

УДК 332.1 DOI: 10.14451/2.186.75

Применение информационных технологий в мониторинге динамики пространственного развития городской агломерации

© 2023 **Панасюк Михаил Валентинович**

Профессор, доктор географических наук. Казанский федеральный университет.

E-mail: mp3719@yandex.ru

© 2023 **Пудовик Елена Михайловна**

Доцент, кандидат географических наук, заведующая кафедрой географии и картографии Института управления, экономики и финансов. Казанский федеральный университет.

E-mail: epudovic@mail.ru

© 2023 **Иванов Сергей Евгеньевич**

Преподаватель. Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма.

E-mail: S.Ivanov@tatar.ru

© 2023 **Журенков Александр Алексеевич**

Аспирант кафедры географии и картографии. Казанский федеральный университет.

E-mail: zallstr@gmail.com

Ключевые слова: мониторинг городской среды, городские агломерации, информационные технологии, динамика развития.

В статье рассматривается метод мониторинга пространственного развития городской агломерации, основанный на применении методов пространственного анализа и информационных технологий. Разработаны показатели и критерии мониторинга пространства агломерации. Представлены результаты мониторинга пространственного развития Казанской агломерации в период 1984–2020 гг. и оценка перспектив развития.

Основой современной урбанизированной системы расселения являются городские агломерационные структуры, которые формируют опорный каркас системы расселения. Городская агломерация в современной трактовке понятия [1; 3] представляет собой компактную территориальную группировку городских и сельских поселений, объединенных в дина-

мичную локальную систему многообразными интенсивными производственными, деловыми, трудовыми, культурно-бытовыми, рекреационными и прочими связями, а также совместным использованием ресурсов агломерационного ареала.

Мониторинг социально-экономического и пространственного развития агломерационных



Рис. 1. Спутниковые снимки Казани и ближайших окрестностей (1984–2020 гг.). Источник: составлено авторами.

структур предполагает использование широкого спектра современных методов, что позволяет отслеживать динамику их функциональных зон, оценивать эффективность транспортных сетей, размещение населения, миграционные потоки внутри агломерации и т. д. [7]

Мониторинг и анализ динамики пространственного развития городской агломерации – динамики территориальной организации общности людей, проживающих в ее границах, основан на совокупности сложных методов, включая методы математического моделирования, дистанционного зондирования, дешифрирования спутниковых снимков, пространственного анализа и др. Это позволяет дать развернутую и обоснованную интерпретацию состояния и процессов развития агломерации, основанную на использовании больших объемов данных, характеризующих экономическую и социальную динамику городской агломерации, динамику ее территориальной структуры и землепользования, динамику экосистемы и другие процессы, проходящие в границах агломерации.

Для мониторинга динамики пространственного развития агломерации, целесообразно использовать пять групп показателей и соответствующих критериев ее оценивания, включая:

- показатели и критерии, характеризующие экономическое пространство городской агломерации, позволяют дать оценку его связности, плотности и доступности, связности ее центра и периферии, а также дифференциации экономического пространства и развитости его структуры;
- показатели и критерии, характеризующие размещение населения и миграционные процессы, включают характеристики маятниковой миграции населения, размещение населения от центра к периферии агломерации, а также к соседствующим с ней районам. Данные показатели позволяют проанализировать характер и силу тяготения населения прилегающих территорий к ядру городской агломерации, а также выявить, территории каких граничащих муниципальных районов активно вовлечены в процессы ее формирования. Это позволяет дать оценки плотности, связности и доступности демографического пространства агломерации, его дифференцированности и структурных характеристик;
- показатели и критерии, характеризующие градостроительное пространство агломерации, позволяющие оценить его связность, плотность и структурные характеристики посредством анализа непрерывности застройки;
- показатели и критерии, характеризующие транспортную инфраструктуру агломерации, позволяют проводить анализ ее транспортно-коммуникационного пространства, включая характеристики его связности, доступности, плотности, их пространственной дифференциации, структуры транспортно-коммуникационного пространства;

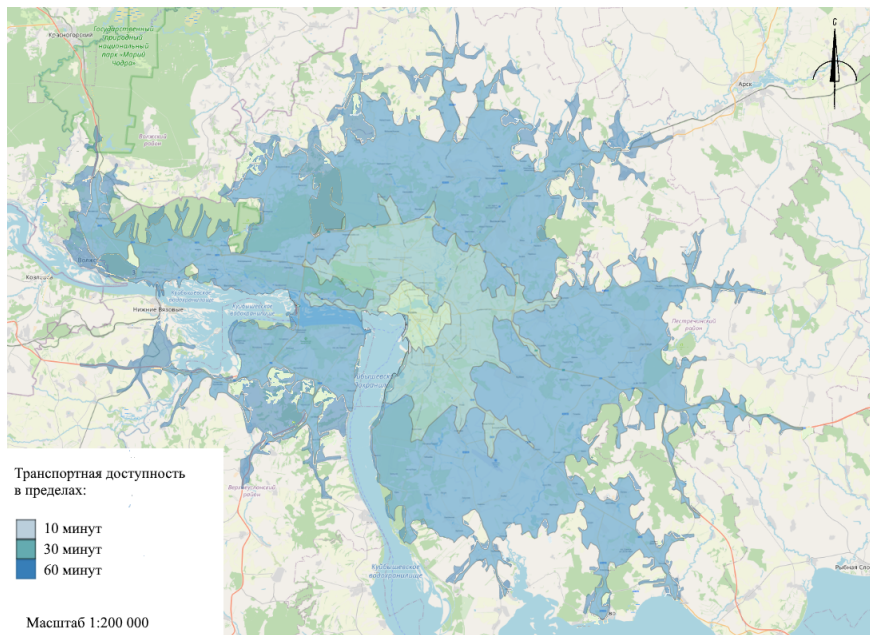


Рис. 2. Картограмма транспортной доступности Казанской агломерации в пределах 10, 30 и 60 минут (2020 г.). Источник: составлено авторами.

– показатели и критерии доступности по времени пространства городской агломерации позволяют дать оценку пространственных и стоимостных ограничений движения населения, товаров, услуг, энергии и информации в пределах границ городской агломерации [10]. На их основе определяются изохроны и зоны транспортной доступности исторического и деловых центров агломерации.

Для анализа пространственного развития городской агломерации был разработан метод, включающий пять последовательных этапов, каждый из которых соответствовал направлению анализа развития экономического, демографического, градостроительного, транспортного пространства и временных ограничений движения и основывался на соответствующей группе показателей и критериев. Метод основан на использовании геоинформационных технологий и методов пространственного анализа, позволяющих дать количественную и визуальную оценку процессов пространственного развития агломерации.

Для решения задач мониторинга пространственно-временного развития Казанской агломерации

в период 1984–2020 гг. данный метод использовался в неполном объеме, с акцентом на динамику градостроительного и демографического пространств, доступности по времени центров агломерации.

Формирующаяся Казанская агломерация включает в себя территорию столицы Татарстана – города Казань, территории городов-спутников Зеленодольск, Иннополис, Салават Купере, Смарт Сити Казань, и, по некоторым оценкам, Волжск, а также территории Атнинского, Верхнеуслонского, Высокогорского, Зеленодольского, Лаишевского и Пестречинского муниципальных районов.

На территории Казанской агломерации проживает около 1,7 млн человек. Агломерация относится к типу моноцентрических, ее ядром является территория г. Казани. За годы своего существования агломерация пережила значительный рост, периоды быстрых темпов социального и экономического развития, став важным экономическим, культурным и образовательным центром Приволжского федерального округа.

По состоянию на конец 2023 года, население города Казани составляло более 1,3 миллио-

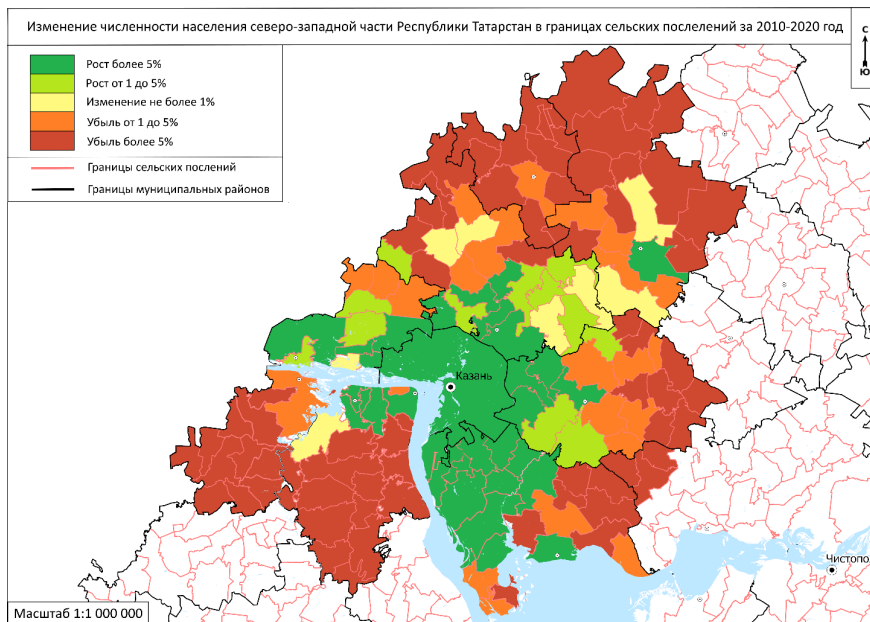


Рис. 3. Изменение численности населения северо-западной части Республики Татарстан в границах сельских поселений за 2010–2020 год. Источник: составлено авторами.

на человек. Население же самой агломерации, включая прилегающие территории, составляет свыше 2 миллионов человек [2].

Первый этап анализа пространственного развития Казанской агломерации включает визуальный анализ ее территории. Для этого использованы данные серии спутниковых снимков Landsat, которые получены в рамках использования программы Google Earth Pro [9]. Самый ранний читаемый космоснимок территории агломерации относится к 1984 году, самый поздний – к 2020 г. Визуальный анализ позволяет оценить изменения за прошедшие десятилетия, а также общую картину и перспективы развития городской агломерации, которые необходимы для первичного анализа исследуемой территории (рис 1).

Сопоставляя снимки, можно сделать выводы о том, как изменилась территория застройки г. Казань и муниципальных районов, входящих в состав агломерации. Наиболее сильно застройка продвигается на восток Казани, где был построен район Азино. Также активно идёт застройка территорий по направлению Зеленодольск – Васильево – Казань. Кроме того, видно, что присутствует вектор застройки Казань –

Столбище. При сравнении снимков за период 1984–2000 гг. выявляется рост Авиастроительного района Казани, но после 2000г. его темпы снизились. Таким образом, в данный период существовали четыре вектора роста территорий Казанской агломерации, которые с основным совпадают с направлениями крупных транспортных магистралей, идущих из Казани.

Для уточнения примерных современных границ Казанской агломерации воспользуемся классическим критерием определения границы агломерации [3] на основе часовой изохроны транспортной доступности от центра (ядра) агломерации (рис. 2). Для этого при помощи геоинформационных технологий строится картосхема транспортной доступности в пределах 60 минут и менее, на которой отражены соответствующие изохроны [4; 5].

Изохроны позволяют проводить мониторинг влияния доступности по времени и базовых временных ограничений движения населения, товаров и услуг на формирование фактических размеров и границ агломерационной структуры, что во многом определяет динамику ее развития. Анализ цифрового картографического изображения (рис. 2) показывает, что Казанская агломерация

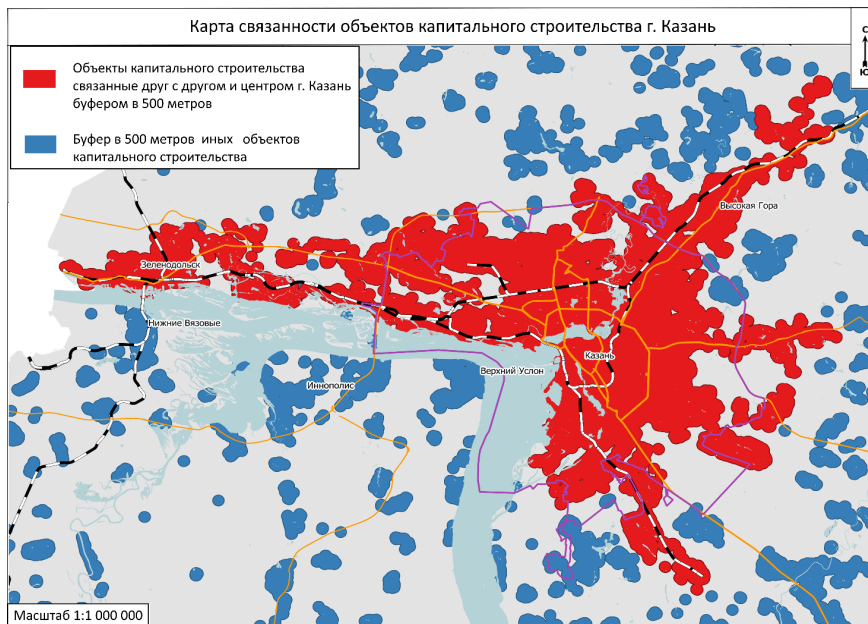


Рис. 4. Картосхема связности градостроительного пространства (объектов капитального строительства) Казани.

имеет лучевую модель развития с вылетными трассами-руслами распределения. Картосхема транспортной доступности позволяет провести и примерные границы агломерации. Кроме этого, выявляются территории вне границ городского округа Казань, вовлекаемые в процессы внутриагломерационного экономического взаимодействия.

Оценка динамики численности и размещения населения на территории Казанской агломерации и соседних муниципальных районов, проведенная с помощью методов геоинформационного анализа на следующем этапе исследований, позволила выявить сельские поселения, активно вовлеченные в агломерационные процессы (рис. 3). Сельские поселения, находящиеся ближе к ядру, в зоне экономического влияния Казани, демонстрируют устойчивый рост численности населения за последнее десятилетие [8; 11]. Ядро агломерации, таким образом, формирует зону экономического тяготения населения прилегающих к Казани территорий, что создает перспективы расширения границ агломерации.

Для мониторинга связности градостроительного пространства агломерации произведен анализ динамики непрерывности застройки с помо-

щью базы пространственных данных, включающей сведения об объектах капитального строительства Казани по годам постройки за период с 2000–2020 гг. Это позволило выявить зоны активного строительства, дать оценку связности застройки. Обобщение большого количества зарубежных стандартов определения метрополитенских ареалов показало, что для Казани может быть применено расстояние между объектами капитального строительства в 500 метров. Если это расстояние больше, то территория уже не считается включенной в метрополитенский ареал (рис. 4).

Мониторинг, осуществленный на основе геоинформационного анализа застройки, позволяет увидеть перспективные направления развития Казанской агломерации. Выявлена концентрация населения вдоль железных дорог, что также свидетельствует о значительном влиянии транспортного каркаса на развитие агломерации [6].

Обобщение результатов анализа динамики пространственного развития Казани, проведенное в среде геоинформационной системы, позволило выявить перспективные зоны ее активного развития и сформировать геоинформационную карту с указанием этих зон (отмечены на рисун-

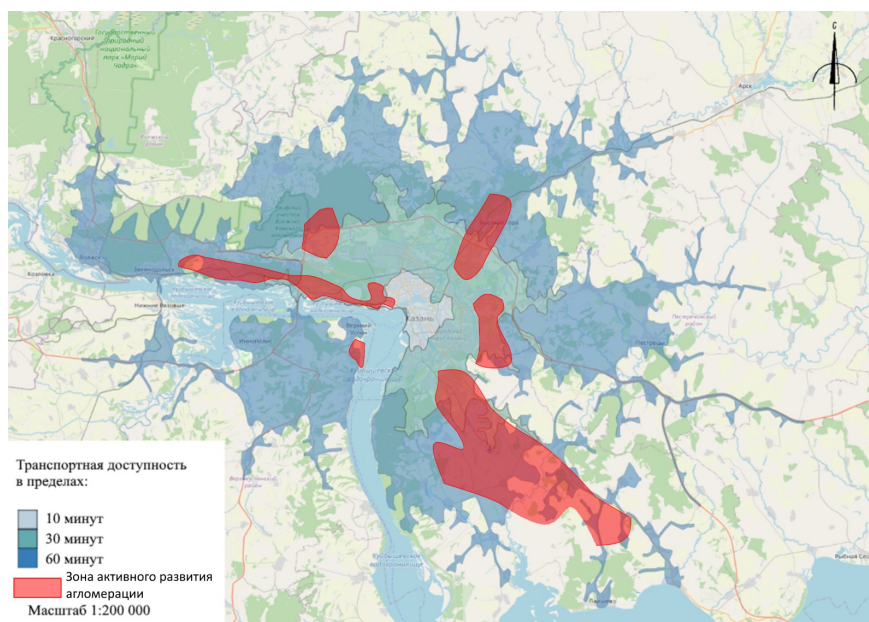


Рис. 5. Перспективные зоны активного развития Казанской агломерации.

ке 5 красным цветом).

Результаты мониторинга пространственного развития Казанской агломерации в период 1984–2020 гг. характеризуют далеко не все аспекты развития ее пространства. Вместе с тем, они позволяют сделать выводы о том, что в зону 60-минутной транспортной доступности центра ядра агломерации попадают такие города-спутники как Зеленодольск, Иннополис, Лаишево, а также город Волжск, который находится в Республике Марий Эл. Характерной особенностью является то, что выделяются вылетные трассы-русла расселения вдоль скоростных автодорог, такие как Горьковское шоссе, автодорога Р-239 Казань – Оренбург и Мамадышский тракт.

Пространство Казанской агломерации наиболее интенсивно расширяется по направлению Казань – Зеленодольск. На основе мониторинга динамики застройки выявлены четыре вектора расширения градостроительного пространства, такие как Казань – Столбище – Лаишево, Зеленодольск – Васильево – Казань, Казань – Дербышки, а также направление от центра Казани к востоку – к микрорайону Азино и далее по направлению с крупных трасс, идущих из Казани. Данные четыре направления являются и основными перспективными направлениями пространственного развития агломерации, прослеживаемыми в последние 30 лет и сохраняющимися на ближайшие 20–25 лет.

Библиографический список

1. Анимица Е. Г., Власова Н. Ю. Проблемы и перспективы развития городских агломераций // Регионалистика. – 2020. – Т. 7, № 3. – С. 60–66.
2. Концепция территориальной экономической политики Республики Татарстан» / Министерство экономики республики Татарстан. – 2009. – URL: https://mert.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_25254.doc.
3. Лаппо Г. М. Города России. Взгляд географа. – 2012.
4. Низамова А. Р., Пудовик Е. М. Применение геоинформационных систем в геомаркетинге производственных предприятий крупного города // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2018. – Т. 4 (14), № 4. – С. 245–254.
5. Панасюк М. В., Пудовик Е. М., Глуценко У. А. Оптимизация размещения аптечной сети на основе геомаркетингового анализа // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. – 2022. – Т. 8, № 3. – С. 118–136.
6. Пономарев А. А., Байбаков Э. И., Рубцов В. Экологический каркас: анализ понятий // Ученые

- записки Казанского университета. Естественные науки. – 2012. – Т. 154. – С. 235–236.
7. Строев П. В., Морковкин Д. Е., Макара С. В. Современные тенденции развития агломераций // Креативная экономика. – 2020. – Т. 14, № 11. – С. 2693–2712.
 8. Фахрутдинова Е. В., Камашева А. В., Валеев Э. Р. Статистический анализ дифференциации субъектов Российской Федерации по качеству жизни населения // Экономические науки. – 2019. – № 181. – С. 356–362.
 9. Черкасов А. А., Махмудов Р. К., Сопнев Н. В. Пространственный анализ городов и агломераций: интеграция технологий ГИС и Big Data // Наука. Инновации. Технологии. – 2021. – № 4. – С. 95–112.
 10. Шаймарданова В. В. Функциональное зонирование как метод анализа пространственного развития городской агломерации // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2020. – Т. 30, № 3. – С. 349–356.
 11. Юрков Д. В. Методологические подходы к обеспечению устойчивого развития территории // Экономические науки. – 2017. – № 151. – С. 13–19.