

УДК 504

ЖИДКОВА А.М., БУЛЫШЕВА А.А., студенты гр. ССб-231 (КузГТУ)
Научный руководитель ЗАКАМСКАЯ Л.Л., к.т.н., доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

**РАЗВИТИЕ «ЗЕЛЕННОЙ» УРБАНИСТИКИ: КОНЦЕПЦИИ
«УМНОГО» ГОРОДА И УСТОЙЧИВОГО ТРАНСПОРТА**

В условиях прогрессирующей урбанизации и экологического кризиса современные мегаполисы столкнулись с необходимостью фундаментальной трансформации парадигмы градостроительного развития. На смену традиционным подходам, ориентированным на экстенсивное потребление ресурсов, приходит концепция «зеленой» урбанистики – комплексной системы организации городского пространства, базирующейся на принципах устойчивого развития. Данная парадигма предполагает симбиоз технологических инноваций и экологических императивов, материализующийся через интеграцию концепций «умного» города и устойчивого транспорта.

Концепция «умного» города представляет собой сложный мультидисциплинарный конструкт, интегрирующий достижения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), интернета вещей и больших данных в управление городской инфраструктурой. Фундаментальным элементом данной концепции выступает киберфизическая система – интеграция вычислительных ресурсов с физическими процессами, где датчики и сенсоры осуществляют сбор телеметрии, а актуаторы реализуют управляющие воздействия. [3]

Ключевым аспектом реализации «умного» города становится внедрение интеллектуальных сетей – автоматизированных энергетических систем, обеспечивающих двусторонний поток электроэнергии и информации между поставщиками и потребителями. Данная технология позволяет реализовать динамическое ценообразование и программы управления спросом, оптимизируя энергопотребление в периоды пиковых нагрузок. Параллельно развиваются системы распределенной энергетики, включающие генерацию на основе возобновляемых источников – это фотоэлектрические панели, ветрогенераторы малой мощности, геотермальные теплонасосные установки.

Важнейшей составляющей экологизации городской среды становится внедрение природоориентированных решений – стратегического подхода к управлению городскими экосистемами, включающего создание «зеленой» инфраструктуры. Данный концепт объединяет систему озелененных крыш, вертикального озеленения, дождевых садов и биоплощадок, выполняющих функции терморегуляции, поглощения углекислого газа и управления ливневыми стоками [1].

Устойчивый транспорт представляет собой комплексную систему мобильности, минимизирующую негативное воздействие на окружающую среду при обеспечении доступности транспортных услуг. Базовым принципом данной концепции выступает транзитно-ориентированное развитие – градостроительная стратегия, предполагающая создание компактных, пешеходно-ориентированных районов с высокой плотностью застройки вокруг узлов общественного транспорта.

Электрификация транспортных систем предполагает масштабное внедрение транспортных средств на электрической тяге, включая электробусы, электрический рельсовый транспорт и зарядную инфраструктуру. Параллельно развиваются системы интеллектуального управления транспортными потоками, использующие адаптивное регулирование дорожного движения, прогнозную аналитику и технологии Vehicle-to-Everything (V2X) – коммуникационные протоколы для обмена данными между транспортными средствами и элементами дорожной инфраструктуры.

Современная парадигма городской мобильности предполагает переход к моделям совместного потребления через развитие сервисов каршеринга, райдшеринга и систем микромобильности – категории легких транспортных средств, включающих электросамокаты, моноколеса и велосипеды. Интеграция различных видов транспорта осуществляется через платформы мультимодальной мобильности, предоставляющие единый интерфейс для планирования и оплаты поездок.

Максимальная эффективность реализации принципов «зеленой» урбанистики достигается через синергию концепций «умного» города и устойчивого транспорта. Интеллектуальные системы управления энергопотреблением позволяют оптимизировать работу зарядной инфраструктуры для электромобилей, используя алгоритмы «умной» зарядки – технологии зарядки, адаптирующиеся к состоянию энергосистемы. Данные с датчиков мониторинга качества атмосферного воздуха интегрируются с системами управления дорожным движением, позволяя перенаправлять транспортные потоки в режиме реального времени.

Цифровые двойники – виртуальные модели физических объектов или процессов – используются для моделирования транспортных потоков и оценки эффективности внедрения экологических инициатив. Технологии распределенного реестра находят применение в системах оплаты транспортных услуг и управлении углеродными кредитами – рыночным механизмом контроля выбросов парниковых газов.

В контексте развития «зеленой» урбанистики особый интерес представляет теория городского метаболизма (Urban Metabolism Theory), разработанная в 1960-х годах Абе́лом Вольманом и существенно расширенная в работах современных исследователей. Данная теория рассматривает город как живой организм, характеризующийся постоянными метаболическими процессами - потреблением ресурсов (энергия, вода, материалы) и выделением продуктов жизнедеятельности (отходы, выбросы, сточные воды) [4].

Ключевым показателем в рамках этой теории является метаболическая эффективность – соотношение между полезным выходом (городскими услугами, качеством жизни) и ресурсными затратами. Теория предполагает переход от линейного метаболизма («взял-произвел-выбросил») к циркулярному, где отходы одной системы становятся ресурсами для другой. Эта концепция прекрасно интегрируется с принципами «умного» города через внедрение технологий замкнутого цикла [2].

Сингапур – эталон городского метаболизма. Сингапур демонстрирует выдающиеся примеры реализации принципов городского метаболизма. Система NEWater – передовая технология рециклинга воды, где сточные воды проходят многоступенчатую очистку (микрофильтрация, обратный осмос, ультрафиолетовая дезинфекция) и возвращаются в систему водоснабжения. Это покрывает до 40% потребности города в воде. Система Semakau Landfill – интегрированное решение управления отходами, где остров-свалка преобразован в экопарк с рекреационными зонами и центрами по переработке отходов в энергию.

Копенгаген – климатически нейтральный город. Столица Дании реализует амбициозную программу по достижению углеродной нейтральности к 2025 году. Ключевые проекты включают:

1. Интеллектуальную систему отопления, где дата-центры и промышленные предприятия передают избыточное тепло в городскую сеть;
2. Технологию «умных» водных резервуаров, аккумулирующих ливневые воды с последующим их использованием для орошения и технических нужд;
3. Систему адаптивного управления уличным освещением, сокращающую энергопотребление на 57%.

Токио – интеграция «умных» технологий. Японская столица представляет уникальный пример интеграции IoT в систему городского метаболизма. Проект «Энергетический дашборд Токио» объединяет данные с 20 000 интеллектуальных счетчиков, позволяя в реальном времени оптимизировать энергопотребление. Система управления отходами использует сенсоры заполнения контейнеров и алгоритмы машинного обучения для оптимизации маршрутов мусоровозов, сокращая выбросы на 18%.

Барселона – инновации в городской мобильности. Испанский город реализовал комплексную систему суперблоков – кварталов, где автомобильное движение ограничено, а приоритет отдан пешеходам и велосипедистам. Это снизило уровень шума на 5 дБ и концентрацию NO₂ на 25%. Система «умной» парковки использует 4000 сенсоров для мониторинга свободных мест, сокращая время поиска парковки и сопутствующие выбросы.

Эволюция городской среды в направлении «зеленой» урбанистики представляет собой комплексный процесс технологической и социокультурной трансформации. Симбиоз концепций «умного» города и устойчивого транспорта создает основу для формирования городов, способных адаптироваться к внешним вызовам при сохранении экологического баланса. Дальнейшее развитие данного направления требует конвергенции

технологических инноваций, градостроительного планирования и экологической политики, что предполагает междисциплинарный подход и активное участие всех стейкхолдеров городского развития.

Список литературы:

1. Аналитический отчет «Умные города России: оценка готовности и перспективы развития» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.hse.ru/data/2022/12/15/1830550288/smart_cities_2022.pdf (дата обращения: 15.10.2025)
2. Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/17552/> (дата обращения: 15.10.2025)
3. Федеральный проект «Умный город» [Электронный ресурс]. – URL: <https://минстрой.gov.ru/activities/proekt-umniy-gorod/> (дата обращения: 15.10.2025)
4. Энергоэффективность и умные технологии в городской среде [Электронный ресурс]. – URL: https://energo.hse.ru/articles/2023/04/energy_efficiency_smart_tech.pdf (дата обращения: 15.10.2025)