

Анализ трендов научных исследований по теме умной мобильности

В.Н. Трегубов

Аннотация— В статье на основе библиометрического анализа статей, опубликованных в журналах входящих в базы данных Web of Science и Scopus определены перспективные направления исследований, по темам, связанным с городской умной мобильностью. Период исследования был установлен с 2012 до 2019 года. Автором была применена базовая техника библиометрического анализа с использованием программного обеспечения VOSviewer на основе публикаций, полученных из базы Dimensions. В ходе исследования было выполнено: отбор наиболее влиятельных публикаций по количеству цитирований, анализ публикационной активности по странам, анализ использования ключевых слов и терминов, построение библиографической карты трендов исследований, построение библиографической карты кластеров приоритетных исследований. Проведенное исследование позволило выявить наиболее активно развивающиеся темы, связанные с умной городской мобильностью. Результатом исследований является карта, отражающая существующие отношения между ключевыми словами самых цитируемых публикаций в области умной городской мобильности. В целом библиометрический анализ является одним из эффективных методов, позволяющих получить представление о проблемах, стоящих перед исследователями и выделить ключевые направления развития научных исследований. Результаты исследования могут быть использованы городскими властями, транспортным бизнесом и учеными для определения тенденций в области умной мобильности и принятия перспективных решений в городском планировании.

Ключевые слова — умная городская мобильность, библиографический анализ, тренды научных исследований, мобильность как услуга

1. ВВЕДЕНИЕ

Понятие умный город, представляет собой одну из наиболее обсуждаемых и актуальных концепции развития городской среды среди ученых и представителей муниципальной власти во всем мире [1]. Это многомерное понятие в своей основе базируется на технологиях, связанных с развитием ключевых компонент города: транспорта, окружающей среды, системы управления городским хозяйством. Все эти компоненты тесно связаны друг с другом и их совершенствование через использование умных технологий должно содействовать повышению качества жизни горожан. Одной из актуальных тем исследований в рамках реализации концепции умного города является разработка новых технологии

обеспечения городской мобильности. Интерес к этой теме обусловлен необходимостью решения ряда сложных проблем в существующих системах городского транспорта, к числу которых часто относят: избыточное воздействие транспорта на окружающую среду, большие временные издержки простоя в транспортных заторах, избыточное использование личных транспортных средств, перегруженность городской инфраструктуры. Внедрение умных технологий на транспорте, по мнению исследователей, позволит решить эти проблемы, повысить качество городского транспорта и расширить его доступность.

Индустриальная революция, следствием которой являются высокие темпы урбанизации, несет в себе, как несомненные преимущества для жителей городов (повышение благосостояния среднего горожанина, улучшение комфорта жизни), так и негативные моменты (сложность совместного проживания большого количества людей на ограниченной территории, большие расстояния ежедневного перемещения работа-дом) [2]. Высокое благосостояние жителей позволяет иметь в собственности один или даже несколько автомобилей на семью, которые активно используются для внутригородских поездок. Это ведет к тому, что в городах существенно растет объем автомобильного трафика и усиливаются негативные последствия от его использования: количество транспортных заторов, загрязнение воздуха, шумовое загрязнение. Также проблемы связаны с отсутствием необходимого места для парковки автомобилей, слабым развитием дорожной инфраструктуры. В результате в городе увеличивается количество аварийных ситуаций, растут транспортные расходы жителей, ухудшается экология, что негативно сказывается на качестве жизни [3]. Умные транспортные технологии направлены на формирование транспортных систем, которые позволят минимизировать негативные последствия от урбанизации и интенсивного расширения городов [2].

Формирование умной городской транспортной системы является одной из составляющих концепции создания умных городов, которая включает в себя шесть базовых компонент характеризующих ключевые аспекты городского развития: «умное правительство», «умная транспортная система», «умная среда», «умная экономика», «умная окружение» и «умные люди» в совокупности эти компоненты образуют «умный город» [4]. В рамках современных представлений умный город рассматривается как среда с развитой инфраструктурой, наполненная интеллектуальными элементами, которые совместно с транспортными средствами объединены в единую сеть с большим количеством специализированных датчиков,

что позволяет сформировать единое информационное пространство города [5].

Теоретики урбанисты [6] определяют «умный город» как «экосистему, которая развивается за счет эффективного использования информационных и логистических технологий, функционирование которой направлено на повышение качества жизни граждан посредством объединения друг с другом различных систем и услуг». В прикладной литературе [4] умный город рассматривается как высокоэффективный город, в котором ключевые компоненты: экономика, жители, транспорт, окружающая среда находятся в эффективном балансе и формируются на разумном сочетании использования финансовых средств через систему эффективного самоуправления. Концепция "умного города" также часть используется, чтобы описывать перспективные направления использования инновационных технологий в повседневной городской жизни, в частности, за этим термином часто скрывается использование инновационных транспортных технологии [7].

Исследования, проводимые в последние годы, подтверждают тезис о том, что интеллектуализация транспортной системы города должна в первую очередь обеспечиваться через умную городскую мобильность [8]. В общем виде интеллектуальная транспортная система представляет собой усовершенствованную модель транспортной системы, которая использует информационные технологии для обеспечения безопасности дорожного движения, уменьшения заторов, снижения загрязнения окружающей среды, повышения энергоэффективности транспорта и развития связанных с транспортом сфер городской жизни.

Умная мобильность направлена на развитие городских логистических технологий, развитие интеллектуальных систем, внедрение специализированных информационных баз данных, анализ информации в реальном времени, оптимизацию городского движения, обработку больших данных и т.д. Государственные и частные системы формируют единую систему оказания транспортных услуг, что является жизненно важным для города и его жителей [9]. Современная система управления городским транспортом должна содействовать городской власти в совершенствовании управления городским

траффиком, делать транспорт более удобным в использовании, надежным, максимизировать его загруженность при обеспечении высокого качества транспортной услуги. Интеллектуализация транспортной системы должна содействовать уменьшению дорожных заторов, увеличивать безопасность движения, а также способствовать максимальной синхронизации городского трафика. Анализ информация о движения городского общественного транспорта в реальном времени способствует повышению эффективности управления городским транспортом и дает возможность для горожан получить доступ к информации о текущем состоянии транспорта через личный смартфон.

Важной причиной необходимости обеспечения эффективности работы транспорта является потребность в снижения загрязнения воздушной среды от транспортных средств. В настоящее время в городах транспорт является основным источником загрязнений, более четверти всех выбросов CO₂ приходится на транспорт, а на городской автомобильного транспорта приходится около 65% от этого объёма [10]. В 2016 году Европейское агентство по окружающей среде признало транспорт главным источником вредного воздействия на окружающую среду.

II. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель нашего исследования состоит в том, чтобы выявить тренды исследований в современной научной литературе, по теме умной мобильности. Исследование выполнено на основе библиометрического анализа статей (рис. 1), опубликованных в журналах, которые были проиндексированы в базах данных Web of Science и Scopus с 2012 до 2019 года. Для исследования был использован метод библиометрического анализа научной литературы с использованием программы VOS viewer [11], источником статей служить база публикаций <https://app.dimensions.ai/discover/publication>.

В ходе анализа было рассмотрено 929 статей, опубликованы в журналах проиндексированных в базах данных Web of Science и Scopus с 2012 по 2019 годы. Были исследованы следующие параметры этого массива публикаций: количество публикаций за анализируемый пе-



риод по странам и журналам, анализ цитирований, анализ используемых ключевые слов, выделены кластеры связанных публикаций.

Методика исследования включает в себя следующие этапы:

- выбор научных статей за период с 2012 по 2019 год из базы данных Web of Science и Scopus и использующих в заголовке, аннотации или ключевых словах термины «urban smart mobility» (городская умная мобильность);
- отбор наиболее влиятельных публикаций по количеству цитирований;
- анализ совпадений установленных авторами ключевых слов по библиографическим базам данных Web of Science и Scopus;
- построение библиографической карты трендов исследований, которая в графическом виде отображает силу связи между ключевыми словами.
- построение библиографической карты кластеров приоритетных исследований.

Кратко рассмотрим последовательность проведения библиометрического анализа, более подробное описание его проведе

На первом этапе анализа осуществляется предварительная группировка полученной из базы данных информации, а также выполняется преобразование информации к единому формату, что позволяет повысить качество библиометрических данных. Предварительная обработка позволяет устранить неточности и исправить ошибки в данных. На втором этапе данные преобразуются в семантическую сеть связей между публикациями. Семантическая сеть дает возможность выявить связи между публикациями, что позволяет сформировать единое поле публикаций. Полученная семантическая сеть нормализуется, чтобы количественно оценить сходство между элементами, которые в неё входят. На следующем этапе анализа данные обрабатываются с использованием специального программного обеспечения, которое позволяет выполнить визуализацию семантической сети. На заключительном этапе проводится экспертная оценка результатов анализа, что позволяет определить наиболее важные тренды и факторы научно-технологического развития в выбранной области исследования.

Наше исследование фокусируется на научных статьях по теме умной городской логистики, умной городской мобильности и умным транспортным системам. Данные темы являются актуальными в настоящее время и показывают с динамику существенного роста последние пять лет. Ключевым результатом является карта распределения научных сфер, с указанием существующих отношений между исследуемыми терминами, ключевыми словами, актуальными научными. Подобные исследования уже проводились учеными из других стран [11], [14], [15], однако данная тема является очень динамичной, и за несколько лет происходят существенные изменения, кроме того, мы сделали упор на наиболее значимые публикации с большим количеством цитирований.

На рисунке 2 представлена общая динамика количества публикаций. Можно указать тренда резкого увеличения количества публикаций по теме умной

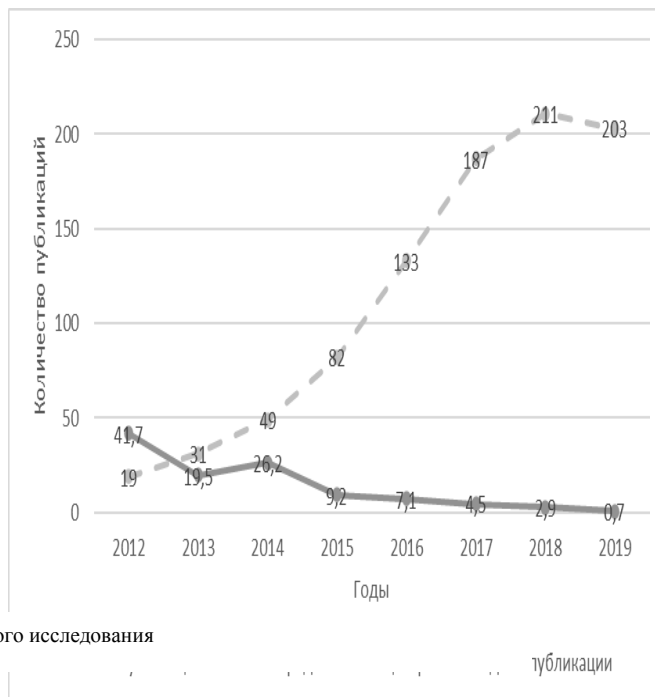


Рис. 2. Динамика публикаций и цитирований

мобильности, так с 2012 по 2019 среднее количество публикаций за год увеличилось в 10 раз. Ранние работы (2012 – 2014 годы) активно цитируются, в среднем каждая работа тех лет имеет более 30 цитирований, что можно объяснить их малочисленностью

В таблице 1 приведены наиболее значимые публикации по показателю их цитирования. Две работы с наибольшим индексом цитирования имеют почти по 600 ссылок в последующих исследованиях. Работы носят общий исследовательский характер и в них формулируются базовые вопросы и концепции умной мобильности.

На рисунке 3 приведена карта связей между публикациями по странам, а на рисунке 4 диаграмма количества публикаций по странам. Аномально большое количество публикаций (133) приходится на Италию. Это можно объяснить тем, что там в 2013 году были приняты ряд государственных программ по развитию умного транспорта, а для ученых были созданы хорошие условия, обеспечена финансовая поддержка через предоставление научных грантов. Страны США, Великобритания, Испания, Китай, Германия в которых количество публикаций от 35 до 61 можно отнести к второй группе. Они традиционно относятся к высокоразвитым странам, в которых активно используются информационные технологии, что объясняет наличие интереса к умным городским технологиям. В Китае интерес к темам умной городской мобильности показывает резкий последние три года, там проводятся крупные международные конференции, ведется активная поддержка исследовательских коллективов. Страны Сингапур, Япония, Португалия, Греция можно условно отнести к третьей группе, диаграмма кластеров показывает, что исследования в

Название публикации	Перевод названия	Год публикации	Страна авторов	Число цитирований
Current trends in Smart City initiatives: some stylized facts [6]	Текущие тенденции в инициативах Smart City: некоторые факты	2014	Italy	600
Smart cities of the future [1]	Умные города будущего	2012	United Kingdom; Italy; Italy; Canada; Israel	583
A Smart City Initiative: the Case of Barcelona [16]	Инициатива «Умный город»: Барселона	2013	Spain	276
A Spatial Temporal model for grid impact analysis of plug-in electric vehicles [17]	Пространственно-временная модель анализа взаимодействия сети электромобилей	2014	United Kingdom, China	121
Spatiotemporal Patterns of Urban Human Mobility [18]	Пространственно-временные паттерны городского мобильности	2013	United States	100
IBM's smart city as techno-utopian policy mobility [19]	Умный город IBM как техно-утопическая политика мобильности	2015	United States	65
Challenges in Energy Systems for the Smart-Cities of the Future [20]	Проблемы в энергетических системах для умных -городов будущего	2012	Italy	64
Smart Mobility in Smart City [21]	Умная мобильность в умных городах	2016	Italy	61
Exploring human mobility with multi-source data at extremely large metropolitan scales [22]	Изучение мобильности людей в крупных городах на основе данных из различных источников	2014	United States; China	57
Variability in Regularity: Mining Temporal Mobility Patterns in London, Singapore and Beijing Using Smart-Card Data [23]	Гибкая регуляция: исследование паттернов мобильности в Лондоне, Сингапуре и Пекине на основе данных смарт-карт	2016	United Kingdom; China; Switzerland	56

этих странах ориентированы на лидеров и тесно с ними связаны. В целом почти 70 стран проводят исследования по темам, связанным с умной мобильностью.

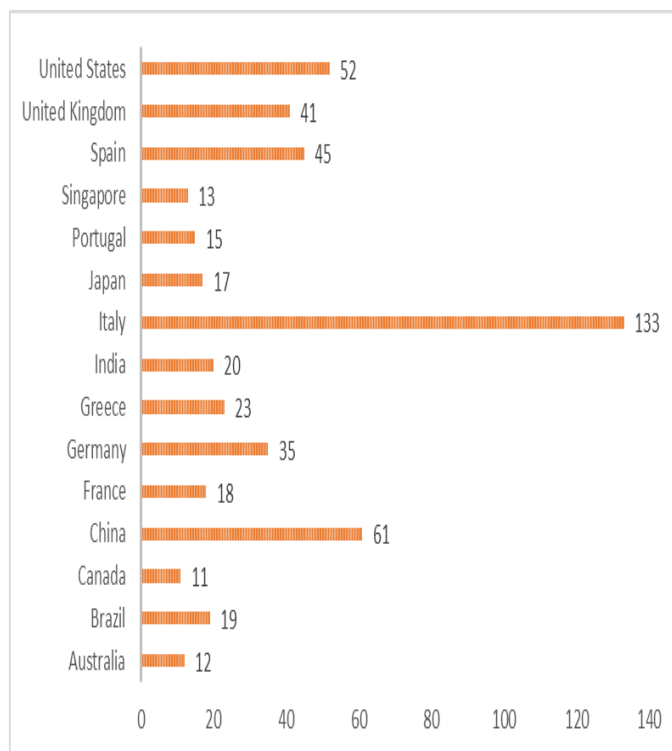


Рис. 3. Страны с наибольшим количеством публикаций

С Россией из нашего перечня исследований аффилировано только 7 статей, они посвящены описанию механизмов умной мобильности в Москве и Санкт-Петербурге, формированию устойчивых транспортных систем [24]–[26]. Конечно, это далеко не весь объем исследований по данной теме, традиционно в России имеется большой пласт качественных русскоязычных публикаций, которые не индексируются в базах Scopus и Web of Science. Значительный вклад в исследования вносит российский журнал «International Journal of Open Information Technologies», инициатива редакции этого журнала изложенная в [27], позволила за три года существенно расширить поле исследований по теме умных городов, в том числе и на русском языке [28]–[31].

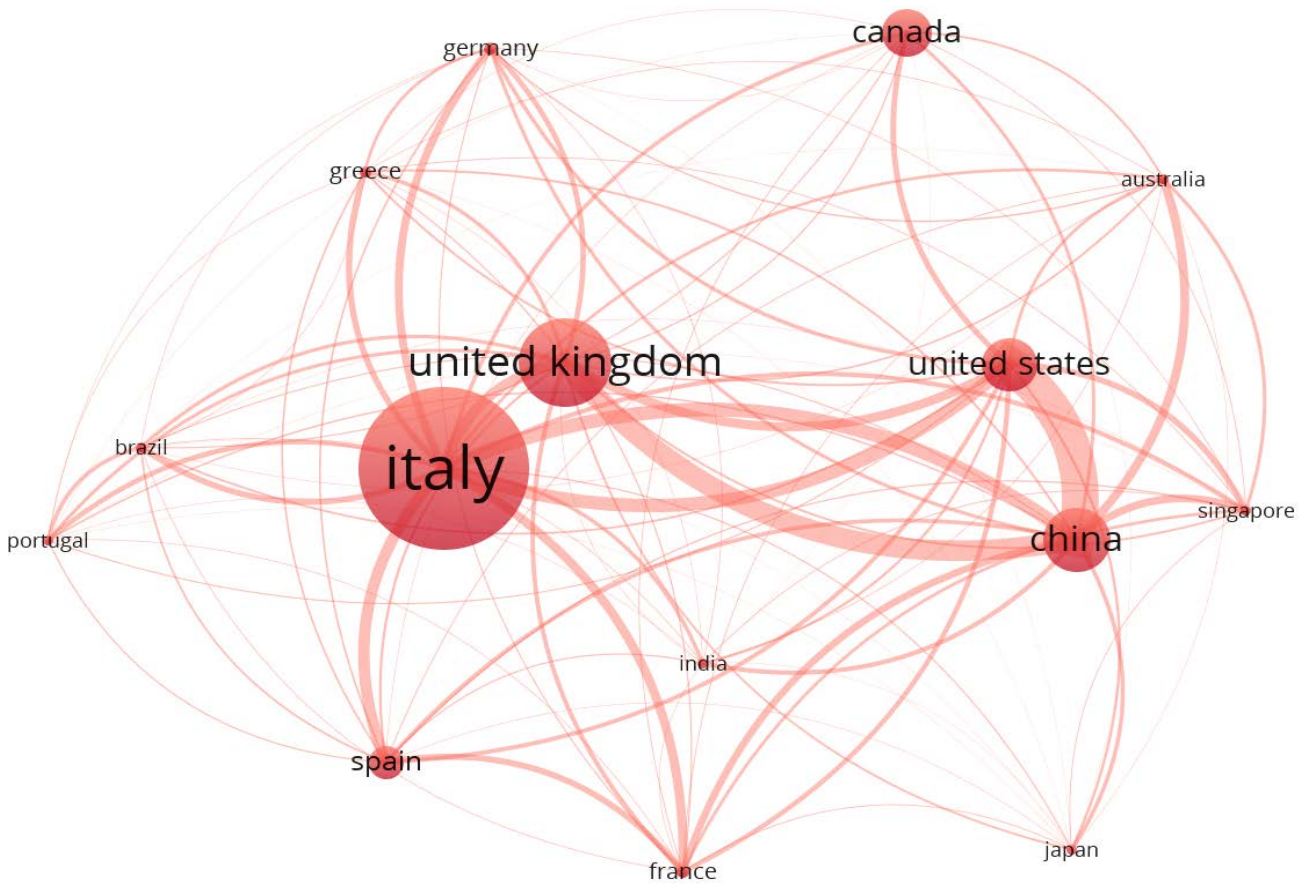


Рис. 4. Карта публикаций для стран с наиболее активными исследователями

Затем была построена карта связей (рис. 5), которая отображает существующие связи между ключевыми словами и терминами, используемыми в публикациях. В центральной части карты отображены термины, которые наиболее часто встречаются в публикациях по выбранным темам.

Полученная диаграмма позволяет выявить тенденции в распределении частоты использования ключевых слов и терминов, так как размер шрифта, которым отображается на карте термин пропорционален частоте его встречаемости в публикациях.

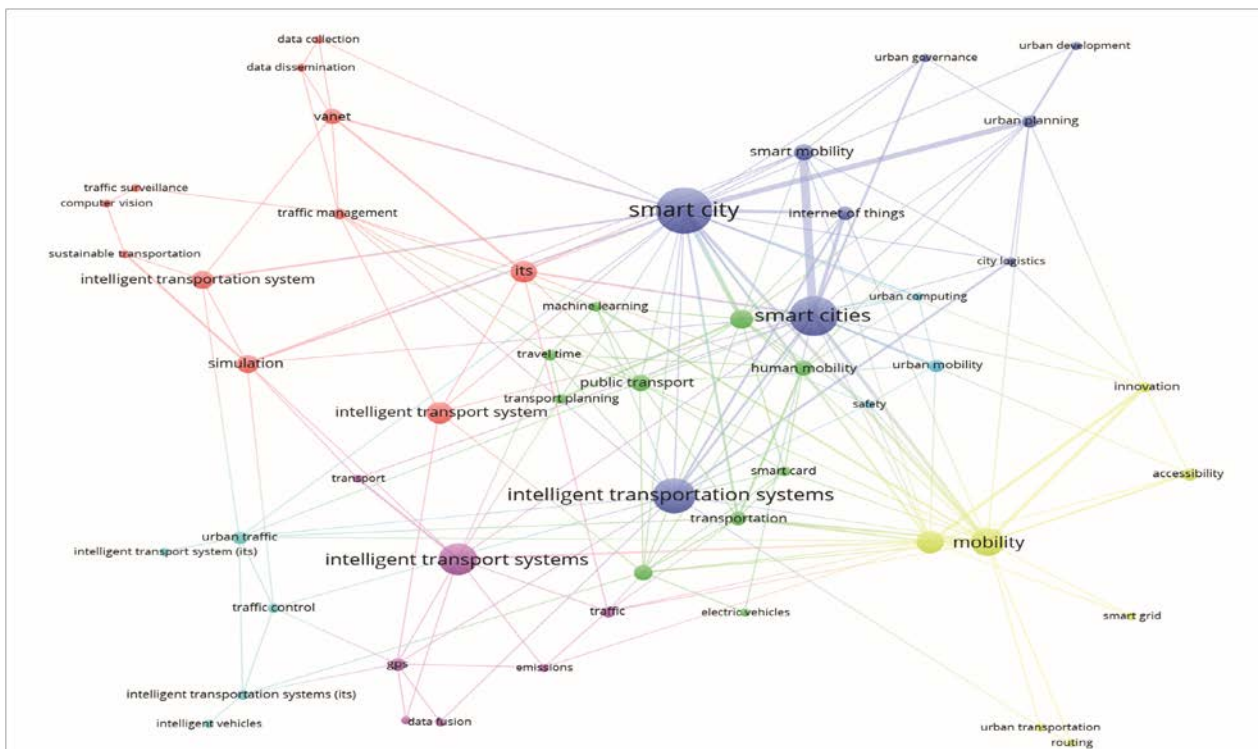


Рис. 5. Библиографическая карта ключевых слов

Результирующая сеть обладает высокой плотностью, что выражается многочисленностью связей между терминами и свидетельствует об их высокой сочетаемости и встречаемости в различных исследованиях. Наибольший вес имеют термины «smart city» (умный город), «intelligent transport system» (интеллектуальная транспортная система, «smart mobility» (умная мобильность). Программное обеспечение VOSviewer позволило определить, как часто каждый термин входит в результирующую сеть, а также как часто элементы упоминаются совместно.

С помощью программы также была выполнена кластеризация анализируемого набора публикаций, в результате которой они были распределены в отдельные группы тематически связанных друг с другом исследований (рис. 6). На результирующей карте группы отмечены различными цветами. В результате анализа было выделено 6 кластеров, а всего в анализе было учтено 49 публикаций, каждая из которых имеет не менее 30 цитирований.

рассматривается как область, в которой анализируются концептуальные проблемы связанные с формированием инфраструктуры умного города и оптимизацией транспортных потоков в нем. Следует отметить, что хотя проблемы обеспечения эффективности функционирования городского транспорта являются характерными для большинства городов, но отсутствует единое универсальное планировочное решение для всех городов. Специфика города должна обязательно учитываться в процессе выработки прикладных транспортных планов для этого города.

Во второй кластер вошли публикации по теме умного городского общественного транспорта, в них рассматриваются тенденции применения современных компьютерных технологии для решения специфических проблемам возникающих в системах городских общественных перевозок [4], [33].

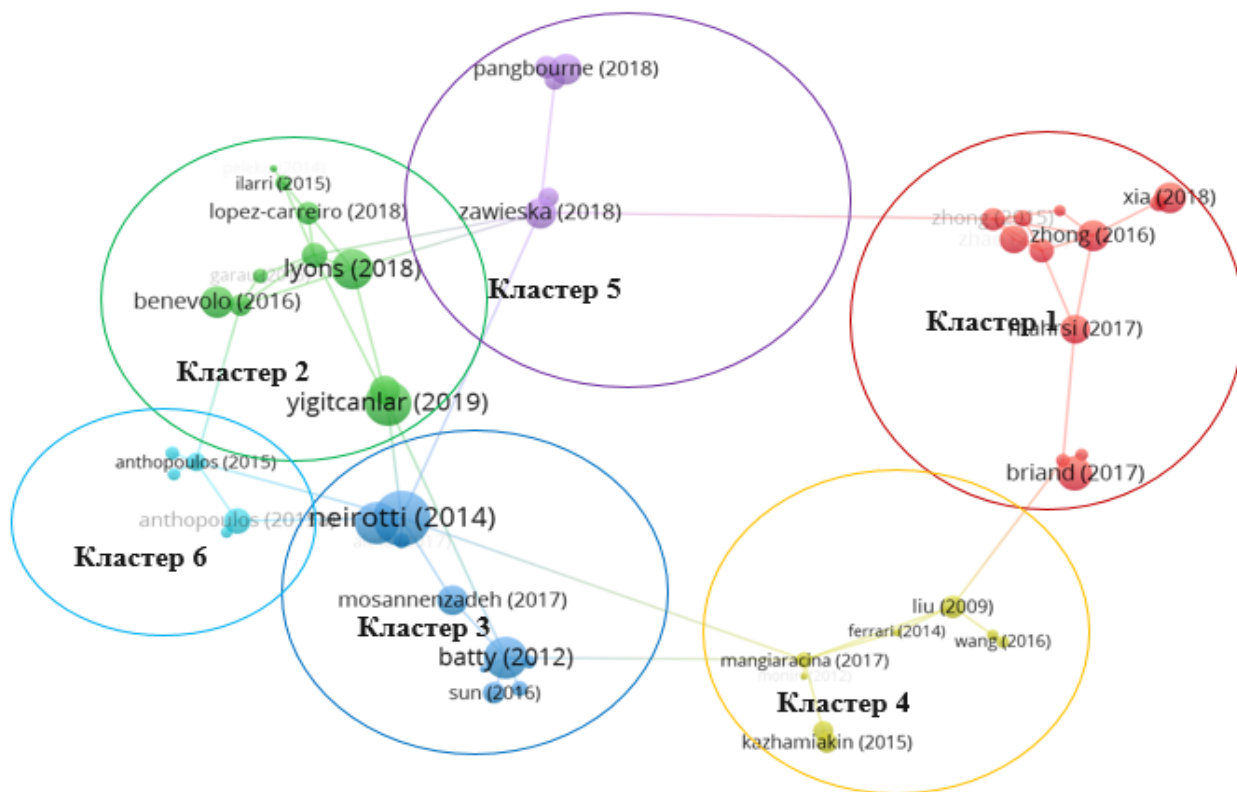


Рис. 6. Библиографическая карта кластеров публикаций

Первый кластер составляют публикации по теме «умные методы городского транспортного планирования» [18], [32]. В этот кластер вошли публикации, относящиеся к темам организации умного городского транспорта и транспортного планирования, в которых описываются современные технологии умного города. Городское транспортное планирование является ключевой частью концепции умного города, в исследованиях оно

В формирование эффективной системы городского транспорта администрации крупных городов инвестируют существенные средства, в том числе и в развитие информационной инфраструктуры, расширяют использование различных интеллектуальных сенсоров, внедряют механизмы геймификации для развития эффективных практик использования транспортных средств. Большое развитие получают технологии краудсорсинга

и краудшаринга информации для обработки и анализа больших данных. Также в ряде публикаций [34] рассматриваются механизмы машинного обучения, обработки больших данных, внедрения смарт-карт в городскую практику. Описанные технологии расширяют возможности доступа к использованию различных видов транспорта по единой карте, обеспечивает интеграцию и синхронизацию расписаний, позволяют использовать интеллектуальные парковочные системы, интеллектуальные системы управления дорожным движением и т. д.

В третий кластер входят публикации, относящиеся к теме перспективных инноваций на городском транспорте [1], [6]. Это тема достаточно глубоко исследуется в последнее десятилетие так как синергия информационных и транспортных технологий ведет к возникновению инновационных транспортных решений, которые кардинально изменили традиционные технологии городские мобильности. В частности, изменения затронули систему городского такси, возникли новые способы аренды автомобилей. Также в городе сформировались новые рынки услуг, которых раньше вообще не существовало, в частности появился рынок аренды велосипедов и электросамокатов. В публикациях из этого кластера описываются различные инновационные решения по внедрению интеллектуальных систем в городскую транспортную систему. Развитие транспортных инноваций имеет первостепенное значение для многих компаний, считается, что инновационные разработки на транспорте является хорошим объектом финансовых инвестиций [35]. Например, в Европейском союзе с 2012 года развивается Европейское инновационное партнерство в сфере интеллектуальных транспортных систем для городов. Цель этого партнерства состоит в интеграции всех существующих локальных инициатив с сфере интеллектуальной мобильности. Такая интеграция способствует привлечению консолидированных ресурсов муниципальной или региональной власти, вовлечению представителей бизнеса и местных общественных организаций. Это позволяет облегчить обмен информацией в сфере разработки инновационных решений для умных городов.

Четвертый кластер объединяет публикации по теме использование интеллектуальных транспортных систем, в который входят исследования, посвященные анализу интеллектуальных технологий, используемых для совершенствования городского транспорта, синхронизации взаимодействия транспортных маршрутов и видов транспорта, организации движения транспорта обеспечивающее снижение городских заторов [36], [37]. Современные технологии обеспечивают создание специализированных интеллектуальных приложений, позволяющих централизованно управлять дорожным движением, чтобы уменьшить загрязнение воздуха, снизить городской трафик, обеспечить точную навигацию транспорта в режиме реального времени, в целом это позволяет сформировать городскую систему работающую на принципах мобильность как услуга [38], Это специализированная информационная система по предоставлению мобильных информационных услуг для планирования поездок, прогнозирования времени поездки, онлайн-бронирования и оплаты услуг.

В пятый кластер вошли публикации по теме «интеллектуальных решений для автономной мобильности» [39], [40]. Эта тема перспективных исследований на городском транспорте слабо связаны с другими темами, соотносится с редко встречающимися ключевыми словами [41]. Использование автономных транспортных средств будет выгодно ключевым участникам дорожного движения: пешеходам, велосипедистов, общественному транспорту. По оценкам исследователей [41], в будущем значительное количество исследований будет направлено на создание автономных интеллектуальных транспортных систем, разработку распределенных систем городского регулирования трафика, интеллектуальной инфраструктуры и автономных транспортных средств с интеллектуальным управлением [42]. Положительный эффект от внедрения таких решений, в частности от управления дорожным движением в реальном времени, сбора и анализа достоверной и обновляемой в реальном времени информации и предоставление ее пользователям (в том числе непредвиденных дорожных событиях) уже подтверждены и описаны в литературе (например, [43], [44]).

В шестой кластер вошли публикации, которые можно объединить единой темой моделирования систем городского транспорта и формирование стандартов их разработки [45]. Публикации этого кластера рассматривают вопросы связанные с информационной поддержкой моделирования систем городского транспорта в частности: компьютерное моделирование, компьютерное зрение, сбор информации для моделирования в реальном времени, использование результатов моделирования в процессе организации дорожного движения и дорожного надзора. Использование компьютерного моделирования для совершенствования городского транспорта является важным трендом современных научных исследований, поэтому в публикациях описываются различные алгоритмы машинного обучения с помощью которых создаются эффективные модели автономного движения транспортных средств, выполняется разработка оптимальных городских маршрутов и исследуются новые технологии внутригородских перемещений [46]. Важной частью этого кластера публикации являются исследования по темам, связанным с разработкой и использованием алгоритмов машинного обучения, искусственного интеллекта, нейронных сетей, а также систем компьютерного зрения. В будущем практическое использование этих технологии позволят обрабатывать информацию, собранную в городской среде с помощью видекамер и, тем самым, решить задачу управления городским движением в реальном времени.

III. ВЫВОДЫ

Обобщая полученные результаты, с научной точки зрения, наш анализ позволяет сделать следующие выводы.

Умную городскую мобильность следует рассматривать как быстро развивающуюся область научных исследований, направленную на решение проблем городского транспорта. В период с 2012 по 2017 год наблюдается резкий рост интереса ученых к анализируемой области исследований, основной вклад вносят ис-

следования в области информационных технологий и инновационных транспортных систем. Рост отражается в увеличении количества научных работ, посвященных умной городской мобильности.

Важными тенденциями в развитии научных исследований с 2012 по 2019 в сфере городской интеллектуальной мобильности и интеллектуальных транспортных систем являются темы которые направлены на развитие технологий умного города, обеспечения транспортной устойчивости, формирование системы доступного городского общественного транспорта, разработку инновационных транспортных систем.

С точки зрения перспективных направлений будущих исследований в анализируемом контексте, можно выделить темы: проектирование транспортной инфраструктуры, обеспечение охраны качества воздушной среды, развитие методов машинного обучения применительно к городскому транспорту, дальнейшее распространение интеллектуальных устройств и специализированных транспортных приложений;

По результатам проведенного анализа было выделено шесть кластеров, объединяющих темы научных исследований наиболее цитируемых авторов и публикаций, которые относятся к городской умной мобильности. Эти кластеры отражают наиболее перспективные направления научных исследований, а также связи между темами. Комплексный характер темы умной мобильности позволяет сделать вывод, что перспективных направления могут находиться на пересечение двух или большего количества кластеров.

В целом библиометрический анализ является одним из удобных методов, позволяющих получить широкое представление о проблемах, стоящих перед исследователями, а также ознакомиться с направлениями развития научного вопроса. Результаты нашего исследования могут быть использованы городскими властями, транспортным бизнесом и научными исследователями для определения тенденций в области умной мобильности и выбора перспективных решений по городскому планированию.

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] M. Batty *и др.*, «Smart cities of the future», *Eur. Phys. J. Spec. Top.*, т. 214, вып. 1, сс. 481–518, ноя. 2012.
 [2] B. Volker, D. Léan, M. Webb, и C. Aoun, *URBAN MOBILITY IN THE SMART CITY AGE*. 2013.
 [3] B. Welle, A. B. Sharpin, C. Adiazola, и A. Bhatt, «Sustainable and Safe: A Vision and Guidance for Zero Road Deaths.», USA, 2018.
 [4] C. Benevolo, R. P. Dameri, и B. D’Auria, «Smart Mobility in Smart City», в *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, Springer International Publishing, 2016, сс. 13–28.
 [5] W. S. Yue, K. K. Chye, и C. W. Hoy, «Towards smart mobility in urban spaces: Bus tracking and information application», в *AIP Conference Proceedings*, 2017, т. 18, с. 10.
 [6] P. Neirrotti, A. De Marco, A. C. Cagliano, G. Mangano, и F. Scorrano, «Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts», *Cities*, т. 38, сс. 25–36,

июн. 2014.

[7] R. ; Giffinger, C. ; Fertner, H. ; Kramar, R. ; Kalasek, N. ; Pichler-Milanovic, и Meijers, «Smart Cities-Ranking of European medium-sized cities». [Онлайн]. Доступно на: http://curis.ku.dk/ws/files/37640170/smart_cities_final_report.pdf. [Просмотрено: 16-окт-2018].
 [8] R. Battarra, F. Zucaro, и M. R. Tremiterra, «Smart mobility: An evaluation method to audit Italian cities», в *2017 5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS)*, 2017, сс. 421–426.
 [9] A. Czech, A. Biezdudnaja, J. Lewczuk, и W. Razumowskij, «Quantitative assessment of urban transport development – a spatial approach», *Eng. Manag. Prod. Serv.*, т. 10, вып. 1, сс. 32–44, 2018.
 [10] T. Yıldız и Z. Aykanat, «Clustering and Innovation Concepts and Innovative Clusters: An Application on Technoparks in Turkey», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, т. 195, сс. 1196–1205, 2015.
 [11] S. Hajduk, «Bibliometric Analysis of Publications on City Logistics in International Scientific Literature», *Procedia Eng.*, т. 182, сс. 282–290, 2017.
 [12] M. Akoev, «Mapping Science and Technology, Forecasting Research and Development», в *Handbook for Scientometrics: Indicators of science and technology development*, Publishing House of Ural University, 2014, сс. 164–184.
 [13] Н. С. Редькина, «Формализованные методы анализа документальных информационных потоков», *Библиосфера*, вып. 2, сс. 51–59, 2005.
 [14] Z. Liu, Y. Yin, W. Liu, и M. Dunford, «Visualizing the intellectual structure and evolution of innovation systems research: a bibliometric analysis», *Scientometrics*, т. 103, вып. 1, сс. 135–158, 2015.
 [15] E. J. Tomaszewska и A. Florea, «Urban smart mobility in the scientific literature — bibliometric analysis», *Eng. Manag. Prod. Serv.*, т. 10, вып. 2, сс. 41–56, июн. 2018.
 [16] T. Bakici, E. Almirall, и J. Wareham, «A Smart City Initiative: The Case of Barcelona», *J. Knowl. Econ.*, т. 4, вып. 2, сс. 135–148, июн. 2013.
 [17] Y. Mu, J. Wu, N. Jenkins, H. Jia, и C. Wang, «A Spatial-Temporal model for grid impact analysis of plug-in electric vehicles», *Appl. Energy*, т. 114, сс. 456–465, фев. 2014.
 [18] S. Hasan, C. M. Schneider, S. V. Ukkusuri, и M. C. González, «Spatiotemporal Patterns of Urban Human Mobility», *J. Stat. Phys.*, т. 151, вып. 1–2, сс. 304–318, апр. 2013.
 [19] A. Wiig, «IBM’s smart city as techno-utopian policy mobility», *City*, т. 19, вып. 2–3, сс. 258–273, май 2015.
 [20] M. Brenna *и др.*, «Challenges in energy systems for the smart-cities of the future», в *2012 IEEE International Energy Conference and Exhibition, ENERGYCON 2012*, 2012, сс. 755–762.
 [21] C. Benevolo, R. P. Dameri, и B. D’Auria, «Smart mobility in smart city action taxonomy, ICT intensity and public benefits», в *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, т. 11, 2016, сс. 13–28.
 [22] D. Zhang, J. Huang, Y. Li, F. Zhang, C. Xu, и T. He, «Exploring human mobility with multi-source data at extremely large metropolitan scales», в *Proceedings of the*

Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, MOBICOM, 2014, сс. 201–212.

[23] C. Zhong и др., «Variability in regularity: Mining temporal mobility patterns in London, Singapore and Beijing using smart-card data», *PLoS One*, т. 11, вып. 2, с. e0149222, фев. 2016.

[24] I. Makarova, A. Pashkevich, K. Shubenkova, и E. Mukhametdinov, «Ways to Increase Population Mobility through the Transition to Sustainable Transport», *Procedia Eng.*, т. 187, сс. 756–762, 2017.

[25] A. Safiullin, L. Krasnyuk, и Z. Kapelyuk, «Integration of Industry 4.0 technologies for “smart cities” development», *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, т. 497, с. 012089, апр. 2019.

[26] N. Danilina и M. Slepnev, «Managing smart-city transportation planning of “Park-and-ride” system: case of Moscow metropolitan», *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, т. 365, с. 022002, июн. 2018.

[27] Д. Е. Намиот, «Умные Города 2016», *Int. J. Open Inf. Technol.*, т. 4, вып. 1, сс. 1–3, 2016.

[28] О. Н. Покусаев, В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот, В. С. Лазуткина, А. В. Зажигалкин, и П. В. Куприяновский, «Блокчейн на цифровой железной дороге Германии», *Int. J. Open Inf. Technol.*, т. 6, вып. 2, 2018.

[29] В. П. Куприяновский, С. А. Буланча, В. В. Кононов, К. Ю. Черных, Д. Е. Намиот, и А. П. Добрынин, «Умные Города Как „Столицы“ Цифровой Экономики», *Int. J. Open Inf. Technol.*, т. 4, вып. 2, сс. 41–52, 2016.

[30] Д. Е. Намиот, «О стандартах Умного Города», *Информационное общество*, вып. 2, сс. 45–52, 2017.

[31] В. П. Куприяновский, А. В. Акимов, О. Н. Покусаев, В. В. Аленков, Д. Е. Намиот, и С. А. Синягов, «Интеллектуальная мобильность и мобильность как услуга в Умных Городах», *Int. J. Open Inf. Technol.*, т. 5, вып. 12, сс. 77–121, 2017.

[32] A.-S. Briand, E. Côme, M. Trépanier, и L. Oukhellou, «Analyzing year-to-year changes in public transport passenger behaviour using smart card data», *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, т. 79, сс. 274–289, июн. 2017.

[33] G. Lyons, «Getting smart about urban mobility – Aligning the paradigms of smart and sustainable», *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, т. 115, сс. 4–14, сен. 2018.

[34] C. Dobre и F. Xhafa, «Intelligent services for Big Data science», *Futur. Gener. Comput. Syst.*, т. 37, сс. 267–281, 2014.

[35] J. E. Ejdy, J. N. Nazarko, L. N. Nazarko, и К. Н. Halicka, «Foresight application for transport sector», *Clean Mobility and Intelligent Transport Systems*. Institution of Engineering and Technology, сс. 377–400.

[36] L. Liu, A. Hou, A. Biderman, C. Ratti, и J. Chen, «Understanding individual and collective mobility patterns from smart card records: A case study in Shenzhen», в *2009 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*, 2009, сс. 1–6.

[37] R. Mangiaracina, A. Perego, G. Salvadori, и A. Tumino, «A comprehensive view of intelligent transport systems for urban smart mobility», *Int. J. Logist. Res. Appl.*, т. 20, вып. 1, сс. 39–52, янв. 2017.

[38] Y. Li и T. Voegelé, «Mobility as a Service (MaaS): Challenges of Implementation and Policy Required», *J.*

Transp. Technol., т. 07, вып. 02, сс. 95–106, 2017.

[39] J. Zawieska и J. Pieriegud, «Smart city as a tool for sustainable mobility and transport decarbonisation», *Transp. Policy*, т. 63, сс. 39–50, апр. 2018.

[40] K. Pangbourne, D. Stead, M. Mladenović, и D. Milakis, «The Case of Mobility as a Service: A Critical Reflection on Challenges for Urban Transport and Mobility Governance», в *Governance of the Smart Mobility Transition*, Emerald Publishing Limited, 2018, сс. 33–48.

[41] A. Nikitas, I. Kougiyas, E. Alyavina, и E. Njoya Tchouamou, «How Can Autonomous and Connected Vehicles, Electromobility, BRT, Hyperloop, Shared Use Mobility and Mobility-As-A-Service Shape Transport Futures for the Context of Smart Cities?», *Urban Sci.*, т. 1, вып. 4, с. 36, ноя. 2017.

[42] D. J. Fagnant и K. Kockelman, «Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations», *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, т. 77, сс. 167–181, 2015.

[43] B. Kolosz и S. Grant-Muller, «Extending cost-benefit analysis for the sustainability impact of inter-urban Intelligent Transport Systems», *Environ. Impact Assess. Rev.*, т. 50, сс. 167–177, 2015.

[44] S. Grant-Muller и M. Usher, «Intelligent Transport Systems: The propensity for environmental and economic benefits», *Technol. Forecast. Soc. Change*, т. 82, сс. 149–166, 2014.

[45] L. Anthopoulos, M. Janssen, и V. Weerakkody, «Smart Service Portfolios», в *Proceedings of the 25th International Conference Companion on World Wide Web - WWW '16 Companion*, 2016, сс. 357–362.

[46] J. S. E. E. Teo, E. Taniguchi, и A. G. Qureshi, «Multi-agent systems modelling approach to evaluate urban motorways for city logistics», *Int. J. Urban Sci.*, т. 18, вып. 2, сс. 154–165, 2014.

Analysis of current research trends in urban smart mobility

Vladimir Tregubov

Abstract - The article discusses the current research trends on basis of bibliometric analysis of articles which included in Web of Science and Scopus databases in topics connected with smart urban mobility. The research period was set from 2012 to 2019. The author applied the basic bibliometric analysis with VOSviewer software to publications obtained from the Dimensions database. The article describes a few topics: selection of the most influential publications by the number of citations, analysis of publication activity by country, analysis of keywords and terms, bibliographic map of research trends, bibliographic map of priority research clusters. The study revealed the most actively developing topics in smart urban mobility. A result of the research is the map showed existing relationship between keywords from the most cited publications in smart urban mobility. In general, bibliometric analysis is one of the most effective methods to get current science trends and to identify the key areas of science development. The results of the study can be used by city authorities, transport companies and scientists to identify trends in smart mobility and to make promising decisions in urban planning.

Keywords – smart urban mobility, bibliographic analyze, research trends, MAAS

REFERENCES

- [1] M. Batty i dr., «Smart cities of the future», Eur. Phys. J. Spec. Top., t. 214, vyp. 1, ss. 481–518, noja. 2012.
- [2] B. Volker, D. Léan, M. Webb, i C. Aoun, URBAN MOBILITY IN THE SMART CITY AGE. 2013.
- [3] B. Welle, A. B. Sharpin, C. Adriazola, i A. Bhatt, «Sustainable and Safe: A Vision and Guidance for Zero Road Deaths.», USA, 2018.
- [4] C. Benevolo, R. P. Dameri, i B. D'Auria, «Smart Mobility in Smart City», v Lecture Notes in Information Systems and Organisation, Springer International Publishing, 2016, ss. 13–28.
- [5] W. S. Yue, K. K. Chye, i C. W. Hoy, «Towards smart mobility in urban spaces: Bus tracking and information application», v AIP Conference Proceedings, 2017, t. 18, s. 10.
- [6] P. Neirotti, A. De Marco, A. C. Cagliano, G. Mangano, i F. Scorrano, «Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts», Cities, t. 38, ss. 25–36, ijun. 2014.
- [7] R. ; Giffinger, C. ; Fertner, H. ; Kramar, R. ; Kalasek, N. ; Pichler-Milanovic, i Meijers, «Smart Cities-Ranking of European medium-sized cities». [Onlajn]. Dostupno na: http://curis.ku.dk/ws/files/37640170/smart_cities_final_report.pdf. [Prosmotreno: 16-okt-2018].
- [8] R. Battarra, F. Zucaro, i M. R. Tremitera, «Smart mobility: An evaluation method to audit Italian cities», v 2017 5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), 2017, ss. 421–426.
- [9] A. Czech, A. Biezdudnaja, J. Lewczuk, i W. Razumowskij, «Quantitative assessment of urban transport development – a spatial approach», Eng. Manag. Prod. Serv., t. 10, vyp. 1, ss. 32–44, 2018.
- [10] T. Yıldız i Z. Aykanat, «Clustering and Innovation Concepts and Innovative Clusters: An Application on Technoparks in Turkey», Procedia - Soc. Behav. Sci., t. 195, ss. 1196–1205, 2015.
- [11] S. Hajduk, «Bibliometric Analysis of Publications on City Logistics in International Scientific Literature», Procedia Eng., t. 182, ss. 282–290, 2017.
- [12] M. Akoev, «Mapping Science and Technology, Forecasting Research and Development», v Handbook for Scientometrics: Indicators of science and technology development, Publishing House of Ural University, 2014, ss. 164–184.
- [13] N. S. Red'kina, «Formalizovannyye metody analiza dokumental'nyh informacionnyh potokov», Bibliosfera, vyp. 2, ss. 51–59, 2005.
- [14] Z. Liu, Y. Yin, W. Liu, i M. Dunford, «Visualizing the intellectual structure and evolution of innovation systems research: a bibliometric analysis», Scientometrics, t. 103, vyp. 1, ss. 135–158, 2015.
- [15] E. J. Tomaszewska i A. Florea, «Urban smart mobility in the scientific literature — bibliometric analysis», Eng. Manag. Prod. Serv., t. 10, vyp. 2, ss. 41–56, ijun. 2018.
- [16] T. Bakici, E. Almirall, i J. Wareham, «A Smart City Initiative: The Case of Barcelona», J. Knowl. Econ., t. 4, vyp. 2, ss. 135–148, ijun. 2013.
- [17] Y. Mu, J. Wu, N. Jenkins, H. Jia, i C. Wang, «A Spatial-Temporal model for grid impact analysis of plug-in electric vehicles», Appl. Energy, t. 114, ss. 456–465, fev. 2014.

- [18] S. Hasan, C. M. Schneider, S. V. Ukkusuri, i M. C. González, «Spatiotemporal Patterns of Urban Human Mobility», *J. Stat. Phys.*, t. 151, vpp. 1–2, ss. 304–318, apr. 2013.
- [19] A. Wiig, «IBM's smart city as techno-utopian policy mobility», *City*, t. 19, vpp. 2–3, ss. 258–273, maj 2015.
- [20] M. Brenna i dr., «Challenges in energy systems for the smart-cities of the future», v 2012 IEEE International Energy Conference and Exhibition, *ENERGYCON 2012*, 2012, ss. 755–762.
- [21] C. Benevolo, R. P. Dameri, i B. D'Auria, «Smart mobility in smart city action taxonomy, ICT intensity and public benefits», v *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, t. 11, 2016, ss. 13–28.
- [22] D. Zhang, J. Huang, Y. Li, F. Zhang, C. Xu, i T. He, «Exploring human mobility with multi-source data at extremely large metropolitan scales», v *Proceedings of the Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, MOBICOM*, 2014, ss. 201–212.
- [23] C. Zhong i dr., «Variability in regularity: Mining temporal mobility patterns in London, Singapore and Beijing using smart-card data», *PLoS One*, t. 11, vpp. 2, s. e0149222, fev. 2016.
- [24] I. Makarova, A. Pashkevich, K. Shubenkova, i E. Mukhametdinov, «Ways to Increase Population Mobility through the Transition to Sustainable Transport», *Procedia Eng.*, t. 187, ss. 756–762, 2017.
- [25] A. Safiullin, L. Krasnyuk, i Z. Kapelyuk, «Integration of Industry 4.0 technologies for “smart cities” development», *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, t. 497, s. 012089, apr. 2019.
- [26] N. Danilina i M. Slepnev, «Managing smart-city transportation planning of “Park-and-ride” system: case of Moscow metropolitan», *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, t. 365, s. 022002, ijun. 2018.
- [27] D. E. Namiot, «Umnye Goroda 2016», *Int. J. Open Inf. Technol.*, t. 4, vpp. 1, ss. 1–3, 2016.
- [28] O. N. Pokusaev, V. P. Kuprijanovskij, D. E. Namiot, V. S. Lazutkina, A. V. Zazhigalkin, i P. V. Kuprijanovskij, «Blokchejn na cifrovoj zheleznoj doroge Germanii», *Int. J. Open Inf. Technol.*, t. 6, vpp. 2, 2018.
- [29] V. P. Kuprijanovskij, S. A. Bulancha, V. V. Kononov, K. Ju. Chernyh, D. E. Namiot, i A. P. Dobrynin, «Umnye Goroda Kak „Ctolicy“ Cifrovoj Jekonomiki», *Int. J. Open Inf. Technol.*, t. 4, vpp. 2, ss. 41–52, 2016.
- [30] D. E. Namiot, «O standartah Umnogo Goroda», *Informacionnoe obshhestvo*, vpp. 2, ss. 45–52, 2017.
- [31] V. P. Kuprijanovskij, A. V. Akimov, O. N. Pokusaev, V. V. Alen'kov, D. E. Namiot, i S. A. Sinjagov, «Intellectual'naja mobil'nost' i mobil'nost' kak uslugu v Umnyh Gorodah», *Int. J. Open Inf. Technol.*, t. 5, vpp. 12, ss. 77–121, 2017.
- [32] A.-S. Briand, E. Côme, M. Trépanier, i L. Oukhellou, «Analyzing year-to-year changes in public transport passenger behaviour using smart card data», *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, t. 79, ss. 274–289, ijun. 2017.
- [33] G. Lyons, «Getting smart about urban mobility – Aligning the paradigms of smart and sustainable», *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, t. 115, ss. 4–14, sen. 2018.
- [34] C. Dobre i F. Xhafa, «Intelligent services for Big Data science», *Futur. Gener. Comput. Syst.*, t. 37, ss. 267–281, 2014.
- [35] J. E. Ejdyš, J. N. Nazarko, Ł. N. Nazarko, i K. H. Halicka, «Foresight application for transport sector», *Clean Mobility and Intelligent Transport Systems . Institution of Engineering and Technology*, ss. 377–400.
- [36] L. Liu, A. Hou, A. Biderman, C. Ratti, i J. Chen, «Understanding individual and collective mobility patterns from smart card records: A case study in Shenzhen», v 2009 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, 2009, ss. 1–6.
- [37] R. Mangiaracina, A. Perego, G. Salvadori, i A. Tumino, «A comprehensive view of intelligent transport systems for urban smart mobility», *Int. J. Logist. Res. Appl.*, t. 20, vpp. 1, ss. 39–52, janv. 2017.
- [38] Y. Li i T. Voegelé, «Mobility as a Service (MaaS): Challenges of Implementation and Policy Required», *J. Transp. Technol.*, t. 07, vpp. 02, ss. 95–106, 2017.
- [39] J. Zawieska i J. Pieriegud, «Smart city as a tool for sustainable mobility and transport decarbonisation», *Transp. Policy*, t. 63, ss. 39–50, apr. 2018.
- [40] K. Pangbourne, D. Stead, M. Mladenović, i D. Milakis, «The Case of Mobility as a Service: A Critical Reflection on Challenges for Urban Transport and Mobility Governance», v *Governance of the Smart Mobility Transition*, Emerald Publishing Limited, 2018, ss. 33–48.
- [41] A. Nikitas, I. Kougiass, E. Alyavina, i E. Njoya Tchouamou, «How Can Autonomous and Connected Vehicles, Electromobility, BRT, Hyperloop, Shared Use Mobility and Mobility-As-A-Service Shape Transport Futures for the Context of Smart Cities?», *Urban Sci.*, t. 1, vpp. 4, s. 36, noja. 2017.
- [42] D. J. Fagnant i K. Kockelman, «Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations», *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, t. 77, ss. 167–181, 2015.
- [43] B. Kolosz i S. Grant-Muller, «Extending cost–benefit analysis for the sustainability impact of inter-urban Intelligent Transport Systems», *Environ. Impact Assess. Rev.*, t. 50, ss. 167–177, 2015.
- [44] S. Grant-Muller i M. Usher, «Intelligent Transport Systems: The propensity for environmental and economic benefits», *Technol. Forecast. Soc. Change*, t. 82, ss. 149–166, 2014.
- [45] L. Anthopoulos, M. Janssen, i V. Weerakkody, «Smart Service Portfolios», v *Proceedings of the 25th International Conference Companion on World Wide Web - WWW '16 Companion*, 2016, ss. 357–362.
- [46] J. S. E. E. Teo, E. Taniguchi, i A. G. Qureshi, «Multi-agent systems modelling approach to evaluate urban motorways for city logistics», *Int. J. Urban Sci.*, t. 18, vpp. 2, ss. 154–165, 2014.