

Литература

1. Мешалкин В.П. Логистика и электронная экономика в условиях перехода к устойчивому развитию. Москва-Генуя: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 573 с.
2. Мешалкин В.П., Дли М.И. Логистика и управление конкурентоспособностью предприятий нефтехимического комплекса. М.: Химия. 2010. 452 с.
3. ГОСТ Р 53394–2009. Интегрированная логистическая поддержка. Основные термины и определения. Введ. 14.09.09. М.: Стандартинформ, 2010. 23 с.
4. Мошев Е.Р. Информационно-эвристическо-вычислительные модели и алгоритмы принятия решений по интегрированной логистической поддержке трубопроводных систем нефтехимических предприятий: дис. докт. техн. наук. М., 2015. 468 с.
5. Дэвид А. Марка, Клемент МакГоуэн. Методология структурного анализа и проектирования SADT. М.: Метатехнология, 1993. 239 с.

УДК 004.7

ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОННОЙ НАУКИ

THE DECENTRALIZATION OF DATA PROCESSING IN THE ELECTRONIC SCIENCE ENVIRONMENT

Фаталиев Т.Х., Мехтиев Ш.А.,
Институт информационных технологий НАНА,
г. Баку, Азербайджан

T.Kh. Fataliyev, Sh.A. Mehdiyev,
Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

e-mail: secretary@iit.science.az

Аннотация. Реализация концепции формирования информационного общества предполагает широкое внедрение информационных технологий во все сферы деятельности современного общества. Идеи и решения по данному вопросу многократно обсуждались на Всемирных саммитах по вопросам информационного общества. В данном контексте дальнейшее прогрессивное развитие и углубление научных исследований и связей предполагают особую роль электронной науки. Сфера применения электронной науки охватывает все этапы исследовательского процесса, включая задачи сбора, хранения, обработки, поиска, анализа и моделирования научных данных. Для этих целей широко используются современные вычислительные методы, инновационные технологии, в результате чего наблюдается экспоненциальный рост научных данных, которые требуют профессионального управления, анализа для приобретения новых знаний и быстрого развития науки. Распространение приложений интернета вещей, критический рост требований к эффективности и производительности решаемых задач сделали необходимыми приближение обработки данных к месту их локализации. В статье рассматриваются актуальные проблемы процессов обработки научных данных, основанные на принципах децентрализации с использованием новейших инновационных технологий в этой области. Были

проанализированы и представлены возможности применения облачных, туманных вычислений, вычислений росы и технологии блокчейн в этом направлении.

Abstract. The implementation of the concept information society forming involves the widespread introduction of information technologies in all areas of modern society. Ideas and solutions on this issue repeatedly discussed at the World Summits on the Information Society. In this context, the further progressive development and deepening of scientific research and connections presuppose the special role of electronic science. The scope of e-science covers all stages of the research process, including the tasks of collecting, storing, processing, searching, analyzing and modeling of scientific data. For these purposes, modern computational methods, innovative technologies are widely used, resulting in an exponential growth of scientific data that require professional management, analysis to acquire new knowledge and the rapid development of science. The spread of the Internet of Things applications, the critical growth of requirements for the efficiency and productivity of the tasks solved made it necessary to migration the data processing closer to the place of their localization. The article discusses the current problems of the processing of scientific data, based on the decentralization principles using the latest innovative technologies in this area. The possibilities of using cloud, fog, dew computing and blockchain technologies in this field are analyzed and presented.

Ключевые слова: электронная наука, большие научные данные, облачные вычисления, туманные вычисления, вычисления росы, блокчейн.

Keywords: e-science, scientific Big data, cloud computing, fog computing, dew computing, blockchain.

Основными целями электронной науки (э-науки) являются организация взаимодействия в виртуальном пространстве коллективов ученых, повышение эффективности научного управления и исследовательских работ, развитие всех областей науки на уровне современных мировых стандартов и интеграция в мировую научную среду [1]. Э-наука предполагают совместную и междисциплинарную работу, в рамках которой ученые помогают исследователям из других областей быстрее и эффективнее проводить свои исследования. Следует отметить, что э-наука тесно связана с инновационным потенциалом информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), в том числе интернет-технологий, интернета вещей (Internet of Things, IoT), киберфизических систем (КФС) и др., которые предоставляют средства и пути решения задач, связанных со сбором научных данных (регистрация), их хранением, обработкой (средства логики и вычисления) и передачей (распространение достигнутых знаний на дальние дистанции).

Методы научных исследований и открытий обычно основаны на исходной гипотезе и модели, которая может быть уточнена на основе собранных данных. Уточненная модель может привести к новому более сложному и точному эксперименту или предыдущей переоценке данных. Еще одной отличительной чертой современных научных исследований является то, что они предполагают широкое сотрудничество между исследователями для решения сложных проблем и использования сложных научных инструментов. Анализ результатов обработки может привести к новым знаниям и новым открытиям, которые также представляются в виде данных. Данные, полученные в ходе последней исследовательской процедуры, в качестве результатов могут быть исходными данными следующей исследовательской процедуры. С этой точки зрения, э-наука поддерживает различные этапы жизненного цикла научных

данных с использованием информационных технологий, таких как сетевые и вычислительные платформы. Эти платформы предоставляют широко распространенные электронные услуги, такие, как хостинг, облачные вычисления, хранилище данных, э-почта, э-библиотека, дистанционное образование, роуминговый сервис (eduroam) и возможности интеграции с международными сетями [2].

Можно предположить, что инфраструктура э-науки является фабрикой по обработке информации, что вписывается в информационно-технологическую концепцию КФС. Это большое количество устройств со встроенными сенсорами, процессорами и средствами хранения данных; интеграция, позволяющая достигнуть наибольшего эффекта путем объединения отдельных компонентов в большую систему; исключение человеческого фактора при принятии решений либо дополнение способностей человека.

В решении вышеперечисленных задач в рамках э-науки в настоящее время широко используются облачные технологии (cloud computing), которые представляют собой централизованную инфраструктуру. Она позволяет собирать и хранить большие объемы информации и, с другой стороны, обеспечивает необходимую вычислительную мощность для обработки этих данных. Однако дальнейшее развитие платформы э-науки в данной среде сталкивается с увеличением числа подключаемых устройств (необходимо учитывать большое число устройств IoT, подключенных на периферии) и, соответственно, с тенденцией роста генерируемых больших научных данных (Big data), приводящих к нагрузкам на интернет-инфраструктуру. Пользователи сталкиваются с дефицитом пропускной способности сетей связи, что в конечном итоге приводит к конфликту ресурсов, росту задержки обработки, потерям, принятию неэффективных решений.

Для эффективного устранения вышеупомянутых проблем возможны новые применения распределенных вычислений, известные теперь, как туманные вычисления (fog computing) и вычисления росы (dew computing), в которых их вычислительные и запоминающие ресурсы используются для локального хранения, предварительной обработки данных, с тем, чтобы можно было снизить нагрузку на сеть, включить локальный анализ. При этом отпадает необходимость отправки всех данных в облако, тем самым повышаются производительность и эффективность, как всей системы, так и устройств, и приложений на периферии, чтобы добиться быстрого процесса принятия решений на основе данных. На рисунке 1 приведена предложенная модель децентрализованных вычислений на основе туманных вычислений и вычислений росы.

Туманные вычисления – это платформа распределенных вычислений и служб хранения информации на терминальных устройствах, а также сетевые службы передачи данных в центры сбора, хранения и обработки данных [3].

Концепция туманных вычислений предусматривает распределённые вычисления и предоставление пользовательских услуг на месте, но выполняются они терминальными устройствами с ограниченными вычислительными и энергетическими ресурсами. Обычно туманные вычисления включаются в локальные сетевые маршрутизаторы и, технически, ограничивают миграцию и мобильность данных до некоторой степени, что приводит к низкой задержке, эффективности системы и экономии пропускной способности магистрали.

Однако значительным недостатком облачных и туманных вычислений является зависимость от наличия подключения к интернету. Как показывает развитие средств и методов ИКТ, весьма перспективным направлением в инфраструктуре э-науки является применение вычислений росы, которые обеспечивают возможность доступа к данным без постоянной доступности интернета [4].

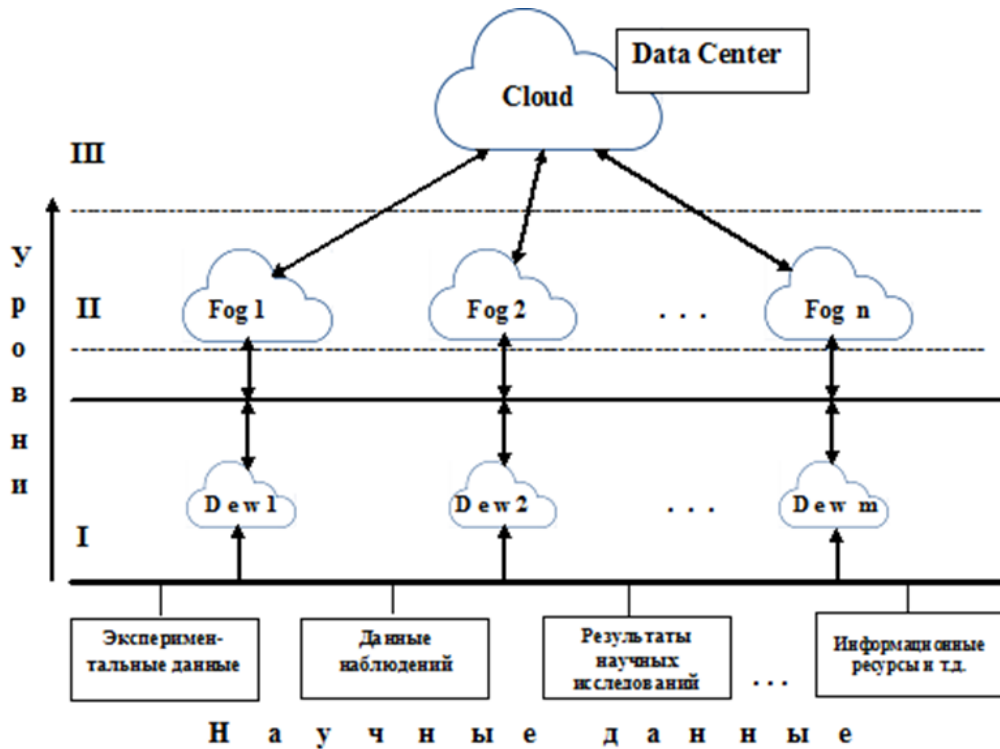


Рисунок 1. Модель децентрализованных вычислений в среде э-науки.

Идея вычислений росы заключается в том, чтобы максимально использовать ресурсы перед передачей обработки на облачный сервер. Например, обработка сигналов (температуры, вибрации, потребляемой мощности) с датчиков гипотетического двигателя компрессора дает преимущество мгновенного определения текущего состояния компрессора и возможность осуществить неотложные меры по недопущению аварийных ситуаций. В то же время глубинный анализ данных датчиков, собранных за определенный период времени и осуществляемый на централизованном сервере, где хранятся и обрабатываются петабайты данных, позволяет строить модели сбоев и предпринять меры по улучшению конструкции или же прогнозированию профилактических мероприятий.

Еще одной перспективной технологией децентрализации ресурсов в среде э-науки может стать технология блокчейн (blockchain). Сам термин блокчейн означает «цепь блоков». Блок – это информационный пакет, который содержит в себе все старые сведения и часть новых. А вся цепь – это некая база данных, распределенная между всеми участниками и работающая без централизованного органа [5]. Отсутствие централизации – ключевой элемент технологии. Все данные содержатся на компьютерах пользователей. Поэтому возможность взлома, какого-либо вмешательства или блокировки блокчейна стремится к нулю. Система устроена так, что все участники постоянно могут проверять сведения, которые поступают к ним. В конечном итоге любая операция проходит проверку на целостность и достоверность хранящихся в сети материалов. Обновленная информация основывается на уже проверенной старой и записывается в конец цепи поверх неё. Если изменить какую-то часть материалов, например, путем взлома, то это приведёт к изменению цепи информации, и ошибка станет видна всем участникам. А изменить данные сразу, например, на множестве компьютеров очень сложно и дорого. Именно этим и гарантируется актуальность, точность и безопасность сведений. Таким образом, блокчейн – это способ поддержания копий базы данных в одинаковом и неизменном состоянии между участниками, которых может быть неограниченное количество и которые не доверяют друг другу.

Рассмотренные вышеизложенные особенности технологии блокчейн – децентрализованная инфраструктура и одноранговая природа – могут быть использованы в различных областях и приложениях. Анализ различных источников показывает, что вариантов использования технологии блокчейн стало значительно больше и не ограничивается только транзакциями криптовалют. Например, в США – это пилотный проект для безопасного онлайн обмена личными данными о здоровье, в Эстонии – это система управления медицинской информацией, в Швейцарии – это цифровая идентификация и т. п. Наряду с применением блокчейна в различных областях, особый интерес представляют приложения технологии блокчейн в науке для решения ее специфических проблем. Некоторые из них рассматриваются ниже.

В работе [6] показано, что технология блокчейн может сделать научную деятельность открытой на всех стадиях ее проведения (рисунок 2).

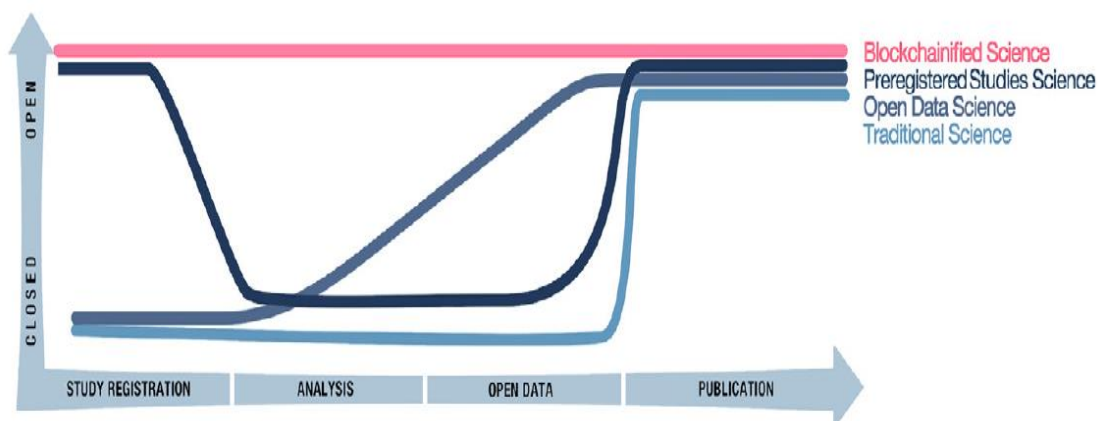


Рисунок 2. Эффективность применение блокчейна в научной деятельности.

Как было отмечено, области исследований начинаются со сбора или обнаружения исходных данных.

Результаты исследований, проведенных по определенной методике, становятся доступными только на момент публикации. Все, что происходит до этого, например, сбор и анализ данных, рецензирование и т.д., не является прозрачным. Это отсутствие прозрачности приводит к проблемам, связанных с воспроизводимостью, то есть неспособности исследователей воспроизводить эксперименты для подтверждения выводов, сделанных в научных работах.

Другой проблемой являются возможные недостатки существующей системы изданий научных журналов [7].

Некоторые издатели журналов в погоне за наукометрическими показателями могут допустить:

- появления новых статей в уже опубликованных выпусках;
- изменения количества авторов и их аффилиаций в уже опубликованных статьях;
- изменения списков цитирования.

Технология блокчейн способна решить указанные проблемы.

В работе [8] приведена способность «нотариального заверения» блокчейна, когда исследователи могут публиковать идеи, результаты исследований и т.п., чтобы доказать свое существование в определенный момент времени. Блокчейн сделает неизменными данные исследований и предотвратит попытки манипуляции.

Следует отметить, что свойства блокчейна, как децентрализованный алгоритм консенсуса и криптография, при обработке научных данных обеспечат:

- целостность, безопасность и конфиденциальность данных;
- предотвращение угроз;
- анализ данных в реальном времени;
- управление обменом данными;
- прогнозирование.

Технология блокчейн непрерывно развивается и может внести существенный вклад в депонирование рукописей, управление персоналом, принятие коллективных решений, экспертные оценки, информационную безопасность и др.

Выводы

В сфере применения э-науки наблюдается существенный рост объема научных данных, которые собираются, обрабатываются, хранятся и передаются с целью приобретения знаний.

Для решения проблем больших научных данных перспективным направлением остаются облачные технологии. Технологии туманных вычислений и вычислений росы позволяют приблизить процессы обработки данных к источникам их возникновения и тем самым увеличить эффективность и производительность процессов обработки и принятия решений.

С другой стороны, внедрение технологии блокчейн приводит к управлению научными данными в новом качестве, открывая возможности для решения конкретных проблем науки.

Литература

1. Фаталиев Т.Х. Электронная наука: состояние и перспективы развития в Азербайджане // Телекоммуникации. 2016. №8. С. 41-48.
2. Фаталиев Т.Х., Мехтиев Ш.А. Некоторые вопросы безопасности киберфизических корпоративных систем // III-я Республиканская конференция по информационной безопасности. Баку, ИИТ. 2017. С. 34-36.
3. Stojmenovic I., Wen Sh. The fog computing paradigm: scenarios and security issues // 2014 Federated Conference on Computer Science and Information Systems. IEEE, 2014. pp. 1-8.
4. Brezany P., Ludeschery T., and Feilhauer T. Cloud-dew computing support for automatic data analysis in life sciences // 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO). IEEE, 2017. pp. 365-370.
5. Zheng Z. et al. Blockchain challenges and opportunities: a survey // Work Pap. 2016. pp. 1-25.
6. Rossum J.V. Blockchain for research. Perspectives on a new paradigm for scholarly communication // Digital Science Report. 2017. pp. 2-12.
7. Тарханов И.А., Фомин-Нилов Д.В. Обеспечение аутентичности научных публикаций с помощью блокчейн // 7-я конференция «Научное издание международного уровня – 2018: редакционная политика, открытый доступ, научные коммуникации». 2018. С. 133-138.
8. Bartling S. Blockchain for science and knowledge creation // Gesundheit digital. Springer, Berlin, Heidelberg. 2019. pp.159-180.