

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ КАК БАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ УМНЫХ ГОРОДОВ

Зоран Чекеревац¹, Людмила Пригода², Миланка Богавац¹
zoran@cekerevac.eu

¹*Факультет бизнеса и права Университета «Унион - Никола Тесла»
Кнез Михаилова 33, 11000 Белград
СЕРБИЯ*

²*Майкопский государственный технологический университет
385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191
РОССИЯ*

Ключевые слова: умные города, интернет вещей, IoT, большие данные

Резюме. Умные города стали необходимостью, позволяющей сделать жизнь в больших городах более комфортной и устойчивой. В результате миграционных процессов число жителей в городах неуклонно растет. Люди переезжают в поисках работы, лучших условий жизни и, прежде всего, в связи с изменением структуры имеющихся рабочих мест, вызванным современными технологиями. Количество рабочих мест в сельском хозяйстве постоянно сокращается, а в промышленности и сфере услуг растет. Расцвет в секторе информационных технологий и коммуникаций создал новые возможности для мониторинга ситуации и процессов во всех сферах жизни и работы, что создало условия для более точного управления этими процессами, от производства до транспорта и окружающей среды. Несомненную поддержку этих изменений оказывает Интернет, который превращается в Интернет всего. В статье анализируется влияние Интернета вещей и связанных с ним проблем возможности обработки огромного количества собранных данных. Интернет вещей позволяет подключать к сети немыслимое количество устройств. Эти устройства собирают данные и/или используют их для своей работы, что приводит к аккумуляции огромного количества данных, которые невозможно обработать классическими методами. Необходимы новые методы их обработки и получения результата, для чего созданы соответствующие площадки. В статье сравниваются платформы Hadoop и Spark. В частности, были рассмотрены такие их характеристики, как производительность, расходы, отказоустойчивость и безопасность, а также машинное обучение. Статья завершается выводами на основе представленного анализа.

1 ВВЕДЕНИЕ

Когда речь идет об умных городах, следует помнить, что их появление и быстрое развитие были вызваны миграцией населения в крупные города и богатые государства. Миграция населения всегда существовала и будет существовать. И хорошо, если миграция невелика и связана с личными желаниями людей. Негативный аспект

миграционных процессов возникает, прежде всего, вследствие масштабных перемещений групп населения, причинами которых являются природные катаклизмы, вооруженные конфликты и снижение уровня жизни в отдельных территориях. В настоящее время мы являемся свидетелями массовой миграции и заметного роста населения в крупных городах, связанного с надеждой мигрантов на более благополучную жизнь в большом городе, чем в месте их нынешней дислокации. Данный процесс называется урбанизацией. Общество, включая международное сообщество, не предпринимает активных действий для обеспечения лучшей среды обитания в месте, где люди рождаются, что сподвигает население принимать решение о переезде в большие города.

Городское население мира быстро выросло с 751 миллиона в 1950 году до 4,2 миллиардов в 2018 году. Азия, несмотря на относительно низкий уровень урбанизации, является домом для 54% городского населения мира, за ней следуют Европа и Африка (по 13%). Сегодня 55% населения мира живет в городских районах, и эта доля, как ожидается, возрастет до 68% к 2050 году. Прогнозы показывают, что урбанизация, постепенный сдвиг в проживании населения из сельских районов в городские в сочетании с общим рост населения мира может добавить еще 2,5 миллиарда человек к городским районам к 2050 году, причем почти 90% этого роста будет происходить в Азии и Африке, согласно новым данным ООН. [1]

Сегодня наиболее урбанизированные регионы включают Северную Америку (82 процента населения проживало в городских районах в 2018 году), Латинскую Америку и страны Карибского бассейна (81 процент), Европу (74 процента) и Океанию (68 процентов). Уровень урбанизации в Азии сейчас приближается к 50%. В отличие от этого, Африка остается преимущественно сельской, и 43% ее населения проживает в городских районах. [1]

Для обеспечения того, чтобы преимущества урбанизации были в полной мере распределены и инклюзивны, политика по управлению ростом городов должна обеспечивать доступ к инфраструктуре и социальным услугам для всех, ориентируясь на потребности малоимущих и других уязвимых групп населения в жилье, образовании, здравоохранении, достойном труде и безопасности. [1] «Умные» города должны обеспечить в целом комфортную, экономичную, устойчивую и безопасную среду для своих жителей.

Существует ряд определений «умного города», но, по общему мнению, «умные» города используют датчики IoT, актюаторы (исполнительные механизмы) и технологии для соединения компонентов по всему городу, что позволяет создать систему контроля над каждым слоем города, от качества воздуха до безопасности на улицах и в метро. Наличие возможности извлекать данные из всех элементов системы, использовать их для улучшения жизни населения, а также коммуникации между гражданами и правительством, позволяет трансформировать город в «умный город». [2]

Учитывая текущую тенденцию аккумуляции населения в крупных городах и возможности трудоустройства, которые предлагают крупные города, трудно ожидать появления совершенно новых умных городов. Более реалистичный сценарий основан на ожидании преобразования части современных городов, в соответствии с идеей «умных городов», и дальнейшее внедрение технологии «умных городов» в другие части данных городских агломераций. Однако, для того, чтобы полностью реализовать идею умных городов, необходимо поддерживать ее во всем обществе и во всех отраслях. Следует ожидать, что основной вклад в идею, даст IoT, LPWAN¹ и сети 5G².

¹ LPWAN (Low-Power Wide-Area-Network, рус. маломощная глобальная сеть)

² Сети 5G (сети пятого поколения)

Без ИТ-поддержки идея «умного города» не была бы реализована. Здесь не следует упускать из виду тот факт, что основными носителями по-прежнему будут люди с их творчеством и знаниями.

В данном исследовании не будет обсуждаться потенциальная вредность новых технологий для здоровья. Мы будем уделять основное внимание техническим, технологическим и социальным аспектам применения IoT в «умных» городах, надеясь, что живые организмы смогут развиваться в соответствии с новыми условиями жизни.

2 ИНТЕРНЕТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ (IoT)

Интернет интеллектуальных устройств (IoT), короче говоря, «Интернет вещей» подразумевает концепцию подключения любого устройства (когда оно имеет переключатель включения/выключения) к Интернету и другим подключенным устройствам. Интернет вещей представляет собой гигантскую сеть взаимосвязанных вещей и людей - все они собирают и обмениваются данными о том, как они используются, и об окружающей их среде. [3]

Интернет вещей включает в себя невероятное количество объектов всех форм и размеров - от интеллектуальных микроволновых печей, которые автоматически готовят пищу в течение необходимого промежутка времени, до автомобилей с интеллектуальным управлением, чьи сложные датчики обнаруживают объекты на их пути, и носимых фитнес-устройств, измеряющих сердцебиение и количество шагов, которые пользователь сделал в течение дня, а затем используют эту информацию, чтобы предложить планы упражнений с учетом потребностей пользователя. Существуют даже подключенные футбольные мячи, которые могут отслеживать, как далеко и быстро они брошены, и записывать эту статистику через приложение для будущих тренировочных целей. [4]

IoT - это система взаимосвязанных вычислительных устройств, механических и цифровых машин, объектов, животных и/или людей, которые имеют уникальные идентификаторы и способность передавать данные по сети без необходимости взаимодействия человека или человека с компьютером. [5] В рамках IoT появилась группа IIoT, которая отличается от других IoT тем, что она относится к вещам, оборудованию и программному обеспечению, которые предназначены для работы в промышленной среде и, следовательно, требуют надежности, точности, безопасности, совместимости и всего остального, что должно обеспечивать качественную, надежную и безопасную работу промышленного предприятия. [6] Обе категории развиваются параллельно и быстро.

Интернет вещей (IoT) является быстроразвивающейся областью информационных технологий. Интеллектуальные устройства интернет-технологии позволяют большему количеству пользователей, устройств, услуг и приложений подключаться к Интернету. Устройства, подключенные к другим устройствам и приложениям, могут обмениваться данными напрямую и косвенно друг с другом. Конечные пользователи через Интернет и мобильные приложения получают доступ к этим данным, настраивают конфигурации устройств, а также управляют и поддерживают системы IoT. Интернет интеллектуальных устройств может применяться повсеместно: в быту, в городах, на предприятиях, в торговле, логистике, энергетике, сельском хозяйстве, промышленности, образовании, здравоохранении, правительстве и в других областях. [7]

Развитие интернет-технологий, протоколов IPv6, LPWAN, LoRa и 5G и новые разработки в области нанотехнологий позволили разработать, изготовить, настроить и подключить к сети многие устройства, оснащенные датчиками и исполнительными устройствами. Эти устройства могут быть доступны и управляться онлайн в режиме

реального времени. Устройства, подключенные к Интернету, могут связываться с другими устройствами. Этот тип связи называется M2M-коммуникацией (машина-машина).

Инфраструктура IoT состоит из трех основных компонентов:

- интеллектуальные устройства;
- сетевая инфраструктура для их подключения;
- системы, использующие данные, генерируемые интеллектуальными устройствами.

Упрощенное представление этой структуры приведено на рисунке 1.

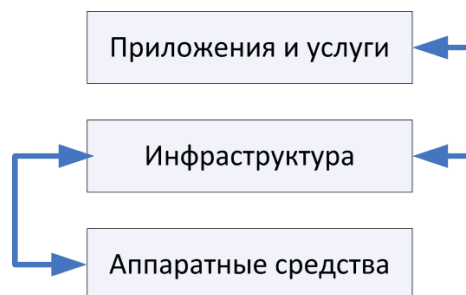


Рис. 1 Основные уровни IoT

Первый и самый низкий уровень IoT - это аппаратные средства, состоящие из физических устройств и их соединений. Только подключенные устройства могут обмениваться информацией и учиться на основе опыта. Цель состоит в том, чтобы создавать устройства и системы со встроенными вычислительными функциями и интеллектом для упреждающих рассуждений и поведения.

Инфраструктура, второй уровень IoT, позволяет подключать устройства IoT к беспроводной сети или к другому типу компьютерной сети. Его роль заключается в обеспечении среды для разработки приложений IoT через управление информацией и каналами данных устройства и децентрализованных каналов управления. Визуализация сервис-ориентированной сетевой инфраструктуры IoT показана в [8].

Третий и самый высокий уровень IoT создают приложения и сервисы для сбора, обработки и распространения данных об устройствах. Разработка приложений и услуг является необходимым условием для разработки интеллектуальных сред и значимого применения IoT в различных областях жизни человека. [7]

Устройства и объекты со встроенными датчиками подключены к платформе Интернет вещей (IoT). Эта платформа объединяет данные с подключенных устройств, применяет аналитику, добывает наиболее ценную информацию и делится ею с приложениями, созданными для удовлетворения конкретных потребностей. Платформа IoT, часто использующая искусственный интеллект (AI), может точно определить, какая информация полезна, а какую можно безопасно игнорировать. Приложение использует полученную информацию для обнаружения шаблонов, выработки рекомендаций и выявления возможных проблем до их возникновения.

Например, если кто-то владеет бизнесом по производству автомобилей, он может узнать, какие дополнительные компоненты (например, кожаные сиденья или легкосплавные диски) наиболее популярны. Используя технологию Интернета вещей, он может [3]:

- использовать датчики для определения того, какие области в демонстрационном зале являются наиболее популярными, а где клиенты задерживаются дольше всего;
- детализировать доступные данные о продажах, чтобы определить, какие компоненты продаются быстрее всего;

- автоматически сопоставлять данные о продажах с поставками, чтобы популярные товары всегда были на складе.

Информация, полученная с подключенных устройств, позволяет ему, основываясь на информации в реальном времени, принимать адекватные решения о том, на какие компоненты делать запасы, и экономить время и деньги.

Благодаря передовой аналитике появляется возможность сделать процессы более эффективными. Умные объекты и системы означают, что можно автоматизировать определенные задачи, особенно когда они повторяются, обыденные, отнимают много времени или даже опасны. Посмотрим как это выглядит в реальной жизни, в транспорте. Пусть господин Г каждый день просыпается в 7 утра, чтобы идти на работу. Будильник разбудил его. Все в порядке до тех пор, пока что-то пойдет не так, например, поезд отменен, и он должен вместо этого ехать на работу на машине. Единственная проблема заключается в том, что ехать по дороге занимает больше времени, и ему нужно было бы вставать в 6:45, чтобы не опоздать. Льет дождь, следовательно, ему нужно будет ехать медленнее, чем обычно. Подключенный или с поддержкой IoT будильник сбрасывает сам себя, основываясь на всех этих факторах, чтобы обеспечить своевременную работу. Будильник мог бы получить данные о том, что обычный поезд отменен, рассчитать расстояние и время в пути для альтернативного маршрута до работы, проверить погоду и учесть более медленную скорость движения из-за сильного дождя и вычислить, когда нужно разбудить объект нашего примера в новых обстоятельствах. В случае наличия дополнительных интеллектуальных опций, будильник может синхронизироваться с кофеваркой с поддержкой IoT, чтобы убедиться, что утренний кофеин готов к употреблению, когда человек встанет.

Будучи разбуженным будильником, господин Г теперь хочет ехать на работу. Включается датчик двигателя. Человек предпочел бы не идти прямо в гараж, но что, если это что-то срочное? В подключенном автомобиле датчик, который включал контрольную лампу двигателя, связывался с другими системами в автомобиле. Компонент, называемый диагностической шиной, собирает данные с этих датчиков и передает их на шлюз в автомобиле, который отправляет наиболее актуальную информацию на платформу производителя. Производитель может использовать данные из автомобиля, чтобы предложить встречу с целью устранения неполадок, отправить указания ближайшему дилеру и убедиться, что заказана правильная запасная часть, которая будет готова к моменту обращения нашего господина Г. [3].

3 БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ И IoT

Согласно обычной терминологии, большие данные означают большие, более сложные наборы данных, зачастую полученные из новых источников данных. Эти наборы данных настолько обширны, что традиционное программное обеспечение для обработки данных просто не может ими управлять. Но эти огромные объемы данных могут быть использованы для решения проблем бизнеса, которые раньше не удавалось решить.

Большие данные могут помочь в решении целого ряда бизнес-задач, от опыта клиентов до аналитики. К ним можно отнести [9]:

- *Разработка продукта.* Компании могут использовать большие данные для прогнозирования покупательского спроса. Они создают прогностические модели для новых продуктов и услуг, классифицируя ключевые атрибуты прошлых и текущих продуктов или услуг и моделируя взаимосвязь между этими атрибутами и коммерческим успехом предложений.

- *Прогнозирующее обслуживание.* Анализируя признаки потенциальных проблем до того, как они возникнут, организации могут развернуть техническое обслуживание с меньшими затратами и максимально увеличить время бесперебойной работы деталей и оборудования.
- *Опыт клиентов.* Большие данные позволяют собирать данные из социальных сетей, веб-посещений, списки вызовов и других источников, чтобы улучшить взаимодействие и максимально повысить ценность данных, поставлять персонализированные предложения, уменьшить отток клиентов и активно решать проблемы.
- *Мошенничество и соблюдение.* Большие данные помогают идентифицировать шаблоны в данных, которые указывают на мошенничество и собирать большие объемы информации, чтобы значительно ускорить предоставление регулирующей отчетности.
- *Машинное обучение.* Машинное обучение – наиболее актуальная тема в настоящее время. Большие данные дают возможность обучать машины, а не программировать их.
- *Операционная эффективность.* Это область, в которой большие данные оказывают наибольшее влияние. С их помощью можно анализировать и оценивать производство, результаты и отзывы клиентов, а также другие факторы для сокращения простоев и прогнозирования будущих потребностей. Большие данные также могут быть использованы для улучшения принятия решений в соответствии с текущим рыночным спросом.
- *Приводить инновации.* Большие данные могут помочь в инновациях, изучая взаимосвязи между людьми, учреждениями, организациями и процессами, а затем определяя новые способы использования этих идей. Данное направление имеет бесконечные возможности.

Тем не менее, использование больших данных не так просто. Объем доступных данных дублируется с короткими интервалами, и из этого множества трудно сделать соответствующие данные и соответствующие выводы.

Начало работы с большими данными включает три ключевых действия [9]:

1. Интеграция. Интеграция больших данных требует новых стратегий и технологий для анализа наборов терабайтов или даже петабайтов. Во время интеграции необходимо ввести данные, обработать их и убедиться, что они отформатированы и доступны в форме, с которой бизнес-аналитики могут начать работу.
2. Управление. Большие данные требуют хранения. Решение для хранения может быть облачным, локальным или и тем, и другим. Можно хранить данные в любой форме и предоставлять требуемые требования к обработке и необходимые механизмы процессов в эти наборы данных по требованию.
3. Анализ. Инвестиции в большие данные окупаются, когда кто-то анализирует эти данные и воздействует на них, получает новую ясность с помощью визуального анализа различных наборов данных, дополнительно исследует данные, чтобы сделать открытия, делится результатами с другими, строит модели данных с помощью машинного обучения и искусственного интеллекта и вводит их в работу.

Существует целый ряд пользовательских платформ больших данных (Big Data), и некоторые из наиболее популярных [10]:

- Actian Avalanche
- DataStax Constellation
- Domo IoT Cloud
- Fivetran Transformations

- Immuta Automated Data Governance Platform
- MongoDB Atlas Data Lake и т. д.

Несомненно, из-за большого разброса IoT-устройств, будет появляться множество новых выделенных платформ.

Аналитика больших данных использует различные методы, такие как: кластерный анализ, правила ассоциации, классификация, машинное обучение, нейронные сети, сетевой анализ, оптимизация, сегментный анализ, интеграция данных, генетические алгоритмы.

Hadoop и Spark - эти системы являются двумя наиболее выдающимися распределенными системами для обработки данных на современном рынке. Hadoop используется в основном для работы с диском с парадигмой MapReduce, а Spark - более гибкая, но более дорогая архитектура обработки в памяти. Оба являются проектами верхнего уровня Apache, часто используются вместе и имеют сходство, но важно понимать особенности каждого из них при принятии решения об их реализации. [11]

Производительность. Было обнаружено, что Spark работает в 100 раз быстрее в памяти и в 10 раз быстрее на диске. Он также используется для сортировки 100 ТБ данных в 3 раза быстрее, чем Hadoop MapReduce на одной десятой машин. В частности, было обнаружено, что Spark быстрее работает в приложениях машинного обучения, таких как Naive Bayes и k-means. Однако, если Spark работает на YARN с другими общими службами, производительность может снизиться и привести к утечке памяти в ОЗУ. По этой причине, если у пользователя есть пример использования пакетной обработки, Hadoop считается более эффективной системой. [11]

Расходы. И Spark, и Hadoop доступны бесплатно как проекты Apache с открытым исходным кодом, что означает, что можно запустить его с нулевыми затратами на установку. Однако важно учитывать общую стоимость владения, которая включает обслуживание, закупку оборудования и программного обеспечения, а также наем команды, которая может обслуживать администрирование кластера. Общее правило для предварительной установки заключается в том, что Hadoop требует больше памяти на диске, а Spark требует больше оперативной памяти, а это означает, что настройка кластеров Spark может быть более дорогой. Кроме того, поскольку Spark является более новой системой, эксперты в ней встречаются реже и обходятся дороже. Другой вариант - установить с использованием поставщика, такого как Cloudera для Hadoop или Spark для DataBricks, или запустить процессы EMR/MapReduce в облаке с помощью AWS. Сравнение цены затруднительно, поскольку Hadoop и Spark работают в тандеме, даже на экземплярах EMR, которые настроены для работы с установленным Spark. [11]

Отказоустойчивость и безопасность. Hadoop обладает высокой отказоустойчивостью, поскольку был разработан для репликации данных на многих узлах. Каждый файл разбивается на блоки и многократно реплицируется на многих компьютерах, обеспечивая возможность сбоя одного компьютера из других блоков в другом месте. Отказоустойчивость Spark достигается в основном за счет операций RDD. Первоначально данные в состоянии покоя хранятся в HDFS, которая отказоустойчива благодаря архитектуре Hadoop. Как строится RDD, так и происходит линия, которая помнит, как был создан набор данных, и, поскольку он неизменный, может перестроить его с нуля, если потребуется. Данные через разделы Spark также могут быть перестроены по узлам данных на основе DAG. Данные реплицируются между узлами-исполнителями и, как правило, могут быть повреждены в случае сбоя узла или связи между исполнителями и драйверами. И Spark, и Hadoop имеют доступ к поддержке аутентификации Kerberos, но Hadoop имеет более детальные элементы управления безопасностью для HDFS. Apache Sentry, система обеспечения детального доступа к

метаданным, является еще одним проектом, специально разработанным для обеспечения безопасности на уровне HDFS. Модель безопасности Spark в настоящее время скудна, но допускает аутентификацию через общий секрет.

Машинное обучение. Hadoop использует Mahout для обработки данных. Mahout включает кластеризацию, классификацию и пакетную совместную фильтрацию, которые работают поверх MapReduce. Это постепенно прекращается в пользу Samsara, поддерживаемого Scala языка DSL, который позволяет выполнять операции в памяти и алгебраические операции и позволяет пользователям писать свои собственные алгоритмы. Spark имеет библиотеку машинного обучения MLlib, предназначенную для использования в итеративных программах машинного обучения в оперативной памяти. Доступно на Java, Scala, Python или R, включает классификацию и регрессию, а также возможность создавать конвейеры машинного обучения с настройкой гиперпараметров.

4 ВЫВОДЫ

Мы наблюдаем большие миграционные потоки, как между странами и континентами, так и внутри отдельных стран. Увеличившийся приток населения в большие города уже виден, и последствия этого притока вызывают необходимость изменения организации жизни и работы в городах. Новый образ жизни и работы людей требует использования новых технологий и новых способов управления. Новые технологии, в первую очередь Интернет вещей, становятся в будущем основным средством управления умными городами и транспортом, а также предпосылкой для существования и устойчивого развития городов. Учитывая доступные возможности Интернета вещей, можно сказать, что широта применения приложений IoT будет зависеть только от воображения людей, и что ограничений практически не будет, кроме, возможно, нынешних ограничений технических возможностей. Интернет вещей ежедневно пополняется новыми серводатчиками и устройствами управления. Их правильное функционирование связано со сбором и обработкой огромного количества данных, которые невозможно обработать классическими методами. Для этой цели было создано множество платформ. В статье сравниваются две наиболее важные из них, Hadoop и Spark. Spark показывает значительно более высокую производительность в определенных условиях. Обе платформы бесплатны, но необходимо учитывать расходы на обслуживание. Hadoop имеет преимущество с точки зрения отказоустойчивости и безопасности. Также они различаются принципами, на которых основано машинное обучение. Использование данных платформ в более длительном временном промежутке позволит выявить их конкурентные преимущества и определить наиболее привлекательную для пользователей.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- [1] UN, «68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN,» 16 05 2018. [В Интернете]. Available: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>.
- [2] T. Maddox, „Smart cities: A cheat sheet,“ 16 07 2018. [На mreži]. Available: <https://www.techrepublic.com/article/smart-cities-the-smart-persons-guide/>.
- [3] J. Clark, «What is the Internet of Things?,» 17 11 2016. [В Интернете]. Available: <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/what-is-the-iot/>.
- [4] Z. Čekerevac, Z. Dvorak, L. Prigoda и P. Čekerevac, «Čovek-u-sredini napadi i Internet stvari,» *FBIM Transactions*, т. 5, № 2, pp. 18-28, 2017.

- [5] I. Wigmore, «Internet of Things (IoT),» July 2016. [В Интернете]. Available: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>.
- [6] Z. Cekerevac, L. Prigoda and J. Maletic, "Blockchain Technology and Industrial Internet of Things in the Supply Chains," *MEST Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 39-47, 15 July 2018.
- [7] B. Radenković, M. Despotović-Zrakić, Z. Bogdanović, D. Barać, A. Labus и Ž. Vojović, *Internet inteligentnih uređaja*, Beograd: FON, 2017.
- [8] W. S. Chin, H.-s. Kim, Y. J. Heo и J. W. Jang, «A Context-based Future Network Infrastructure for IoT Services,» *Procedia Computer Science*, pp. 266-270, 2015.
- [9] Oracle, «What Is Big Data?,» [В Интернете]. Available: <https://www.oracle.com/big-data/guide/what-is-big-data.html>. [Дата обращения: 23 03 2020].
- [10] R. Whiting, «The 10 Coolest Big Data Platforms And Tools Of 2019 (So Far),» 25 07 2019. [В Интернете]. Available: <https://www.crn.com/slide-shows/applications-os/the-10-coolest-big-data-platforms-and-tools-of-2019-so-far-1>.
- [11] A. Kalron, «How do Hadoop and Spark Stack Up?,» 16 01 2020. [В Интернете]. Available: <https://logz.io/blog/hadoop-vs-spark/>.

Заметка

Настоящая статья основана на части неопубликованной ранее монографии «Умные города», одним из соавторов которой является Зоран Чекеревац, и которая находится в стадии подготовки к печати в РГТУ Филиал в г. Домодедово

IoT AND BIG DATA AS BASIC TECHNOLOGIES IN THE REALIZATION OF THE CONCEPT OF SMART CITIES

Zoran Čekerevac¹, Lyudmila Prigoda², Milanka Bogavac¹

zoran@cekerevac.eu

¹*Faculty of Business and Law of the “Union – Nikola Tesla” University
Knez Mihailova 33, 11000 Belgrade*

SERBIA

²*Maikop State Technological University*

Ulitsa Pervomayskaya, 191, 385000 Maykop, Adygea Republic

RUSSIA

Key words: *smart cities, internet of things, IoT, big data*

Abstract: *Smart cities have become a necessity to make life in big cities sustainable. The number of inhabitants in cities is growing as a result of increased migrations. People move in search of work, better living conditions, and, above all, in connection with the change in the structure of existing jobs caused by modern technologies. The number of jobs in agriculture is constantly decreasing, while in industry and services it is growing. The flourishing of the information technology and communications sector has created new opportunities for monitoring the situation and processes in all areas of life and work, which has created the conditions for more accurate control of these processes, from production to transport and the environment. The undoubted support for these changes is provided by the Internet, which is becoming the Internet of everything. This article analyzes the impact of the Internet of Things and the associated challenges of being able to process the vast amount of collected data. The Internet of Things allows an unthinkable number of devices to be connected to the network. These devices collect data and/or use it for their work, so a huge amount of data is generated that cannot be processed using classical methods. New methods of processing them and receiving output are needed, so appropriate platforms have been created for this. This article compares the Hadoop and Spark platforms. The article ends with conclusions based on the analysis presented.*