

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ФОРМИРОВАНИИ УМНЫХ ГОРОДОВ

¹ Глинин Д. Ю.,ст. преп. каф. Градостроительства,
glinin_dmitry@ogasa.org.ua, ORCID: 0000-0003-3176-7346¹ Черницкая А. Ю.,ст. каф. Градостроительства,
domytami@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0605-7692¹ Перпери А. М.,ст. каф. Градостроительства,
foxfrozen58@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7060-3614¹ *Архитектурно-художественный институт,
Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

Аннотация. В статье рассмотрен мировой опыт использования систем искусственного интеллекта, машинного и глубинного обучения в процессах функционирования города, а также оценено влияние на городскую среду. Устройство датчиков для сбора и анализа разных сфер функционирования города дают материал для статистического анализа, неподвластного для человеческого интеллекта, но искусственного. Перспективы использования искусственного интеллекта в управлении всеми сферами города: экономическое, транспортной, административной, социальной и т.д. открывают путь к развитию умных городов. Умные города объединяют самые разные технологии и поддерживают те инновации, которые способны обеспечить устойчивое социально-экономическое развитие городов. Потенциал использования ИИ раскрывается в полном объеме, когда с помощью точной статистики и актуальных данных ИИ сможет проектировать городские структуры с учетом всех правил, норм и факторов.

Ключевые слова: умные города, IT искусственный интеллект, машинное обучение, глубинное обучение, урбанизм.

Введение. Глобализация, урбанизация и индустриализация были признаны тремя важными факторами, определяющими развитие человечества. По мнению профессора экономики Эда Глэзера, эксперта в вопросах урбанизации, город является «величайшим изобретением человечества» [1] как самый эффективный способ расселения людей. Согласно данным Организации экономического сотрудничества и развития, города занимают всего 2,6% от поверхности нашей планеты, в них живет больше половины населения Земли, они создают 80% от мирового ВВП. Городам постоянно нужно больше энергии, воды, домов, больниц, наконец, информации о том, что нужно улучшить. Оценки негативных тенденций современной цивилизации таковы, что необходимы продуманные подходы к экономии средств и сохранению окружающей среды.

Анализ последних исследований и публикаций. В настоящее время уже нельзя воспроизводить городское развитие, основанное на модели, которая управляла процессом урбанизации от промышленной революции до сегодняшнего дня: на смену экстенсивному физическому росту городов должна явиться стратегия эффективного использования ресурсов управления на основе интеллектуальных технологий и новых методов взаимодействия власти и населения на основе информационно-коммуникационных технологий (далее ИКТ) [2] (рис.1,2).

Умная экономика	Инновационный дух	Предпринимательство	Экономический образ	Продуктивность	Гибкость трудового рынка	Международное вовлечение	Гибкость к трансформациям	
Умная люди	Уровень квалификации	Стремление к пожизненному обучению	Социальное и этническое множество	Гибкость	Креативность	Космополитизм	Участие в общественной жизни	
Умное управление	Участие в принятии решений		Обслуживание общества и социума		Политические стратегии и перспективы			
Умное мобильность	Развитая связь с прилегающими территориями города		Международный доступ	Доступность ИКТ инфраструктуры		Устойчивая, инновационная и транспортная система		
Умное окружение	Отсутствие загрязнения	Защита окружающей среды		Привлекательность природных условий		Устойчивое управление ресурсами		
Умная жизнь	Культурные мероприятия	Медицинское обслуживание	Медицинское обслуживание	Индивидуальная безопасность	Качество жилья	Образовательные учреждения	Туристическая привлекательность	Социальная сплоченность

Рис.1. Факторы, формирующие умный город

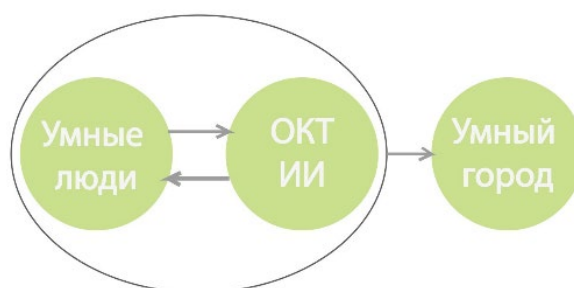


Рис.1.Взаимосвязь, необходимая для устройства умных городов

Следующим этапом развития городов несомненно должен стать так называемый умный город. В 2015 году ООН определила умный город как «инновационный город, использующий информационно-коммуникационные технологии и другие средства для повышения уровня жизни, эффективности деятельности и услуг в городах, а также конкурентоспособности при обеспечении удовлетворения потребностей настоящего и будущих поколений в экономических, социальных, культурных и природоохранных аспектах» [4]. Внедрение умного города тесно связано с устойчивым городом, в котором экологические, социальные и экономические аспекты рассматриваются как часть его развития. Джиффенгер предлагает концепцию «умного горда» исходя из шести основных составляющих: умная экономика, умная мобильность, умная среда, умная жизнь, умное управление и умные люди [3].

AI, ML, DL – будущее IT. Одним из самых ранних примеров использования компьютерных технологий в управлении городом был Лос-Анджелес, начавшийся в 1960-х годах, когда они использовали базы данных и аэрофотосъемку для отслеживания демографических тенденций и оценки качества жилья. Но время меняется, и на смену традиционному алгоритму приходят новые понятия: Искусственный интеллект (далее ИИ или AI- Artificial Intelligence), (Machine Learning) – Машинное обучение (далее ML Machine Learning) и Глубинное обучение (DL- Deep Learning) (рис.3).



Рис. 2. Взаимосвязь между AI, ML, DL

Искусственный интеллект как академическая дисциплина появился в 1956 году. Цель, как и сейчас, тогда заключалась в том, чтобы заставить компьютеры решать задачи, которые считались подвластными исключительно людям: те, что требовали интеллекта. Первоначально исследователи работали над такими задачами, как игра в шашки и решение логических головоломок.

Искусственный интеллект (ИИ) относится к моделированию процессов человеческого интеллекта машинами, включая обучение, рассуждение и самокоррекцию. ИИ может быть двух типов: слабый ИИ и сильный ИИ. Слабый искусственный интеллект относится к системе ИИ, разработанной для конкретной задачи. Сильный искусственный интеллект - это система ИИ с обобщенными человеческими когнитивными навыками.

Машинное обучение (ML) - это применение систем, генерирующих искусственный интеллект (ИИ), которые могут обучаться и совершенствоваться без программирования. В отличие от AI, ML концентрируется на разработке компьютерных программ, которые получают доступ к данным и используют их для самостоятельного обучения.

Deep Learning (DL) - это подмножество машинного обучения и искусственного интеллекта. Термин относится к конкретному подходу, используемому для создания и обучения нейронных сетей, которые считаются весьма перспективными узлами принятия решений.

При традиционном алгоритме имеются входные и выходные данные: информация поступает в компьютер, алгоритм проводит с ней необходимые операции – мы получаем результат. ИИ же устроен немного иначе: мы задаем необходимую информацию и желаемый результат, а в итоге получаем алгоритм как это сделать (рис.4). Подобный подход переворачивает наше представление, а вместе с этим и способы решения тех или иных проблем.

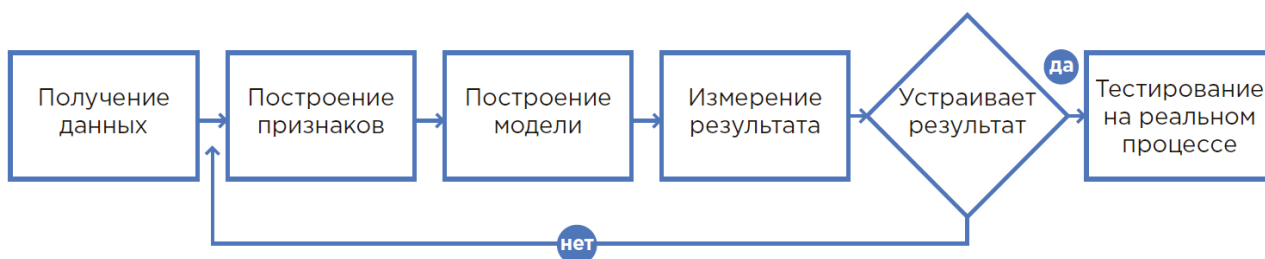


Рис.4. Принцип работы алгоритма

На данный момент перед ИИ стоят 2 главные задачи: корректный сбор и анализ большого количества информации, которая подается с датчиков на элементах благоустройства (осветительных приборов, светофоров) для корректного управления последними. ИИ может использоваться в разных областях: вопросах безопасности, улучшения транспортной ситуации города, оказание административных услуг, экономическая реструктуризация, защита окружающей среды и повышения мобильности населения

Постановка задачи. Определить роль использования искусственного интеллекта, машинного обучения применимо к градостроительству, а именно формирования нового направления урбанизации – умный город.

Основной материал и результаты.

ИИ в качестве средства общения между административными инстанциями и населением.

Данная сфера характеризуется большим потоком информации, которая требует обработки. Человеческий фактор, даже при использовании традиционных компьютерных технологий, негативно влияет на работу служб. Внедрение ИИ, способной справиться с задачами управления города, предполагает сокращение множество административных инстанций, уменьшение времени на оказание подобных услуг, а также исключит возможность ошибки, связанной с человеческим фактором.

Использование турникетов с биометрическими сканерами в одном из терминалов аэропорта Хитроу позволил в разы быстрее пропускать пассажиров — больше 32 млн в год. Пассажиры прикладывают посадочный талон, а в это время ИИ сопоставляет лицо пользователя со снимком, сделанным при регистрации. В Лос-Анжелесе на вопросы граждан отвечает чат-бот Chip. Сначала он помогал искать контрагентов, и это помогло упростить процедуру городских закупок. Сейчас к Chip подключены и другие сервисы.

В Тэгу, Южная Корея, в мобильном приложении ИИ отвечает на вопросы граждан, связанные с оформлением паспортов. В Москве благодаря технологиям распознавания речи и роботам-операторам круглосуточно работает городской контакт-центр. 34 горячие линии обрабатывают более 2 млн вызовов в месяц. Wienbot, поддерживаемый технологией искусственного интеллекта, является чат-ботом, который правительство Вены использует для предоставления персонализированных цифровых услуг клиентам. Широкое предоставление персонализированных цифровых услуг является важным шагом на пути к улучшению работоспособности города и реализации концепции умного города.

Предоставляя большой контроль над коммунальными услугами, ИИ помогает городам минимизировать расходы. С ИИ можно упростить использование воды и энергии в городе. Например, Chattanooga в Теннесси использует технологию интеллектуальных энергосистем для лучшего управления использованием энергии. Кроме того, ИИ используется в счетчике воды для обнаружения утечек и предотвращения чрезмерного использования воды.

Существует также подобная практика: поступление жалоб население в коммунальные службы регулируется ИИ посредством визуального анализа, в ходе которого оценивается проблема, классифицируется и отправляется в соответствующие инстанции с дополнительно собранной информацией (напр., кто, отвечал за строительство объекта, стоимость на ремонт, кто принимал решения о закупке и т.д.) к примеру, вы хотите, чтобы у вас во дворе починили детскую площадку. На основании такой аналитики можно повысить эффективность коммунальных служб.

Использование ИИ для регулирования транспортной ситуации города.

Агарвал [6] в своей работе подчеркивает важность использования ИИ для развития эффективной умной транспортной системы. ИИ уже достигла того уровня развития для его участия в проектировании, строительстве, развитии и структурировании потока транспорта благодаря соевей возможности разумно обрабатывать большое количество информации, которая не под силу человеку (рис.5).



Рис. 5. ИИ в управлении транспортом

Интеграция ИИ необходима с точки зрения предотвращения аварий, пробок, экологической интеграции путем немедленного реагирования в реальном времени, а также предсказания возможности таковых. В соответствии с этим, Nowi подчеркивает потребность в новых и передовых технологиях, таких как интеллектуальное управление и искусственный интеллект, чтобы совершать рутинные решения проблем увеличения пробок на дорогах из большинства городских районов. Использование ИИ в этой сфере можно разделить на такие группы:

- *ИИ как составляющая транспортного средства.* Автоматические транспортные средства (AVs) являются транспортными средствами, в которых, по меньшей мере, один элемент управления транспортным средством (например, рулевое управление, регулирование скорости) происходит без прямого участия водителя. Работа AVs организуется путем сбора информации из набора датчиков (искусственного зрения HAVS, CAV и IM) и ее обработки вычислительными ресурсами на борту автомобиля, интеллектуальной инфраструктуры и в иных местах, связанных между собой в практически реальном времени. Для этого используются: видео камеры; разнообразные радары; обнаружение и ранжирование световых лазерных лучей и их отражений (LiDAR); ультразвуковое и инфракрасное оборудование и т.п. AV могут комбинировать данные датчиков с другими входами, например, подробные данные карты и данные V2V / V2I [5].

Уже сегодня AV могут комбинировать данные датчиков и карт, определять и классифицировать объекты в их окружении и прогнозировать, как они могут себя вести; определять другие движущиеся транспортные средства, пешеходов и велосипедистов, стационарные объекты (например, знаки, деревья, дорожные конусы). Основываясь на том, что AV может «видеть», и то, что он предсказывает близлежащие объекты, вероятно, сделает, он может принимать решения о скорости и управлении рулем. Исключение человеческого фактора в процессе вождения значительно снижает риск возникновения ДТП.

- *ИИ как помощник в управлении транспортными средствами.* Городские порталы с открытыми данными о работе общественного транспорта, экологических исследованиях и качестве воды есть, например, в Чикаго. Согласно анализу INRIX, водители Нью-Йорка тратят в среднем 107 часов в год на поиски парковки, что

увеличивает нагрузку на трафик. Эту проблему с точки зрения человека. Например, Waze, приобретенный Google еще в 2013 году, использует свою сеть драйверов для предоставления в реальном времени данных о трафике и авариях, чтобы помочь людям оптимизировать свои маршруты. Уменьшает загруженность на дорогах технология адаптивного управления сигналами, которая позволяет светофорам изменять свое время на основе данных в реальном времени. Например, Сан-Диего установил 12 адаптивных транспортных систем вдоль одного из самых оживленных коридоров прошлой осенью и обнаружил, что они «сократили время в пути на целых 25 процентов и сократили количество остановок транспортных средств до 53 процентов в часы пик». Аналогичная технология от компании Surtrac в 2012 году сократить время в пути более чем на 25% в среднем и время ожидания на 40% в среднем.

Например, в рамках проекта Twende-Twende, разработанного IBM в сотрудничестве с кенийским интернет-сервисом провайдера, люди могли получать информацию и советы на своих телефонах о планировании своего маршрута и оценку транспортной ситуации. Другие авторы, как Patel & Ranganathan [7] также представил ANN (искусственную нейронную сеть) на основе 83 нейронных узлов, которые разрабатывают свои решения по полученным данным и выбирает наиболее подходящее решение для дорожной ситуации. Метод наблюдения за окружающей средой, основанный на искусственной нейронной сети, представляет собой еще одну нейронную сеть, контролирующую городской трафик. Таким образом, система строит временные планы пересечений, чтобы предотвратить пробки на дорогах [8].

Транспортное управление Массачусетского залива было первым агентством, сделавшим доступным информацию о местонахождении автобусов и времени прибытия, что позволило разработчикам создавать приложения для отслеживания. Исследование влияния информации в реальном времени на количество пассажиров в автобусе в Нью-Йорке показало, что оно увеличило количество поездок на уровне маршрута в будние дни на 1,7%.

- *Использование ИИ для повышения общественной безопасности.* Обеспечивая мониторинг в реальном времени, аналитику и принятие решений, искусственный интеллект (ИИ) может помочь общественной безопасности в городах. В британском проекте Once Upon a Crime ученые сопоставили демографические данные с сообщениями о преступлениях в Лондоне. Алгоритм позволил с точностью в 68% предсказать, когда и где именно в городе может произойти преступление. На основе этих данных можно более эффективно распределять полицию и технику в проблемных участках. В Вашингтоне Open Data Nation собирает информацию о ДТП, городском планировании, показания с датчиков умных устройств. Крупные компании, например, ИКЕА, используют эти данные, чтобы определять, сколько будут тратить их сотрудники в городе на еду, транспорт, врача. Это помогает им рассчитывать зарплаты, премии и другие расходы на персонал. Эти статистические данные, применимо к градостроительной сфере, могут дать специалистам реальную информацию о функционировании города и его потребностях и возможность в перспективе отслеживать динамику изменений города.

- Те же самые интеллектуальные светофоры, которые обычно используются для улучшения транспортных потоков, используются машинами скорой помощи и пожарными машинами, чтобы быстрее и безопаснее добраться до места чрезвычайной ситуации.

Простое применение машинной обработки видео для городов – распознавание номерных знаков (LPR), которое используется многими способами. Например, с 2014 года город Галвестон использует парковочную систему Pay by Plate компании gtechna, а технология LPR проверяет, кто припаркован на законных основаниях. Стэнфордский университет использует систему LPR VIMOC Technologies на своих стоянках, чтобы быстро проверить, есть ли у припаркованных там транспортных средств правильные разрешения.

Подобная система может оказаться незаменимой при отслеживании проблемы с парковками, которая стоит достаточно остро, когда речь заходит не только о некоторых мегаполисах, но и других крупных городов. Данные, собираемые установленными датчиками и анализирована ИИ может дать точный расчет необходимых парковочных мест.

Использование ИИ при проектировании.

Подходы к проектированию не только зданий, но и структур в масштабе города менялись на протяжении всей истории: от модулей до вычислительного проектирования и параметризма (рис.6) Следующим витком в развитии подход к проектированию становится использование искусственного интеллекта, использование которого в будущем будет такой же частью проектирования, как и BIM (Building Information Technology) GIS системы.

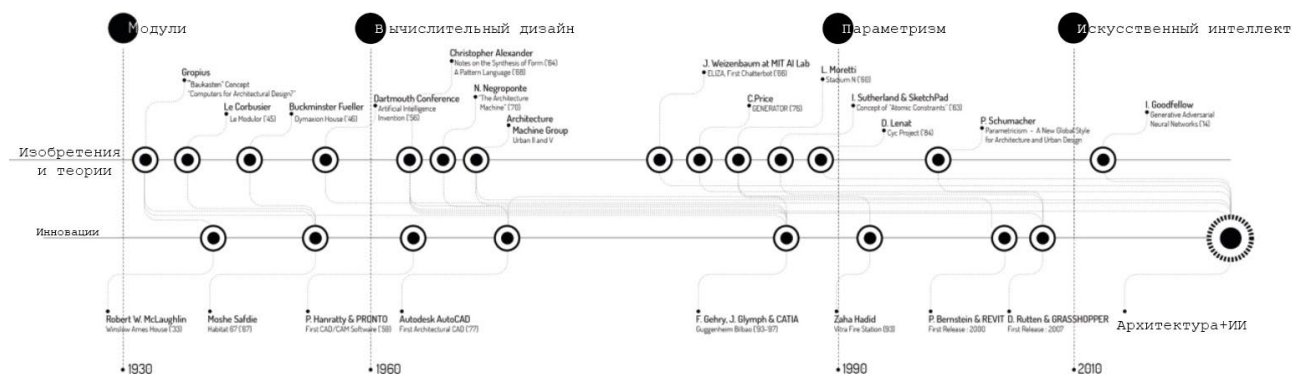


Рис.6. Развитие инновационных подходов к проектированию

ИИ также предоставляет инженерам и градостроителям данные, которые можно использовать для обеспечения безопасности, здоровья и экономического роста. В настоящее время исследователи часто полагаются на приблизительные оценки того, как люди используют большинство дорог и велосипедных дорожек, но в будущем они могут иметь доступ к поминутной разбивке каждого блока.

Есть опыт спрогнозировать развитие города на несколько шагов вперед, люди тоже используют ИИ. Например, в Вашингтоне технологии выявляют, какие типы городской застройки лучше подходят для поддержания здорового образа жизни. В Хошимине - Вьетнам, с помощью машинного обучения и снимков со спутника архитекторы и инженеры определяют, соответствует ли тот или иной проект стратегии развития города, находят зоны, которые могут подвергнуться наводнению, чтобы заранее эвакуировать жителей из опасных мест.

При проектировании, разработке или перепрофилировании пространства это помогает узнать не только то, что пользуется большим спросом, но и то, что будет более рентабельным для города. В 2013 исследователи из Медиа лаборатории Массачусетского технологического института разработали систему компьютерного зрения, которая может анализировать фотографии на уровне улиц, сделанные в городских кварталах, чтобы определить, насколько безопасными эти районы могут показаться наблюдателям. Теперь, пытаясь выявить факторы, которые предсказывают городские изменения, команда MIT и его коллеги из Гарвардского университета использовали эту систему для количественной оценки физического улучшения или ухудшения окрестностей в пяти американских городах.

Система, которая присваивала оценки безопасности, была системой машинного обучения, которая была обучена на сотнях тысяч примеров, в которых люди-добровольцы оценивали относительную безопасность городских пейзажей, изображенных в парах изображений. В новом исследовании система сравнила изображения, связанные с теми же географическими координатами из инструмента визуализации Street View Google, но полученные с интервалом в семь лет. Таким образом, исследователи использовали технику

компьютерного зрения, называемую семантической сегментацией, чтобы классифицировать каждый пиксель каждого из 1,6 миллиона изображений в их наборе данных в соответствии с объектом, который его составлял.

Норвежский проект Spacemaker (рис.7), названный «первым в мире» программным обеспечением для моделирования и строительства при содействии ИИ, что позволяет профессионалам по девелопменту, таким как застройщики, архитекторы и градостроители, быстро создавать и оценивать оптимальный дизайн окружающей среды для любой многоэтажный жилой комплекс. Он учится, «интерпретируя выбор пользователя и комбинируя его с огромными объемами данных, собранных при анализе каждого сайта (рис.8)», - сказал один из основателей Spacemaker и технический директор Карл Кристенсен.

«ИИ видит закономерности в бесконечной сложности взаимосвязанных вариантов и последствий в проекте», - продолжил он. «В нашем случае это может быть связано со сложными факторами, такими как солнечный свет, дождевая вода или транспортный шум. Основываясь на ваших предпочтениях ввода, он предсказывает, что и где изменить проект, чтобы улучшить его определенным образом. Поскольку всегда существует большое количество способов «соблюсти баланс» между различными предпочтениями, ИИ ищет совершенно разные ответы, называемые проектными предложениями, которые выражают различные компромиссы» [16].

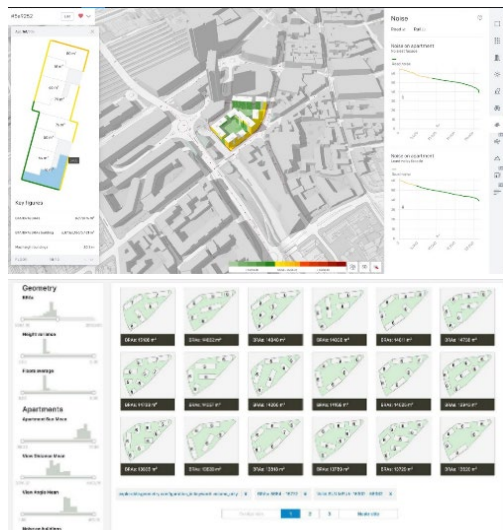


Рис.7. Интерфейс Spacemaker

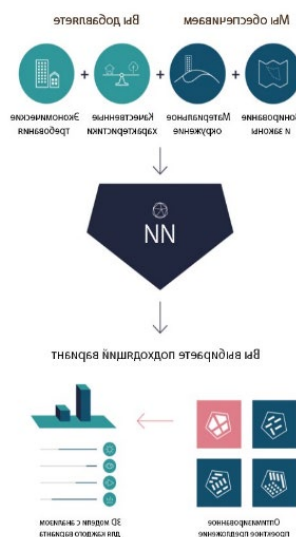


Рис.8. Принцип работы ИИ в Spacemaker

Выводы. Городская среда эволюционирует и развивается вслед за изменениями, происходящими в жизни общества. С помощью искусственного интеллекта и ИКТ города должны стать умнее в программировании и планировании, управлении и использовании существующих ресурсов. Комплексное внедрение революционной системы ИИ во все сферы жизни города сделает города по-настоящему умными не только по отношению к населению, а и к окружающей среде. А проектирование с помощью ИИ выведет проектирование на новый уровень, сможет учесть все варианты, просчитать риски и найти максимальный баланс между экономическими, эстетическими, качественными и экологическими характеристиками. «... Мы не верим, что искусственный интеллект заменит архитектора. Но, возможно, архитекторы, использующие искусственный интеллект, могут заменить архитекторов, которые этого не делают»,-- Ховард Хаукеланд в интервью с DN сентябрь 2017.

Литература

- [1] Глезер Э.Л. Триумф города: как наше величайшее изобретение делает нас богаче, умнее, зеленее, здоровее и счастливее. Нью-Йорк: Пингвин Пресс.
- [2] Мурганте Б., Боррисо Г. Умные города в умном мире // Архитектура городов будущего для оптимальной жизни. Springer International Publishing Швейцария. 2015
- [3] Гиффингер Р., Гурдум Х. Умные города Европы. Журнал городских технологий. 2010, 4 (12): 7-26.
- [4] Показатели «Умных устойчивых городов» ЕЭК ООН-МСЭ (2015 г.). Организация Объединенных Наций, Экономический и Социальный Совет.
- [5] В.П.Куприяновский, А.В.Акимов, О.Н.Покусаев, В.В.Аленьков, Д.Е.Намиот, С.А.Синягов Интеллектуальная мобильность и мобильность как услуга в Умных Городах, Международный журнал Открытые информационные технологии ISSN: 2307-8162 вып. 5, № 12, 2017 г.
- [6] Агарвал П.К., Гурджар Дж., Агарвал А.К. и Бирла Р. (2015). Применение искусственного интеллекта для развития интеллектуальной транспортной системы в умных городах. Журнал дорожного и транспортного машиностроения, 1 (1), 20-30.
- [7] Hawi. R., Okeyo G. и Kimwele M. (2015). Методы для интеллектуального управления движением: углубленное. Международный журнал компьютерных прикладных технологий и исследований. 4 (7), 566 - 573.
- [8] Де Оливейра Майкл, Б.В. & Ареолито де Алмейда Нето. (2013). Оптимизация синхронизации светофора на основе искусственных нейронных сетей». Документ, представленный в 2013 году на 25-й Международной конференции IEEE по инструментам с искусственным интеллектом
URL: https://www.researchgate.net/publication/271555424_Optimization_of_Traffic_Lights_Timing_Based_on_Multiple_Neural_Networks, pp. 825-832.
- [9] Прамати Дж Наваратна; Vindhya P Malagi, «Искусственный интеллект в анализе умных городов», Международная конференция по интеллектуальным системам и изобретательским технологиям (ICSSIT), 2018 г.
- [10] Ангус Ровен, AI в «Умных городах», 27 ноября 2018 г.
URL: <https://medium.com/neuromation-blog/ai-in-smart-cities-dfe2fa7d2829>
- [11] Джон Уокер, Искусственный интеллект в умных городах: что такое приложения и тенденции? 2018 г.
URL: <https://athis-technologies.com/news/innovation/ai-big-data/2018/artificial-intelligence-in-smart-cities-whats-applications-and-trends/>
- [12] Иоланда Водэ, Лаура-Диана Раду, Искусственный интеллект и будущее умных городов. ГОЛОВНОЙ МОЗГ. Широкие исследования в области искусственного интеллекта и нейронауки ISSN 2067-3957, 2018 г.
URL: https://www.academia.edu/36596332/Artificial_Intelligence_and_the_Future_of_Smart_Cities
- [13] Станислас Шайю, Пришествие архитектурного искусственного интеллекта, историческая перспектива, 17 февраля 2019 г.
URL: <https://towardsdatascience.com/the-advent-of-architectural-ai-706046960140>
- [14] Кайла Мэтьюз, 6 способов Роботы меняют городское планирование и развитие, 25 сентября 2019 г.
URL: <https://www.planetizen.com/blogs/106386-6-ways-robots-are-changing-city-planning-and-development>
- [15] Ларри Хардести, Почему некоторые районы улучшаются? MIT News Office 6 июля 2017 г.
URL: <http://news.mit.edu/2017/highly-educated-residents-neighborhoods-improve-0706>

[16] Steve O’Hear Spacemaker получил \$ 25 млн. Серии А, чтобы позволить разработчикам недвижимости использовать AI, Extracrunch, 10 июня 2019 г.

References

- [1] Glaeser E.L. Triumph of the City: How our greatest invention makes us richer, smarter, greener, healthier and happier. New York: The Penguin Press.
- [2] Murgante B., Borrison G. Smart cities in a smart world// Future city architecture for optimal living. Springer International Publishing Switzerland. 2015
- [3] Giffinger R., Gurdum H. Smart cities in Europe. Journal of Urban Technology. 2010, 4(12):7-26.
- [4] The UNECE-ITU Smart Sustainable Cities Indicators (2015). United Nations, Economic and Social Council.
- [5] V.P. Kupriyanovsky, A.V. Akimov, O.N. Pokusaev, V.V. Alenkov, D.E. Namiot, S.A. Sinyagov Intellectual mobility and mobility as a service in Smart Cities, International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 5, no.12, 2017
- [6] Agarwal, P. K., Gurjar, J., Agarwal, A. K. & Birla, R. (2015). Application of artificial intelligence for development of intelligent transport system in smart cities. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 1(1), 20-30.
- [7] Hawi. R., Okeyo, G., and Kimwele, M. (2015). Techniques for Smart Traffic Control: An In-depth. International Journal of Computer Applications Technology and Research. 4 (7), 566 - 573.
- [8] De Oliveira Michael, B.W. & Areolino de Almeida Neto. (2013). Optimization of Traffic Light Timing based on Artificial Neural Networks”. Paper presented at 2013 IEEE 25th International Conference on Tools with Artificial Intelligence Retrieved from URL: https://www.researchgate.net/publication/271555424_Optimization_of_Traffic_Lights_Timing_Based_on_Multiple_Neural_Networks, pp. 825-832.
- [9] Pramathi J Navarathna ; Vindhya P Malagi, “Artificial Intelligence in Smart City Analysis”_ 2018 International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT) URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8748476>
- [10] Angus Roven, AI in Smart Cities Nov 27, 2018 URL: <https://medium.com/neuromation-blog/ai-in-smart-cities-dfe2fa7d2829>
- [11] Jon Walker, Artificial intelligence in smart cities-What’s Applications and Trends? 2018 URL:<https://athis-technologies.com/news/innovation/ai-big-data/2018/artificial-intelligence-in-smart-cities-whats-applications-and-trends/>
- [12] Iolanda Voda, Laura-Diana Radu, Artificial Intelligence and the Future of Smart Cities BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience ISSN 2067-3957, 2018 URL:https://www.academia.edu/36596332/Artificial_Intelligence_and_the_Future_of_Smart_Cities
- [13] Stanislas Chaillou, The Advent of Architectural AI, A Historical Perspective, Feb. 17th, 2019 URL: <https://towardsdatascience.com/the-advent-of-architectural-ai-706046960140>
- [14] Kayla Matthews, 6 Ways Robots Are Changing City Planning and Development, September 25, 2019 URL:<https://www.planetizen.com/blogs/106386-6-ways-robots-are-changing-city-planning-and-development>
- [15] Larry Hardesty, Why do some neighborhoods improve? MIT News Office July 6, 2017 URL: <http://news.mit.edu/2017/highly-educated-residents-neighborhoods-improve-0706>
- [16] Steve O’Hear Spacemaker scores \$25M Series A to let property developers use AI, Extracrunch, June 10, 2019.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ФОРМУВАННІ СМАРТ-МІСТ

¹ Глінін Д. Ю.,
ст. вик. каф. Містобудування,
glinin_dmitry@ogasa.org.ua, ORCID: 0000-0003-3176-7346

¹ Черницька А. Ю.,
ст. каф. Містобудування,
domytami@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0605-7692

¹ Перпері А. М.,
ст. каф. Містобудування,
foxfrozen58@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7060-3614

¹ *Архітектурно-художній інститут,
Одеська державна академія будівництва та архітектури*

Анотація. В статті розглянуто світовий досвід використання систем штучного інтелекту, машинного і глибинного навчання в процесах функціонування міста, а також оцінено вплив на міське середовище. Перспективи використання штучного інтелекту в управлінні всіма сферами міста: економічне, транспортної, адміністративної, соціальної тощо відкривають шлях до розвитку розумних міст. Розумні міста об'єднують найрізноманітніші технології та підтримують ті інновації, які здатні забезпечити сталий соціально-економічний розвиток міст. Влаштування сенсорів для збору і аналізу даних різних сфер функціонування міста дають матеріал для статистичного аналізу, непідвласного для людського інтелекту, але штучного через великий обсяг. Ця інформація буде необхідною для адміністративних структур для аналізу проведення ними робіт управління містом, відстеження динаміки змін в місті, отримання актуальних даних для проведення досліджень наукових робітників. Не менш важлива ця інформація для містобудівельної галузі для проведення точних та швидких розрахунків, які, як правило, займають значну частину часу проектування. Використовування штучного інтелекту не обмежується лише статистикою: прогнозування результату проектування з урахуванням внесених змін допоможе знаходити помилки на стадії проектування шляхом симулювання процесів, які відбуваються в місті. Потенціал використання штучного інтелекту розкривається в повному обсязі, коли за допомогою точної статистики та актуальних даних її зможе проектувати міські структури з урахуванням всіх правил, норм і чинників. Маючи більш широкую вибірку з варіантів проекту, архітектори а містобудівельники зможуть підібрати той, що максимально задовольнить потреби всіх учасників проектування.

Ключові слова: розумні міста, ІТ, штучний інтелект, машинне навчання, глибинне навчання, урбанізм.

ARTIFICIAL INTELLEGENCE IN ORGANISATION OF SMART CITIES

¹ Glinin D. Y.,
Senior Lecturer, Department of Urban Planning,
glinin_dmitry@ogasa.org.ua, ORCID: 0000-0003-3176-7346

¹ Chernytska A. Y.,
Student, Department of Urban Planning,
domytami@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0605-7692

¹ Perperi A. M.,Student, Department of Urban Planning,
foxfrozen58@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7060-3614¹ *Architectural and Art Institute,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*

Abstract. The article discusses the world experience in the use of artificial intelligence systems, machine and deep learning in the functioning of the city, as well as assesses the impact on the urban environment. Prospects for the use of artificial intelligence in managing all areas of the city: economic, transport, administrative, social, etc. open the way to the development of smart cities. Smart cities combine a wide variety of technologies and support those innovations that are capable of ensuring sustainable social and economic development of cities. The implementing of sensors for collecting and analyzing data of various areas of the city functioning provides material for statistical analysis that is not subject to human intelligence, but artificial. This information will be useful for the administrative structures to analyze their work done in city management, to track the dynamics of changes in the city, to obtain up-to-date data for researchers. This information is equally important for the urbanists for accurate and rapid calculations, which typically take up a significant portion of design time. The potential for using AI is fully revealed when using accurate statistics and relevant data, AI will be capable of designing urban structures taking into account all the rules, norms and factors. Using of artificial intelligence is not limited to statistics: predicting the outcome of design based on the changes made will help to find mistakes at the design stage by simulating the processes that take place in the city. The potential of using artificial intelligence is being fully exploited when, using accurate statistics and up-to-date data, AI will be able to design urban structures, taking into account all the rules, regulations and factors. With a broader selection of project options, architects and urban planners will be able to choose the one that will meet the needs of all design participants the best.

Keywords: smart cities, IT, artificial intelligence, machine learning, deep learning, urbanism.