

Перспективные направления современных научных исследований в сфере умной мобильности



Треубов Владимир Николаевич – Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина, Саратов, Россия.*

Владимир ТРЕУБОВ

Современные технологии умной мобильности дают возможность решать проблемы городского транспорта, что позволяет улучшить качество городских перемещений, повысить доступность транспорта и обеспечить его эффективность. Цель исследования состоит в том, чтобы выявить ключевые тренды научных исследований по теме умной мобильности в научной литературе за последние годы. Автором с использованием программы VOS Viewer был выполнен библиометрический анализ публикаций, размещённых в базах данных Web of Science и Scopus и содержащих ключевые слова, связанные с умной городской мобильностью.

Для всего массива отобранных публикации были проанализированы: совместное цитирование, перекрёстные ссылки, совместно используемые ключевые слова, совместное авторство. В результате была построена карта связей публикаций в сфере

умной мобильности с определением существующих отношений между ключевыми словами и авторами в этой сфере. Также была построена карта кластеров, которая отображает близость публикаций друг к другу. Кластер образует группа тесно связанных по темам, авторам и ключевым словам исследований. Была проведена кластеризация публикаций и выделено шесть кластеров, каждый из которых отражает одно перспективное направление исследований в сфере умной мобильности. Полученные результаты позволяют установить перспективные направления умной мобильности путём автоматизированной обработки высококачественного массива публикаций. Результаты могут быть использованы городскими властями, транспортным бизнесом и научными исследователями для обзора и анализа перспективных технологий умной мобильности и обоснования решений в сфере городского транспортного планирования.

Ключевые слова: транспорт, умная городская мобильность, библиометрический анализ, тренды научных исследований.

*Информация об авторе:

Треубов Владимир Николаевич – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры бизнес-технологий и логистики, Саратовского государственного технического университета имени Ю. А. Гагарина, Саратов, Россия, tregubovvn@outlook.com.

Статья поступила в редакцию 29.03.2020, принята к публикации 11.06.2020.

For the English text of the article please see p. 49.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность использования технологий умной мобильности обусловлена наличием транспортных проблем в городах, к ним обычно относят: негативное воздействие транспорта на окружающую среду, транспортные заторы, избыточное использование личных транспортных средств, перегруженность городской инфраструктуры и т.д. Развитие умной мобильности даст возможность минимизировать указанные проблемы, а в перспективе позволит повысить качество городской жизни и улучшить доступность и эффективность городского транспорта.

В современных исследованиях умный город рассматривается как специфическая экосистема, которая развивается за счёт широкого использования информационных и логистических технологий, реализация которых направлена на улучшение качества жизни граждан через интеграцию различных систем и услуг. Сами термины «умный город» и «умная мобильность» в публикациях используются для описания перспективных направлений развития инновационных технологий в повседневной жизни города, в частности, развитие инноваций на городском транспорте [1].

Умная городская мобильность обеспечивается через внедрение в городе широкого спектра современных информационных технологий, создание интеллектуальных транспортных систем, применение специализированных баз данных. Интеллектуализация городской транспортной системы способствует уменьшению дорожных заторов, позволяет повысить безопасность городского движения, обеспечить максимальную синхронизацию работы городских видов транспорта. Существующие в данный момент технологии позволяют отслеживать транспорт в реальном времени, что даёт возможность повысить эффективность управления городским транспортом, а жителям – планировать свои перемещения по городу.

Цель работы состоит в том, чтобы установить существующие тренды исследований по теме умной городской мобильности в научной литературе. Для этого был выполнен библиометрический

анализ публикаций в базах данных Web of Science и Scopus за 2012–2017 годы. Для анализа был использован метод библиометрического исследования с помощью программы VOS Viewer [2]. Аннотации статей для анализа были взяты из базы публикаций <https://app.dimensions.ai/discover/publication>.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для исследования были отобраны публикации, которые используют в заголовке, аннотации или в ключевых словах понятие «городская умная мобильность» («urban smart mobility»). Среди этих публикаций по критерию количества цитирований были выбраны наиболее влиятельные. В процессе анализа были рассмотрены 929 статей. Для этого массива публикаций были проанализированы: совместное цитирование, перекрёстные ссылки, совместно используемые ключевые слова, кластеры связанных публикаций. В результате была построена карта связей публикаций в сфере умной мобильности с определением существующих отношений между используемыми терминами и ключевыми словами. Подобные исследования в смежных сферах уже проводились, однако данная область является динамичной, изменения трендов в ней происходят непрерывно [3; 4].

Библиометрический анализ публикаций проводился в следующей последовательности.

На первом этапе был выполнен отбор библиометрической информации из базы данных Dimensions и проведена предварительная группировка этой информации. Информация была приведена к единому формату, очищена от повторов и ошибок, что дало возможность повысить качество используемых данных. Затем данные были преобразованы в семантическую сеть связанных публикаций, что позволяет отразить имеющиеся информационные связи и сформировать единое поле публикаций. Построенная семантическая сеть нормализуется для того, чтобы количественно выразить сходство между входящими в неё элементами.

Вторым этапом является обработка семантической сети с использованием VOS



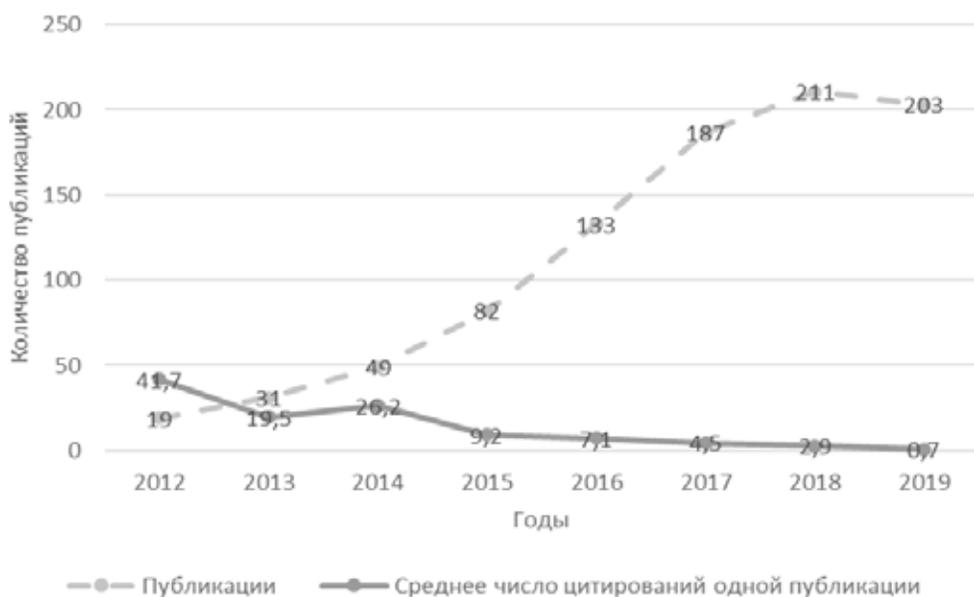


Рис. 1. Динамика публикаций и цитирований (подготовлен автором).

Viewer для графического представления результата.

На третьем, заключительном, этапе выполняется экспертная оценка результатов для того, чтобы установить тренды исследований, описать кластеры публикаций и выявить факторы научно-технического развития в выбранной области исследований [5].

На рис. 1 отражена динамика изменения количества публикаций по годам исследований. Явно выделяется тренд резкого увеличения количества публикаций по теме умной мобильности за последние годы, а работы, написанные до 2014 года, активно цитируются. В среднем каждая работа тех лет имеет более 30 цитирований.

Важным результатом исследования является карта кластеров, которая отображает связи между ключевыми словами и терминами, которые были использованы в публикациях. Кластер образует группа тематически связанных друг с другом исследований. На результирующей карте эти группы выделены различными цветами и пронумерованы. Было выявлено разбиение публикаций на шесть кластеров, для анализа было использовано 49 публикаций, каждая из которых имеет не менее 30 цитирований.

В первый кластер вошли публикации, связанные с темой умных методов городского транспортного планирования [6; 7]. Оптимизация городского транспортного планирования в настоящее время является ключевой концепцией умного города, поэтому часто рассматривается в исследованиях, связанных с развитием инфраструктуры умного города, оптимизацией транспортных потоков и т.д. Проблемы городского транспортного планирования являются характерными для многих городов, однако внутренняя специфика каждого из них приводит к тому, что отсутствует единое универсальное планировочное решение, и необходимо для каждого города разрабатывать индивидуальный транспортный план.

Второй кластер образуют публикации, связанные с темой умного городского общественного транспорта [1; 8].

Исследователи изучают тенденции развития технологий для решения проблем городских общественных перевозок. В развитии современных систем общественного транспорта городские власти инвестируют значительные средства, в том числе в создание информационной и дорожной инфраструктуры. В этой сфере активно развивается использование интеллектуальных сервисов, внедряются новые практики

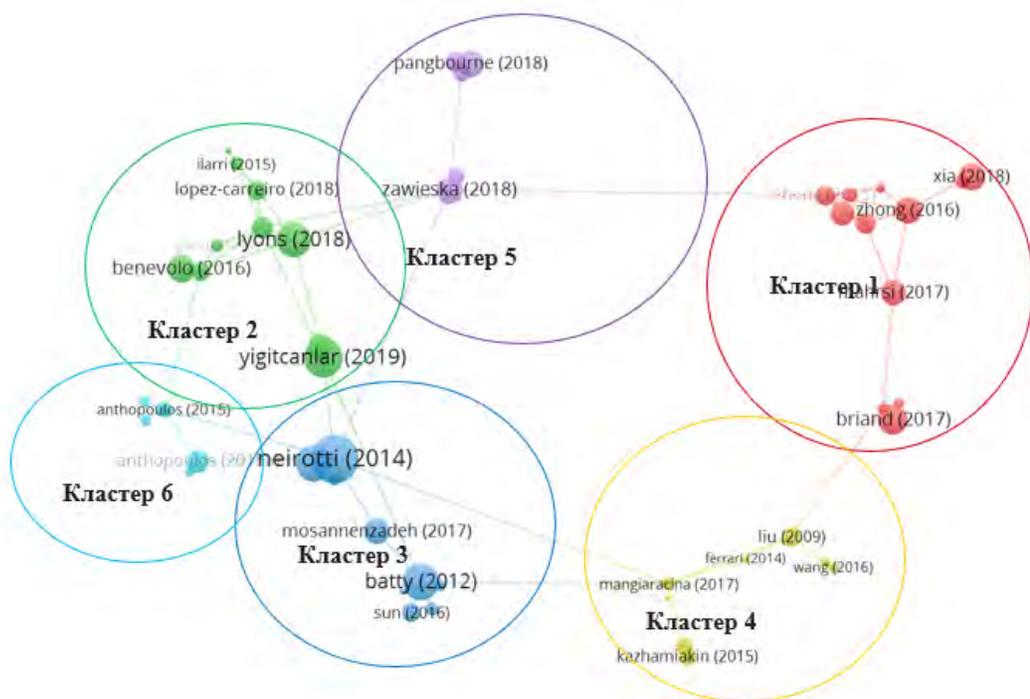


Рис. 2. Библиографическая карта кластеров публикаций (подготовлен автором).

использования транспортных средств. В публикациях описываются методы использования машинного обучения для управления перевозками общественным транспортом, методы внедрения в городскую практику smart-карт, доступ к различным видам транспорта по единой карте, обеспечение соблюдения расписаний и т.д.

Третий кластер составляют публикации по теме использования перспективных инновационных технологий в сфере городского транспорта (включая грузовой транспорт и такси, в отличие от второго кластера) [9; 10]. Данная тема активно исследуется в последние годы, находясь на пересечении информационных и транспортных технологий. Предлагаемые решения кардинально изменяют существующие методы городской мобильности. Например, существенно изменилась система городского такси, появились новые способы аренды транспортных средств. В городах сформировались новые рынки аренды транспортных средств (велосипедов, электросамокатов).

Четвёртый кластер составляют публикации по теме интеллектуальных транспортных систем [11]. Это достаточно раз-

витое направление исследований, в которое входят темы, связанные с внедрением интеллектуальных технологий в сферу управления дорожным движением, городскими транспортными маршрутами и т.д. Целью данных разработок является повышение эффективности работы городской транспортной системы, снижение городских заторов. Современные информационные технологии позволяют создавать специализированные интеллектуальные решения, которые дают возможность централизованно управлять городским движением, что ведёт к снижению городского трафика, уменьшает загрязнение воздуха, обеспечивает более точную и полную навигацию транспорта в режиме реального времени.

Пятый кластер составляют публикации по разработке интеллектуальных решений, направленных на обеспечение автономной мобильности [12; 13]. Данная тема является перспективной, использование автономных транспортных средств в будущем будет важной технологией, с её развитием прогнозируются существенные изменения как в сфере общественного, так и личного городского транспорта. В будущем будут



развиваться технологии управления транспортом, основанные на внедрении распределённых систем транспортного регулирования, специализированной интеллектуальной дорожной инфраструктуры и автономных транспортных средств. Уже в настоящее время отмечается положительный эффект от внедрения подобных решений.

Шестой кластер составляют публикации, в которых описаны методы моделирования городских транспортных систем и подходы к формированию единых стандартов их создания [14]. В данных публикациях рассматриваются вопросы информационной поддержки методов моделирования городского транспорта, использования различных технологий сбора информации из городской среды для транспортных моделей. Важной частью данного кластера являются публикации, связанные с разработкой специализированных алгоритмов моделирования на основе машинного обучения, искусственного интеллекта, систем компьютерного зрения. В будущем эти технологии позволят обрабатывать информацию, собранную с использованием сенсорных датчиков и видеокamer, для решения задачи управления городским движением в реальном времени.

Библиометрический анализ является одним из эффективных методов обработки объёмной текстовой информации, позволяющих получить широкое представление о проблемах, стоящих перед исследователями, а также ознакомиться с направлениями развития научного вопроса путём автоматизированной обработки высококачественного массива публикаций. Результаты исследования могут быть использованы городскими властями, транспортным бизнесом и научными исследователями для выявления перспективных трендов умной мобильности и обоснования собственных решений в сфере городского планирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Benevolo, C., Dameri, R. P., D'Auria, B. Smart mobility in smart city action taxonomy, ICT intensity and public benefits. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*. Springer International Publishing, 2016, Vol. 11, pp. 13–28. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-23784-8>.
2. Eck, N. J. van, Waltman, L. Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. *Scientometrics*, 2017, Vol. 111, No. 2, pp. 1053–1070. DOI: [10.1007/s11192-017-2300-7](https://doi.org/10.1007/s11192-017-2300-7).
3. Hajduk, S. Bibliometric Analysis of Publications on City Logistics in International Scientific Literature. *Procedia Engineering*, 2017, Vol. 182, pp. 282–290. DOI: [10.1016/j.proeng.2017.03.194](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.194).
4. Tomaszewska, E. J., Florea, A. Urban smart mobility in the scientific literature – Bibliometric analysis. *Engineering Management in Production and Services*, 2018, Vol. 10, No. 2, pp. 41–56. DOI: [10.2478/emj-2018-0010](https://doi.org/10.2478/emj-2018-0010).
5. Akoev, M. Mapping Science and Technology, Forecasting Research and Development. *Handbook for Scientometrics: Indicators of science and technology development*. Publishing House of Ural University, 2014, pp. 164–184. [Электронный ресурс]: <https://science.uifu.ru/en/publications/mapping-science-and-technology-forecasting-research-and-developme>. Доступ 27.04.2020.
6. Briand, A.-S., Côme, E., Trépanier, M., Oukhellou, L. Analyzing year-to-year changes in public transport passenger behaviour using smart card data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2017, Vol. 79, pp. 274–289. DOI: [10.1016/j.trc.2017.03.021](https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.03.021).
7. Hasan, S., Schneider, C. M., Ukkusuri, S. V., Gonzalez, M. C. Spatiotemporal Patterns of Urban Human Mobility. *Journal of Statistical Physics*, 2013, Vol. 151, No. 1–2, pp. 304–318. [Электронный ресурс]: https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/89404/Gonzalez_Spatiotemporal%20patterns.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Доступ 27.04.2020.
8. Lyons, G. Getting smart about urban mobility – Aligning the paradigms of smart and sustainable. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Elsevier, 2018, Vol. 115, pp. 4–14. DOI: [10.1016/j.tra.2016.12.001](https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.12.001).
9. Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., Scorrano, F. Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 2014, Vol. 38, pp. 25–36. DOI: [10.1016/j.cities.2013.12.010](https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010).
10. Batty, M., Axhausen, K., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., Ouzounis, G., Portugali, Y. Smart cities of the future. *European Physical Journal: Special Topics*, 2014, Vol. 214, No. 1, pp. 481–518. DOI: [10.1140/epjst/e2012-01703-3](https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3).
11. Mangiaracina, R., Perego, A., Salvadori, G., Tumino, A. A comprehensive view of intelligent transport systems for urban smart mobility. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 2017, Vol. 20, No. 1, pp. 39–52. [Электронный ресурс]: <https://re.public.polimi.it/retrieve/handle/11311/1003931/309232/A%20comprehensive%20view%20of%20Intelligent%20Transport%20Systems%20%28ITS%29%20for%20urban%20Sm...pdf>. Доступ 27.04.2020.
12. Zawieska, J., Pieriegud, J. Smart city as a tool for sustainable mobility and transport decarbonisation. *Transport Policy*, Elsevier, 2018, Vol. 63 (C), pp. 39–50. DOI: [10.1016/j.tranpol.2017.11.004](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.11.004).
13. Pangbourne, K., Stead, D., Mladenović, M., Milakis, D. The Case of Mobility as a Service: A Critical Reflection on Challenges for Urban Transport and Mobility Governance. Ed. Marsden, G. and Reardon, L. *Governance of the Smart Mobility Transition*, Emerald Publishing Limited, 2018, pp. 33–48. DOI: <https://doi.org/10.1108/978-1-78754-317-120181003>.
14. Anthopoulos, L., Janssen, M., Weerakkody, V. Smart Service Portfolios: Do the Cities Follow Standards? *Proceedings of the 25th International Conference Companion on World Wide Web*, Montreal, Canada. New York: ACM Press, 2016, pp. 357–362. DOI: [10.1145/2872518.2888618](https://doi.org/10.1145/2872518.2888618). ●