-данным значительно ниже показателя скорости доступа в локальных группах данных;
- нестабильная работа каналов связи часто приводит к возникновению различного рода ошибок, которые приходится как на передачу, так и на обработку полученных массивов данных, а значит, возникает определенная необходимость в инициации дополнительных проверок полученных результатов.

В настоящее время для решения задач подобного рода нет единого комплекса эффективных инструментов ни в сфере теоретических механизмов и способов обработки информации, ни на уровне уже созданных программных продуктов. Зачастую многие компании и создатели программных продуктов, которые так или иначе связаны с обработкой больших массивов веб-данных, адаптируют уже существующие решения, а не ведут разработку качественно новых систем.

Многочисленные исследования показали, что на протяжении трех десятилетий общее количество информации возросло практически в десять раз с интервалом всего в пару лет, то есть можно утверждать, что закон Мура, согласно которому количество транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, удваивается каждые 24 месяца, оказывается в современных реалиях неактуальным [Васильева и др., 2018]. Проблема, которая встает перед обществом, связана с хранением и обработкой достаточно больших объемов данных, а также с тем, что темпы их роста значительно превышают скорость развития вычислительных систем, а значит, уже сейчас возникает необходимость в разработке новых методик, которые позволят в полной мере оперировать такими большими массивами информации. Цель проводимого в статье исследования связана с анализом текущей ситуации и оценкой вариантов решения проблемы обработки больших данных с последующей возможностью поиска практического варианта реализации многоуровневой технологии Data Mining (глубинного анализа данных).

СТРУКТУРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ BIG DATA / STRUCTURAL CONTENT OF BIG DATA TECHNOLOGY

В состав технологии Big Data входят различные группы данных, отличающиеся не только своей природой, но разнообразными типами структур. Для того чтобы отличить Big Data, например, от простых информационных массивов, необходимо сформулировать категориальные признаки «больших данных», которые могут дополнять друг друга. Отметим, что увеличение числа таких признаков в определенной мере соответствует набору данных, которые подлежат исследованию, а значит возрастает вероятность, что этот информационный массив и будет относиться к «большим данным». Структурный состав рассматриваемой технологии обладает следующими признаками.

Признак масштабности. Как правило, обычным (простым) данным свойственен локализованный тип в виде определенной базы данных, которая хранит в своей основе весьма узкий набор сведений, например таких, как бухгалтерская отчетность наукоемкого предприятия или список работающих в штате сотрудников, тогда как «большие данные» содержат в контуре своей структуры масштабные записи, в которые включены сведения о нескольких миллионах работников, десятках наукоемких предприятий и т.д.

Признак распределения. Конкретные базы данных располагаются на нескольких носителях информации и проходят последующую обработку в общем пространстве условного приложения, также они не могут превышать размеры, установленные файловой системой, тогда как массивы информации, относящиеся к Big Data, зачастую распределены между многочисленными носителями информации.

Признак многокомпонентности. Традиционным структурам данных свойственно оформление в виде кортежей, например, реляционных таблиц, а также в форме базы для типов документов в файловых системах. В технологии Big Data данные содержат в себе десятки сотен абсолютно различных структур, из которых 30–40 % на уровне базы не имеют описания вовсе, что впоследствии требует перестроения обработки и анализа данных в связи с появлением структур нового типа.

Признак временной протяженности. В стандартизированных массивах данных, как правило, содержится информации за ограниченный период времени (например, за один или несколько месяцев). В большинстве случаев такой информации достаточно для решения задач первичного учета. «Большие данные» могут содержать в себе информацию за десятки лет, а значит, возникает необходимость трансформации существующих и разработки новых методов организации вычислений в связи с тем, что расчеты будут осуществляться в определенной временной динамике.

К настоящему моменту наиболее успешное практическое применение нашли два базовых подхода к обработке и анализу «больших данных».

1. Горизонтально-масштабируемый тип архитектуры обработки данных. Он предполагает использование отдельных групп узлов с целью последовательного разделения и анализа составных информационных частей за счет комплексного применения централизованного узла связи для запуска процесса синхронизации своих рабочих процессов. Практический аспект связан с увеличением показателей мощности вычислительной системы (в среднем на 2–3 порядка), что позволяет удвоить количество вычислительных узлов без фактических финансовых затрат или интеграции нового отдельного независимого узла.

2. Подход Business Intelligence (бизнес-аналитика) представляет собой структурную совокупность из разных групп технологий/методов для обработки данных на основе интеллектуальных технологий (например, технологий искусственного интеллекта). Это касается различных групп деловых данных, которые поэтапно за счет использования указанного метода переводятся в более простую форму, она, в свою очередь, позволит производить обработку и анализ уже классическими инструментами.

Практическое применение этих подходов к веб-данным зачастую осложняется рядом факторов, связанных со спецификой работы определенных наборов сетевых приложений. Так, затруднение может вызвать достаточно существенное ограничение в скорости доступа к данным, в связи с чем даже относительно небольшие по своему объему массивы информации могут анализироваться несколько недель или даже месяцев. Еще одна типичная проблема связана с организацией процедуры доступа через сетевые протоколы посредством групп сетей общего назначения, что не только понижает показатели безопасности данных, но и значительно усложняет саму программную реализацию решений, связанных с обработкой информации.

ТЕХНОЛОГИЯ DATA MINING КАК ИНСТРУМЕНТ РЕШЕНИЯ МНОГОУРОВНЕВЫХ ЗАДАЧ ПРИ РАБОТЕ С ВЕБ-ДАНЫМИ / DATA MINING TECHNOLOGY AS A TOOL FOR SOLVING MULTILEVEL TASKS WHEN WORKING WITH WEB DATA

Процесс последовательной обработки «больших данных» является задачей комплексного типа, которая не имеет единого верного решения, из-за того что она, как правило, осложняется многочисленными дополнительными факторами. В свою очередь, уже на эти группы факторов оказывает влияние дополнительный спектр проблем, связанных с предоставлением канала доступа к информации, а также круг вопросов, касающихся работы сетевых протоколов в рамках процесса обработки и анализа веб-данных.

Составим задачу, которая будет соответствовать уже описанным ранее признакам организации работ с Big Data [Строев, 2022a]. В таком случае практическая задача, связанная с процессами обработки большого массива веб-данных, будет состоять в поиске информации о продажах продукции, производимой наукоемким предприятием (в данном случае речь идет о 25–42 млн записей о единицах произведенной продукции).

В структурной основе такого анализа лежат аппроксимации следующего вида [Хайруллина, 2019]:

- процесс покупки/продажи производился порядка 2–3 раз на протяжении указанного временного периода;
- параметры произведенных товаров имеют маркировку определенного типа;
- информация о покупателях записывалась различными способами.

Подобная задача, которая решалась бы классическими способами, например, через формирование линейных запросов к информационной базе, потребовала бы достаточно много времени, которое было бы пропорционально не менее двум третям количества записей о нескольких продажах или покупках. В контексте работы с веб-данными в параметры задачи следует ввести дополнительные положения:

- типы записей могут иметь совершенно разные источники в сети «Интернет», а значит, процедура доступа к некоторым из них бывает временно ограничена в связи с большим числом одномоментных запросов;
- структурное содержание данных имеет свой уникальный тип в зависимости от выбранного источника.

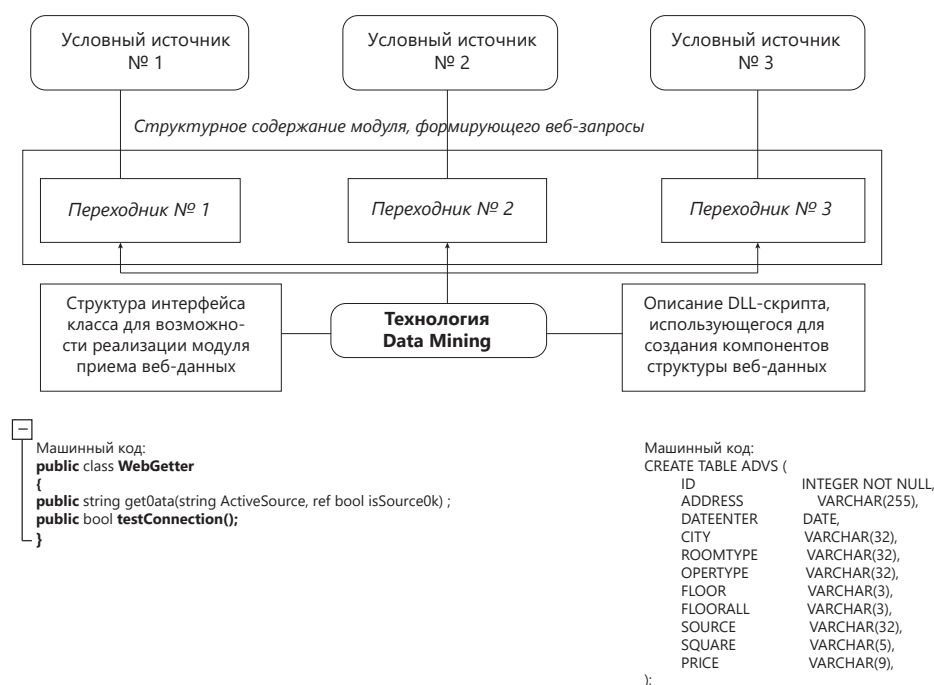
В результате мы получаем задание с уточненным типом параметров, связанных с процессом обработки Big Data в Интернете, которые, в свою очередь, могут являться как неструктурированными, так и распределенными, а также требующими выполнения дополнительного анализа в соответствии с жесткими правилами производства расчета. Решение задач подобного типа возможно с применением технологии Data Mining, в состав которой входит совокупность методов, которые позволяют не только находить, но и извлекать полезные сведения по заранее установленным параметрам сбора из объемных массивов данных. Работа этой технологии связана также с использованием интеллектуально-статических методов обработки данных. Задача, которая была поставлена выше, соответствует поставленным условиям, то есть в большом информационном массиве записей о продаже/покупке присутствуют сведения, которые представляют интерес для исследования, но процесс получения данных при этом затруднен.

Для эффективного использования технологии Data Mining в контексте поставленной задачи нужно выполнить следующие шаги [Строев, 2022b]:

- выявить условия, на базе которых впоследствии будут произведены вычисления данных;
- записать перечень условий на языке программирования, который подойдет для работы с такой базой данных;
- разработать и апробировать специальный алгоритм, который позволит получать наборы данных из определенных информационных источников;

– целесообразно также определить структуры модулей-переходников, которые затем позволят привести данные к единой установленной форме; этот шаг нужно выполнить до того, как данные будут включены в алгоритм (рис.1).

На базе полученного представления о работе с Big Data, сложностях и различных нюансах, связанных с процессами обработки и анализа веб-данных, а также методах, которые используются в технологии Data Mining, можно сформулировать определенный набор правил, которые позволяют сделать процесс решения более эффективным (в контексте поставленной задачи). В таком случае необходимо дополнить предлагаемое



Составлено авторами по материалам исследования / Compiled by the authors on the materials of the study

Рис. 1. Вариант архитектуры, позволяющий оптимизировать процесс обработки веб-данных посредством сети «Интернет»

Fig. 1. A variant of the architecture that allows optimizing web data processing via the Internet

решение за счет создания специального программного обеспечения. В статье будут описаны наиболее существенные компоненты системы на языке программирования C++, которые впоследствии будут представлены в виде структурного набора баз данных, но уже в библиотеке динамической компоновки DLL (Dynamic Link Library (рис.1). В результате, это позволит в корректной форме представить способ решения задачи с использованием технологии Data Mining.

Специфические особенности, связанные с процессом обработки и анализа веб-данных большого объема, требуют создания особого модуля, назначение которого состоит в приеме различных массивов информации из сети «Интернет»; при этом образуется новый канал связи, однако зачастую его работа носит не стабильный и подчас медленный характер. Создание такого модуля позволит в дальнейшем выполнять методы Data Mining на практически любом числе источников информации, но уже без потери в качестве, а также с высокой степенью эффективности в границах заданных условий. Разработка будущего макета интерфейса для практической реализации работы модуля возможна двумя способами.

1. *Получение данных.* Этот процесс происходит из определенного списка источников, которые затем проверяются на программном уровне на предмет текущего статуса «активен/неактивен» в конкретный временной промежуток. Если первый источник из списка недоступен, то есть на направленные системой запросы не поступает ответов, система автоматически переключается на другой класс источников, что в результате позволяет оптимизировать время, затрачиваемое на обработку [Сазонов и др., 2018].

2. *Проверка соединения.* Происходит проверка устойчивого интернет-соединения. В случае его отсутствия появляется возможность на время отключить процессы, связанные с обработкой данных, в виду того, что проверка данных из источников в режиме реального времени недоступна [Белокрылова, Гончарова, 2019]. Этот метод может использоваться как при работе с Big Data, так и с практически любыми интернет-программами, связанными с загрузкой данных. Для сформулированной авторами задачи применение указанного метода является наиболее актуальным, так как он позволяет вести перманентный анализ достаточно большого числа различных источников.

После получения данных, необходимо провести подготовку для их последующего сохранения (на этом этапе возможно создание как временной, так и постоянной базы данных), а затем необходимо осуществить передачу данных в заранее созданные алгоритмы Data Mining [Тихонов, Сазонов, 2018]. В результате это позволит инициировать процесс обработки данных разного типа, которые должны быть приведены к единому универсальному формату. Приведение может иметь постоянную форму, в таком случае данные должны быть записаны в соответствующую базу или временную форму, тогда работа с ними происходит только в границах этапа обработки.

Важный момент заключается в том, что процесс получения веб-данных значительно сложнее, чем их последующая обработка, а значит целесообразно применение технологии временной интеллектуальной трансформации. В таком случае необходимо использовать нейронную сеть, которая получит единый входной формат строки, содержащий в себе набор данных о параметрах товаров. Ускорение процесса трансформации данных разного типа возможно за счет запуска предварительного обучения.

Структура базы данных, которая уже была оптимизирована для дальнейшей работы методами Data Mining, может быть представлена в двух видах [Данилкина, Яковлева, 2022]: 1) реляционном; 2) документном.

Из-за числа данных и ограничений, связанных с размером одной записи в рамках рассматриваемой системы, необходимо выбрать оптимальную реляционную базу с учетом поправок на специфические особенности, присущие веб-данным, и последующую интеллектуальную обработку:

- половина данных обязательно должна быть сохранена в том же виде, в каком она находилась непосредственно в источнике информации, что позволит затем использовать ее для последующей работы нейронной сети;
- каждой записи свойственно уникальное указание на веб-источник. Это не является важным фактором для анализа, однако будет крайне полезно в рамках рассмотренных выше закономерностей.

ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ ДЛЯ РАБОТЫ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ / SOFTWARE PRODUCTS FOR WORKING WITH INTELLIGENT DATA

Человек, общество, экономика, а также окружающая среда являются движущими силами всех технологических тенденций. 2020 г. кардинально изменил их направление, а также подход людей к ним вообще. Внедрение облачных вычислений стало главным трендом, которого придерживались разработчики и компании. Облачные вычисления стали драйвером множества инноваций.

Аппаратные технологии непрерывно развиваются. Так, например, высокопроизводительные серверы, изначально использовавшие первые дорогостоящие твердотельные накопители для хранения данных, на сегодняшний день используют большие объемы оперативной памяти. Международная компания Cloudflight, которая разрабатывает программное обеспечение, ожидает, что значимость программного обеспечения с его качеством, а также функциональностью будет заменена данными [Бабкин, Чистякова, 2017].

Некоммерческая исследовательская компания Open AI из Сан-Франциско, которая занимается искусственным интеллектом, в собственных проектах рассказывает, что алгоритмы обязаны развиваться с соответствующими объемами данных. Обычный сбор сведений никак не приведет к прорыву. А программирование только лишь с помощью моделирования в отсутствии реальных данных очевидно достигнет своих пределов в ближайшие десять лет. По этой причине решающим фактором является быстрое получение достаточного количества данных хорошего качества либо соответствующая бизнес-модель в новой экосистеме сведений в современном программном стеке. Традиционное программное обеспечение, которое никак не связано с машинным обучением и искусственным интеллектом, становится наиболее массовым и будет заменено оркестровкой служб PaaS (англ. Platform as a Service – платформа как услуга).

Большую роль в инфраструктуре играют программные услуги. Традиционная инфраструктура подвергается последующей абстракции, а также замене существующей сети. Software Stack Eruption – это новейшее программное обеспечение, которое будет отвечать абсолютно всем современным тенденциям. Оно стимулируется возрастающей тенденцией «инфраструктура как код». В этом контексте код (например, сценарий терраформирования) либо искусственный интеллект вместо человека динамически описывает нужную инфраструктуру для определенных приложений. Потребитель получает доступ к использованию информационно-технологических платформ PaaS, и в процессе работы формируется гибридное облако, а также мультиоблако.

Мультиоблачная платформа Google Anthos, в которой находится открытое программное обеспечение для оркестровки контейнеризированных приложений Kubernetes, служит для разработки приложений для использования сервисов и методики Google Cloud в удобной для пользователя среде. Другая подобная платформа Microsoft Azure Arc создана для управления многооблачной средой. Эти программные услуги представляют собой интегрированную среду управления для нескольких гипермасштабируемых устройств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Важной составляющей бизнеса является интеллектуальный анализ данных в интеграции с облачными вычислениями. Они нужны для принятия эффективных решений и для прогнозирования будущих тенденций. Вычислительная система и интеллектуальный анализ данных взаимосвязаны: одна сторона обслуживающая, а другая, соответственно, – обслуживаемая. Процесс получения структурированных данных из неструктурированных либо полуструктурированных сведений – суть интеллектуального анализа данных. В облачных вычислениях он позволяет организациям централизовать управление программным обеспечением. Такие технологии с каждым годом наращивают свое присутствие в самых разнообразных областях, и все больше компаний начинают использовать их в различных информационных сегментах. Мировой рынок облачных вычислений к концу 2022 г. может достигнуть капитализации 623 млрд долл. США, а общие расходы пользователей на облачные сервисы составят 397 млрд долл. США. По сравнению с результатом конца 2021 г. (332 млрд долл. США) расходы увеличились в 1,2 раза. Также к 2025 г. компании планируют развернуть до 95 % новых процессов на облачных платформах. Рынок систем Data Mining также растет, и многие корпорации этому способствуют. К 2027 г. ожидается увеличение объема глобального рынка расширенной аналитики на 23,1 %, что составляет 56,2 млрд долл. США.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аксенов Д.А., Куприков А.П., Саакян П.А. (2018). Направления и особенности применения блокчейн-технологии в экономике // *π-Economy*. Т. 11, № 1. С. 30–38. <https://doi.org/10.18721/ПЕ.11103>
- Бабкин А.В., Чистякова О.В. (2017). Цифровая экономика и ее влияние на конкурентоспособность предпринимательских структур // *Российское предпринимательство*. Т. 18, № 24. С. 4087–4102. <https://doi.org/10.18334/rp.18.24.38670>

- Белокрылова О.С., Гончарова Е.В. (2019). Блокчейн как эффективный инструмент согласования экономических интересов акторов цифровой экономики России // *Journal of Economic Regulation*. Т. 11, № 1. С. 50–63.
- Васильева И.А., Колосова В.В., Сазонов А.А. (2019). Управление жизненным циклом продукции в условиях трансформации производства // *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика*. № 3. С. 50–58. <https://doi.org/10.18384/2310-6646-2019-3-50-58>
- Данилкина Ю.В., Яковлева А.О. (2022). Использование цифровых технологий в принятии управленческих решений // *Инновации и инвестиции*. № 3. С. 69–73.
- Сазонов А.А., Джамай В.В., Повекевичных С.А. (2018). Анализ эффективности внедрения CALS технологий (на примере отечественного авиастроения) // *Организатор производства*. Т. 26, № 1. С. 84–92.
- Строев В.В. (2022a). Анализ нормативной базы цифровизации управления разработкой и производством высокотехнологичной продукции // *Естественно-гуманитарные исследования*. № 40(2). С. 269–275.
- Строев В.В. (2022b). Разработка методических рекомендаций для определения уровня эффективности проведения мероприятий в сфере цифровых преобразований на наукоемких предприятиях // *Вестник Академии знаний*. № 49(2). С. 285–291.
- Тихонов А.И., Сазонов А.А. (2018). Цифровое моделирование процесса управления системами жизненного цикла авиационных двигателей на примере предприятия АО «ОДК-авиадвигатель» // *Московский экономический журнал*. № 3. С. 97–114.
- Хайруллина А.Р. (2019). Информационное обеспечение принятия управленческих решений в малом и среднем предпринимательстве в цифровой экономике // *Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика*. Т. 4, № 30. С. 141–149. <https://doi.org/10.17122/2541-8904-2019-4-30-141-149>

REFERENCES

- Aksenov D.A., Kuprikov A.P., Saakyan P.A. (2018), “Directions and features of the application of blockchain technology in the economy”, *π-Economy*, vol. 11, no. 1, pp. 30–38. <https://doi.org/10.18721/JE.11103>
- Babkin A.V., Chistyakova O.V. (2017), “Digital economy and its impact on the competitiveness of business structures”, *Russian Journal of Entrepreneurship*, vol. 18, no. 24, pp. 4087–4102. <https://doi.org/10.18334/rp.18.24.38670>
- Belokrylova O.S., Goncharova E.V. (2019), “Blockchain as an effective tool for harmonizing the economic interests of actors in the Russian digital economy”, *Journal of Economic Regulation*, vol. 11, no. 1, pp. 50–63.
- Danilkina Yu.V., Yakovleva A.O. (2022), “The use of digital technologies in making managerial decisions”, *Innovations and investments*, no. 3, pp. 69–73.
- Khairullina A.R. (2019), “Information support of administration decisions in small and medium-sized entrepreneurship in digital economy”, *Bulletin USPTU Science education economy Series economy*, vol. 4, no. 30, pp. 141–149.
- Sazonov A.A., Dzhamai V.V., Povekvechnykh S.A. (2018), “Analysis of the effectiveness of the implementation of CALS technologies (on the example of the domestic aircraft industry)”, *Organizer of production*, vol. 26, no. 1, pp. 84–92.
- Stroeve V.V. (2022a), “Analysis of the regulatory framework for digitalization of management of the development and production of high-tech products”, *Natural Humanitarian Research*, no. 40(2), pp. 269–275.
- Stroeve V.V. (2022b), “Development of methodological recommendations for determining the level of efficiency of carrying out activities in the field of digital transformations at high-tech enterprises”, *Bulletin of the Academy of Knowledge*, no. 49(2), pp. 285–291.
- Tikhonov A.I., Sazonov A.A. (2018), “Digital modeling of the process of managing the life cycle systems of aircraft engines on the example of the JSC UEC-Aviadvigatel”, *Moscow Economic Journal*, no. 3, pp. 97–114.
- Vasileva I.A., Kolosova V.V., Sazonov A.A. (2019), “Product lifecycle management under the conditions of production transformation”, *Bulletin of the Moscow State Regional University, Series: Economy*, no. 3, pp. 50–58. <https://doi.org/10.18384/2310-6646-2019-3-50-58>